

2010

ISSN-0386-4952

**FIFTIETH ANNIVERSARY COMMEMORATIVE ISSUE**

**RESEARCH REPORTS OF  
THE FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

**MEIJO UNIVERSITY**

**NAGOYA JAPAN**

名城大学

理工学部研究報告

**第 50 号 記念**

平成 22 年

**理工学部研究報告 50 年記念号の発刊に向けて**

**安藤義則 (理工学部長)**

理工学部研究報告 50 年記念号の発刊に向けての巻頭言を記入した。その間の理工学部の歴史を概観し、その中で理工学部研究報告が果たしてきた役割と、今後のあり方について述べた。

**ファジィ推論と制御の根本問題**

**塚本弥八郎 (情報工学科)**

先頃、フランクリン賞を受賞した Lotfi A. Zadeh がファジィ集合の概念と「推論の合成則」を提起して以来、様々なファジィ推論方式が提案され、それらの数学的性質についても詳しく研究されてきた。ファジィ制御の実践例も平成元年を境に日本知能情報ファジィ学会の HP に見られるように数多くなされてきた [1]。

ファジィ推論とは一般化モダスポーネンス(GMP)のことで、本稿では「GMP が満たすべき規範的条件」を満たすような R-含意に基づくファジィ推論法を紹介する。

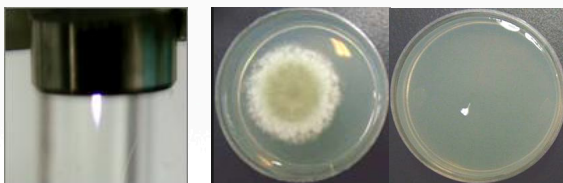
最後に、今後ファジィ制御の応用に関心をもつ向きに、言語的制御マップによる制御に使用されているファジィ推論の理論的裏付けとその留意点について解説する。

[1] <http://www.j-soft.org/db/appli.html>

**非平衡大気圧プラズマを用いた  
ミドリカビ殺菌メカニズムに関する研究**

**伊藤昌文 (電気電子工学科)**

筆者の研究室では、プラズマやレーザを生体、環境等に応用する研究を行っている。本稿では、それらの成果のうち、新たに開発した低温大気圧プラズマを用いた柑橘ミドリカビ菌の殺菌応用に関する研究事例を紹介する。



大気圧プラズマ 未照射(カビ発生) プラズマ照射

**走査電子顕微鏡による三次元計測**

**児玉哲司 (電気電子工学科)**

電子顕微鏡は、画期的な高分解能をもつことから、細胞などの微細構造に関する私たちの理解を飛躍的に深めるのに役立ってきた。私たちの研究室では、電子顕微鏡の高機能化・高性能化を目指し、様々な研究に取り組んでいる。本稿では、走査電子顕微鏡における三次元計測をコンピュータビジョンにおける shape from shadingの問題という新たな角度から取り上げ、この問題に対して離散最適化の近似アルゴリズムを利用する方法を紹介する。

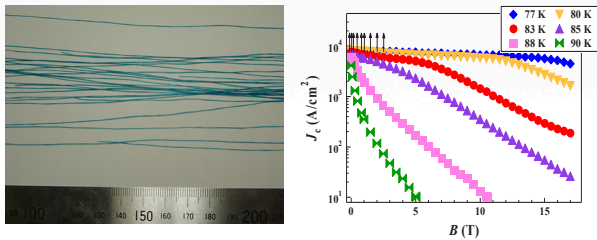




### Co を添加した繊維状 (Nd, Sm, Gd)-Ba-Cu-O の超伝導特性

池邊由美子 (材料機能工学科) ほか

筆者の所属する研究室では、以前より化学的な溶液法を用いて超伝導フィラメントを作製し、臨界電流密度の向上を主たる目標として研究を行ってきた。本稿では、それらの成果のうち、化学ドーピングにより Co を添加した (Nd, Sm, Gd)-Ba-Cu-O フィラメントの超伝導特性について報告する。

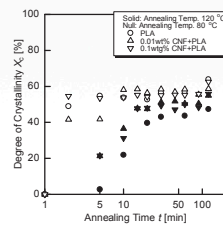


21

### PLA/CNF ナノコンポジットの結晶化挙動と機械的特性

榎本和城 (材料機能工学科)

筆者の研究室では、環境に優しい材料とものづくりを目指して、バイオベースプラスチックとその複合材料の成形加工やナノカーボン添加複合材料について研究を行っている。本稿では、代表的なバイオベースプラスチックであるポリ乳酸にカーボンナノファイバーを添加した複合材料の結晶化挙動と機械的特性について報告する。



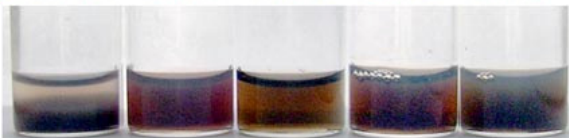
25

### 凝集ナノダイヤモンドの解砕分散と一次粒子の表面化学

小澤理樹 (機能材料工学科) ほか

ダイヤモンドも小さくなれば溶媒中に分散し、安定なコロイドとなる。我々は、酸素欠乏雰囲気下で火薬から爆発合成したナノダイヤモンド凝集体の解砕と分散に世界で初めて成功した。ここでは、その解砕分散法と、得られたコロイドの性質、さらに、凝集ナノ粒子表面の化学修飾を可能にする新手法について報告する。

**pH 2.10 2.42 4.58 6.38 6.67**



28

### 微粒子ピーニングによる疲労強度向上化

猿木勝司 (材料機能工学科)

200  $\mu$  m以下の微粒を高速で物体に投射する微粒子ピーニングが疲労強度向上化にどのように寄与するかについて、構造用炭素鋼、合金鋼、窒化などによる表面改質鋼のほか、軸受鋼、ステンレス鋼、鋳鉄、アルミニウム合金などで検討した結果を提示し、これらが硬さ、残留応力などからどこまで説明できるかを検討した。



36

**液相化学反応を伴う乱流拡散の研究**  
久保貴（機械システム工学科）

乱流中における多成分物質の拡散・混合や、それに化学反応が伴う現象は、反応器や燃焼器のような各種工業装置内の流れだけでなく、大気中の汚染物質拡散のような自然界の流れにも見られ、その解明が重要な研究課題となっている。本研究では、基本的な流れ場である液相格子乱流中における反応性スカラー拡散を例として、液相化学反応を伴う乱流拡散の研究を紹介する。



**前方自動車自動追従システムに対する  
ドライバの信頼感**

相馬 仁（交通科学科）

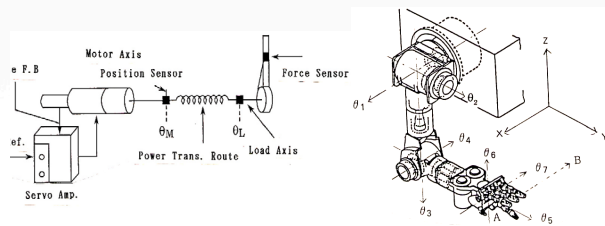
ITS の一つである運転支援システムでは、その性能が上がれば上がるほど、人間はそのシステムを過信し、システム異常や緊急時に対応できないということが起こりうる。そこで、運転支援システムの一つである前方自動車自動追従システムに対するドライバの信頼感について解析するため、ドライビングシミュレータによる実験を行った。その結果、過信していると思われる被験者とそうでない被験者で、信頼感に与える心理的影響が違うことがわかった。



**冗長自由度を有するマニピュレータの  
コンプライアンス制御の研究**

前川明寛（交通科学科）

筆者はこれまで機械メーカーにてアクチュエータ、センサ、コントローラから構成される機械システムを対象に、ロバスト性を考慮しながら制御手段をキー技術とする新技術・新製品開発に取り組んで来た。本稿では、それらの成果のうち、ロボットマニピュレータのコンプライアンス制御の開発事例について紹介する。



**内燃エンジン小研究の48年**

石原荘一（交通科学科）

ここ48年間、内燃エンジンを研究した。当初、二ストロークエンジンの研究をしていたが、潤滑、冷却、熱変形などがエンジンの性能向上阻止の原因になっていると考え、それらについても研究した。

ここには特殊な掃気方式のWピストンエンジンの試作や模型飛行機用エンジンの動力測定も含まれているが、これらは二ストロークエンジンの研究に属する。いずれの研究も浅く、反省すべき点が多々あるが、これらは学生と共に頑張った記録、すなわち、そのときそのときの学生への感謝の表示である。

**新製品開発と技術伝承**

**松原武徳(交通科学科)**

産業構造が「造船」から「メカトロニクス高機能産業」へと大きく転換した高度成長期に企業戦士として、新製品の研究開発に携わった。それら機械装置システムは社会的ニーズ、開発力により進展し、あるいは寿命を終える。多くの失敗と改良を通して技術蓄積がなされる。それらの消長と技術伝承について振り返った。



**ウェットボンディングによるFRP-RCハイブリッド新設構造物の曲げ構造性能に関する実験的研究**

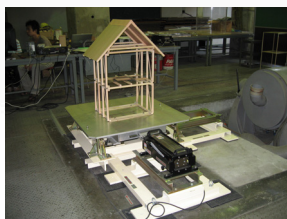
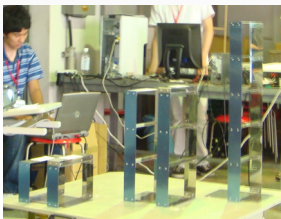
**岩下健太郎(建設システム工学科) ほか**

筆者はこれまでの研究において、要求性能や経済性の観点から複数種類の連続繊維複合材 (Fiber Reinforced Polymers, FRP) を選定し、適材適所に配置したうえで、吸水性の小さいエポキシ樹脂を用いてフレッシュコンクリートとの接着を確保した、FRP-RC ハイブリッド新設構造形式を提案・実現させた。本稿では、FRPの選定基準や作成方法について示したうえで、これまでの研究成果のうち、FRP-RC ハイブリッド構造物の曲げ構造性能を中心に紹介する。

**振動実験による視覚化地震防災教育の試み**

**松井徹哉(建築学科)**

筆者の研究室では、初学者や一般市民に振動理論の基礎や建物が地震に抵抗する仕組みを分かり易く教えるために、振動実験による実感教育教材の開発を実践してきた。本稿では、それらの成果のうち、多層ラーメン骨組模型を用いた振動学の基礎教育教材と、木造住宅模型による地震防災教育教材の2つの開発事例を紹介する。



**『ルネサンス』**

**市野安昌(教養教育)**

**山本恵史(名古屋音楽大学) 共訳**

この紀要原稿(翻訳)は、EDITH SICHEL、The Renaissance、1969、DAWSONS OF PALL MALL、Londonを底本に訳出したものである。本書を手にして早や四半世紀が経過した。教養教育の職を退くにあたり、名古屋音楽大学でイタリア語を講ずる山本恵史氏と共に長年温めてきた『ルネサンス』の翻訳原稿を繙き、理工学部研究報告(第50号)に掲載することで「再生」を期することにした。

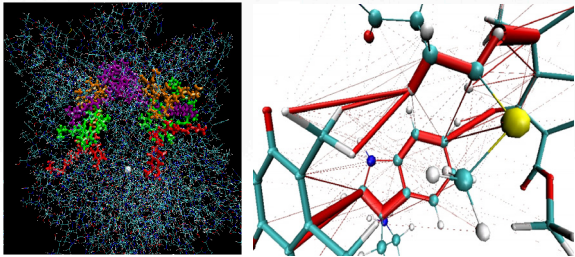
アダムの創造(システィーナ礼拝堂) 生への感謝の表示である。



### タンパク質中電子移動の機構

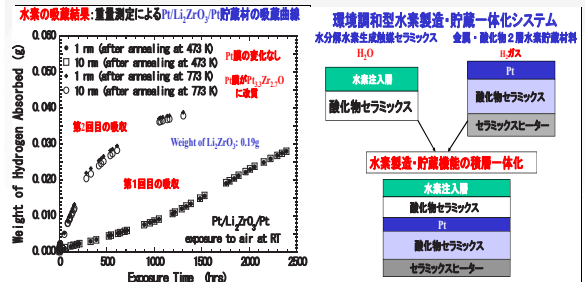
垣谷俊昭 (教養教育)

生体エネルギー変換の根幹をなすタンパク質中電子移動反応(酸化還元反応)の機構を計算科学的に解析し、電子トンネル経路を決定するとともに、反応前後でエネルギーを保存する弾性トンネル機構の他に非弾性トンネル機構が存在することを明らかにした。



### 常温空気水蒸気から水素を吸収貯蔵する 金属・酸化物二層複合材料の環境調和型 水素製造システム 森田健治(教養教育) 他

筆者らは、常温空気水蒸気から水素を貯蔵する金属・酸化物二層複合材料を用いる、再生可能な自立的環境調和型水素製造システムを開発している。現在、常温吸蔵、貯蔵水素のガス化温度:100°C、重量貯蔵容量:3.1w%が達成されている。



### 私の授業法と教育システムの改善

山ノ井基臣 (電気電子工学科)

本学の学生の学力実情に対応させた授業方法を、40余年間に涉って自分なりに開発してきた。できるだけ全ての学生に授業内容を理解させ、しかもトップクラスの学生達を退屈させない授業を目指してきた。その為には実感教育は基本的に重要であり、種々の工夫を凝らした。本稿の前半ではこれらの概要を述べる。後半では、電気電子工学科が取り組んだ教育システムの改善に関して、その精神・取り組み内容・成果などを概観する。

### 実感教育とその成果

村上好生 (交通科学科)

交通科学科での工学ものづくり実体験型教育(実感教育)の実践として、筆者は、模型飛行機用実物エンジン用いて、授業科目名「ハンドエンジニアリング」を立案・実施した。また、「省エネカー」を教材にした学生の自立教育を行い、その結果、省エネカーの技術レベルは全国の大学チームでのトップクラスを維持しているなどを紹介する。



## Generalized Whittaker function and Bessel function of matrix argument 丹羽伸二、碓野敏博（数学科）

1変数の変形ベッセル関数の積分表示はたくさんあるが、多変数の変形ベッセル関数の積分表示はあまり色々とは知られていない。そこで、この論文では  $Sp(2, R)$  の上の generalized Whittaker 関数と 2行2列行列変数の変形ベッセル関数のある関係式を与えることにする。その関係式から多変数変形ベッセル関数の2つの異なる積分表示が出るからである。

132

## 古い掘削法による最終斜面の安定性評価

清水泰弘（建設システム工学科）ほか

対象斜面は100年以上の掘削の歴史を持つ鉾山で、古い掘削法（すかし掘り）で掘削された急峻で長大な斜面が現存する。

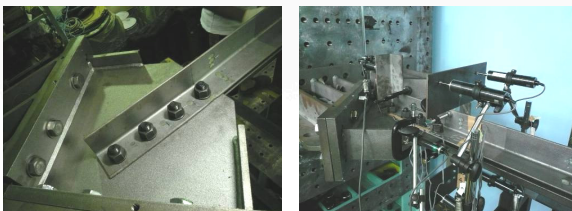
この斜面の大規模崩落の可能性を予測する必要性から、落石現象に対応したモニタリングを継続しながら、現況の地形測量、現場調査と室内強度試験、不連続面の一面せん断試験等を行い、得られた諸物性値から岩盤（マス）としての岩盤物性を再評価し、不連続面を考慮した個別有限要素法（DFEM）を用いた数値解析を行い、その結果から岩盤斜面の変形および安定性の検証を行った。

134

## 繰り返し軸力を受けるアングルブレースの変形性能について

渡辺孝一（建設システム工学科）ほか

鋼製橋梁における対傾構やトラス形式の鉄塔など、アングルを用いたブレースの適用事例は多く、常時荷重以上の軸力が作用した場合の変形性能を定量的に評価することは重要である。本論文ではアングルを用いたブレースが繰り返し引張軸力を受けて破断に至るまでの変形性能を実験的に検証したものである。

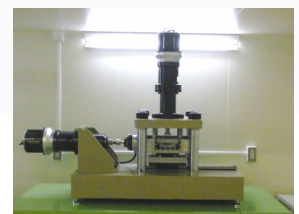


141

## 不飽和圧縮ベントナイト緩衝材の破壊挙動の観察

寺本優子（建設システム工学専攻）ほか

本研究の目的は、急激な地殻変動等によって、高レベル放射性廃棄物最終処分場の周辺岩盤に局所的な変形が発生し、圧縮ベントナイト緩衝材にも破壊が伝播した場合に、遮蔽性などの緩衝材の性能が維持されるのかについて検討を行うことである。本論文では、不飽和圧縮ベントナイト供試体を対象に、高拘束圧一面せん断試験を行い、その際に生成・発達するせん断帯をPIV画像解析およびX線CTで観察した結果を示す。



147

### 粘性土の繰り返し単純せん断特性

福沢宏樹（建設システム工学専攻）ほか

室内試験で自然堆積粘土地盤の繰り返しせん断特性を適正に評価するためには、原地盤の異方応力状態やせん断モードを再現した上で試験を実施する必要がある。本研究では、新たに開発した単純せん断試験装置を用いて、異方応力状態が粘性土の繰り返しせん断強度に及ぼす影響について、詳細に検討した結果を示す。

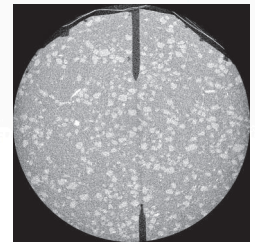


155

### 飽和圧縮ベントナイトの力学特性と遮水性能

平手寿大（建設システム工学専攻）ほか

高レベル放射性廃棄物を地層処分する際に使用される緩衝材には、圧縮ベントナイトが有力視されている。不飽和状態で製造された緩衝材は、地下水の浸潤によって飽和状態となる。本研究では、緩衝材にせん断帯が発生した場合に基本性能が維持されるか検討を行っている。本論文では、飽和圧縮ベントナイト供試体に一面せん断試験を行い、力学特性を調べるとともに、せん断帯の観察や透水試験を行い、損傷時にも遮水性能が維持されるか検討した。



163

### 三軸試験による河川堤防砂礫の強度特性の評価

牧田祐輝（建設システム工学専攻）ほか

河川堤防の安定性を検討する際には、現地でサンプリングした原粒度試料を再構成し、室内せん断試験を実施する。本研究では、原粒度試料を用いた大型三軸試験と粒度調整した小型三軸試験の両者を実施し、同じ密度の供試体であっても、供試体寸法によって得られる強度定数が異なることを示した。

また、供試体密度と排水条件によって、得られる強度定数は大きく異なることを示し、試験条件設定の重要性を指摘した。



171

### 南海トラフで起こる巨大地震サイクルの間に内陸の地震活動にみられる特徴

牧野内 猛（環境創造学科）ほか

西南日本の太平洋側では、陸のプレートであるユーラシアプレートの下に、フィリピン海プレートがもぐりこんでいる。このプレート境界は南海トラフとよばれ、駿河湾から南九州東方沖にかけて、南西方向に延びている。南海トラフでは、東海・東南海地震や南海地震などのプレート境界巨大地震が、約 110 年の周期で起こっている。巨大地震が起こってから次に起こるまでの期間に、内陸ではプレート内地震がどのように発生しているか調べた。その結果、その発生様式にいくつかの特徴が見出された。本稿では、見出された特徴を記述し、その意味するところを検討する。

177

### 工学教育における環境倫理

深谷実（環境創造学科）ほか

本稿では、倫理的な問題解決能力の向上に重点を置いた、新しい環境倫理教育の方法について論じている。今日、多くの大学で環境倫理が、おもに教養科目の一つとして教えられている。しかし、従来の教育方法には、授業内容が欧米の環境倫理の抽象的な哲学的議論の紹介に偏り、環境関連の倫理問題に対する学生の主体的な判断と意思決定の能力の向上をめざす実践的な訓練が、行われていないという問題点があった。特に工学教育の一環として行われる環境倫理教育は、その目標が環境に対して責任ある技術者を育成することにあるがゆえに、これは重大な問題である。本稿で提案する教育方法は、そうした問題点を解決するための試みである。

185

### Workshop“Trends in nanomechanics and nanoengineering”に参加して

安藤義則（材料機能工学科）

8月末にシベリアのクラスノヤルスクで開かれたワークショップ「Trends in nanomechanics and nanoengineering」の基調講演者として招かれ、貴重な経験をしてきたので、寄書として記して、参考に供したい。なお、基調講演では、“Carbon Nanotubes: The Inside Story”というタイトルで、名城大学がカーボンナノチューブ発祥の地であることを宣伝してきた。

193



# 目 次

## 特別寄稿

理工学部研究報告 50 年記念号の発刊に向けて

……………理工学部長, 材料機能工学科 安藤 義 則 …… 1

## 招待論文

ファジィ推論と制御の根本問題

……………情報工学科 塚本 弥 八 郎 …… 2

非平衡大気圧プラズマを用いたミドリカビ殺菌メカニズムに関する研究

……………電気電子工学科 伊藤 昌 文 …… 10

走査電子顕微鏡による三次元計測

……………電気電子工学科 児玉 哲 司 …… 16

Co を添加した繊維状 (Nd,Sm,Gd)-Ba-Cu-O の超伝導特性

……………材料機能工学科 池邊 由 美 子 …… 21  
……………材料機能工学科 坂 え り 子

PLA/CNF ナノコンポジットの結晶化挙動と機械的特性

……………材料機能工学科 榎 本 和 城 …… 25

凝集ナノダイヤモンドの解砕分散と一次粒子の表面化学

……………材料機能工学科 小 澤 理 樹  
……………ゲルツブルク大学有機化学研究所 Yuejiang LIANG …… 28  
……………ゲルツブルク大学有機化学研究所 Anke KRUEGER  
……………株式会社ナノ炭素研究所 大 澤 映 二

微粒子ピーニングによる疲労強度向上化

……………材料機能工学科 猿 木 勝 司 …… 36

液相化学反応を伴う乱流拡散の研究

……………機械システム工学科 久 保 貴 …… 44

前方自動車自動追従システムに対するドライバの信頼感

……………交通科学科 相 馬 仁 …… 51

冗長自由度を有するマニピュレータのコンプライアンス制御の研究

……………交通科学科 前 川 明 寛 …… 59

内燃エンジン小研究の 48 年

……………交通科学科 石 原 莊 一 …… 67

新製品開発と技術伝承

……………交通科学科 松 原 武 徳 …… 75

ウェットボンディングによる FRP-RC ハイブリッド新設構造物の曲げ構造性能に関する実験的研究 .....	建設システム工学科 茨城大学工学部都市システム工学科 茨城大学大学院理工学研究科 茨城大学工学部都市システム工学科 中国鄭州大学環境水利学院	岩下健太郎 呉智深 尾崎春平 ..... 三島勇人 朱海堂	83
振動実験による視覚化地震防災教育の試み .....	建築学科	松井徹哉 .....	90
『ルネサンス』訳 .....	教養教育 名古屋音楽大学	市野安昌 ..... 山本恵史	98
タンパク質中電子移動の機構 .....	教養教育	垣谷俊昭 .....	106
常温空気水蒸気から水素を吸収貯蔵する金属・酸化物二層複合材料の環境調和型水素製造システム .....	教養教育科 東北大学金属材料研究所	森田健治 土屋文 .....	114
招待論文(教育関連)			
私の授業法と教育システムの改善 .....	電気電子工学科	山ノ井基臣 .....	120
実感教育とその成果 .....	交通科学科	村上好生 .....	125
論 文			
Generalized Whittaker function and Bessel function of matrix argument Graduate School of Design and Architecture, Nagoya City University Department of Mathematics		Shinji Niwa ..... Toshihiro Hadano	132
古い掘削法による最終斜面の安定性評価 .....	建設システム工学科 琉球大学工学部 株式会社エステム	清水泰弘 渡嘉敷直彦 ..... 山本直樹	134

繰返し軸力を受けるアングルブレースの変形性能について .....建設システム工学科 大学院理工学研究科修士課程建設システム工学専攻 大学院理工学研究科修士課程建設システム工学専攻	渡 辺 孝 一 吉 川 瑛 人 ..... 山 口 亮 太	141
不飽和圧縮ベントナイト緩衝材の破壊挙動の観察 .....大学院理工学研究科修士課程建設システム工学専攻 大学院理工学研究科修士課程建設システム工学専攻 建設システム工学科	寺 本 優 子 平 手 寿 大 ..... 小 高 猛 司	147
粘性土の繰返し単純せん断特性 .....大学院理工学研究科修士課程建設システム工学専攻 建設システム工学科 常勤理事	福 沢 宏 樹 小 高 猛 司 ..... 板 橋 一 雄	155
飽和圧縮ベントナイトの力学特性と遮水性能 .....大学院理工学研究科修士課程建設システム工学専攻 大学院理工学研究科修士課程建設システム工学専攻 建設システム工学科	平 手 寿 大 寺 本 優 子 ..... 小 高 猛 司	163
三軸試験による河川堤防砂礫の強度特性の評価 .....大学院理工学研究科修士課程建設システム工学専攻 大学院理工学研究科修士課程建設システム工学専攻 建設システム工学科 常勤理事	牧 田 祐 輝 中 島 康 介 ..... 小 高 猛 司 板 橋 一 雄	171
南海トラフで起こる巨大地震サイクルの間に内陸の地震活動にみられる特徴 .....環境創造学科 トヨタ紡織株式会社	牧 野 内 猛 ..... 森 勇 司	177
工学教育における環境倫理 .....環境創造学科 名城大学非常勤講師 桜花学園大学保育学部 名城大学非常勤講師	深 谷 実 大 野 波 矢 登 ..... 森 本 司 木 村 登 次	185
Workshop “Trends in Nanomechanics and Nanoengineering” に参加して .....材料機能工学科	安藤義則 .....	193

平成 21 年度発表論文題目 .....	200
----------------------	-----

平成 21 年度環境関連論文一覧 .....	294
------------------------	-----

## 資 料

名城大学理工談話会開催記録 平成 12 年度～平成 21 年度 理工談話会世話人会 .....	298
---	-----

研究費補助金交付者一覧（平成 12 年度～平成 21 年度） .....	324
--------------------------------------	-----

学外研究助成一覧（平成 12 年度～平成 21 年度） .....	350
-----------------------------------	-----

受託研究一覧（平成 12 年度～平成 21 年度） .....	355
---------------------------------	-----

共同研究一覧（平成 12 年度～平成 21 年度） .....	361
---------------------------------	-----

奨学寄付金一覧（平成 16 年度～平成 21 年度） .....	364
----------------------------------	-----

名城大学理工学部研究報告投稿内規 .....	368
------------------------	-----

投稿内規細則 .....	369
--------------	-----

名城大学理工学部研究報告掲載発表論文題目原稿作成要領 .....	370
----------------------------------	-----

# CONTENTS

## Special Contribution

For the 50th Anniversary Publication of Research Reports of the Faculty of Science and Technology, Meijo University

Dean of Faculty of Science and Technology. Department of Materials Science and Engineering

..... Yoshinori ANDO ..... 1

## Invited Papers

Some Essential Problems on Fuzzy Logic Reasoning and Control

Department of Information Engineering

..... Yahachiro Tsukamoto ..... 2

Study on inactivation mechanism of *Penicillium digitatum* using non-equilibrium atmospheric pressure plasma

Department of Electrical and Electronic Engineering

..... Masafumi Ito ..... 10

A Reconstruction method of 3-D surface topography in the Scanning Electron Microscope

Department of Electrical and Electronic Engineering

..... Tetsuji KODAMA ..... 16

Superconducting properties of (Nd,Sm,Gd)-Ba-Cu-O filaments doped with Cobalt

Department of Materials Science and Engineering

Yumiko IKEBE

Department of Materials Science and Engineering

..... Eriko BAN ..... 21

Crystallization Behavior and Mechanical Properties of Carbon Nanofiber / Poly(lactic acid) Nanocomposites

Department of Materials Science and Engineering

..... Kazuki ENOMOTO ..... 25

Deagglomeration and Surface Tailoring of Nanodiamonds in Dispersing Media

Department of Materials Science and Engineering

Masaki OZAWA

Institut für Organische Chemie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Yuejiang LIANG

Institut für Organische Chemie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Anke KRUEGER

NanoCarbon Research Institut

..... Eiji Ōsawa ..... 28

Improvement of Fatigue Strength Properties by Fine-Particle-Peening

Department of Materials Science and Engineering

..... Katsushi SARUKI ..... 36

<b>A Study on Turbulent Diffusion with Chemical Reaction in Liquid</b>		
	Department of Mechanical Engineering	
.....	Takashi KUBO	44
<b>Trust of Driver in Forward Vehicle Automatic Following System</b>		
	Department of Transportation Engineering	
.....	Hitoshi SOMA	51
<b>Research of Compliance Control of Manipulator with Redundant Degree of Freedom</b>		
	Department of Transportation Engineering	
.....	Akihiro MAEKAWA	59
<b>My Studies on Internal Combustion Engines for 48 Years</b>		
	Department of Transportation Engineering	
.....	Soichi ISHIHARA	67
<b>Technical Expert Legend through the Development of New Machinery Products</b>		
	Department of Transportation Engineering	
.....	Takenori Matsubara	75
<b>Experimental Study on Flexural properties of FRP-RC Hybrid structure with Wet-bonding Technique</b>		
	Department of Civil Engineering	
	Kentaro IWASHITA	
	Department of Urban & Civil Engineering, Ibaraki University	
	Zhishen WU	
	Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University	
	Syunpei OZAKI	
	Department of Urban & Civil Engineering, Ibaraki University	
	Hayato MISHIMA	
	School of Environment and Water Conservancy, Zhengzhou University	
.....	Haitang Zhu	83
<b>Toward Visual Education of Seismic Disaster Prevention Engineering with the Aid of Shaking Table Tests</b>		
	Department of Architecture	
.....	Tetsuya MATSUI	90
<b>The Renaissance (translation)</b>		
	Department of General Education	
	Yasumasa Ichino	
	Nagoya College of Music	
.....	Keiji Yamamoto	98
<b>Mechanism of Electron Transfer in Protein Media</b>		
	Department of General Education	
.....	Toshiaki KAKITANI	106

Hydrogen Production System Composed of Metal-Oxide Bi-layer Materials Absorbing and Storing Hydrogen from Water Vapor in Air at Room Temperature	Department of General Education Kenji MORITA Institute for Materials Research, Tohoku University	..... Bun TSUCHIYA	..... 114
A way and Improvement of Teaching	Department of Electrical and Electronic Engineering	..... Motoomi Yamanoi	..... 120
Education of Engineering Sense and the Results	Department of Transportation Engineering	..... Yoshio MURAKAMI	..... 125
<b>Papers</b>			
Generalized Whittaker function and Bessel function of matrix argument	Graduate School of Design and Architecture, Nagoya City University Shinji Niwa Department of Mathematics	..... Toshihiro Hadano	..... 132
Stability assessment on the remaining slopes using old excavation method	Civil Engineering Yasuhiro SHIMIZU Department of Civil Engineering Architecture, Faculty of University of the Ryukyus Naohiko TOKASIKI STEM Co.Ltd.	..... Naoki YAMAMOTO	..... 134
A study on deformation capacity of angle braces under cyclic loading	Department of Civil Engineering Koichi WATANABE Master Course of Civil Engineering Akito Yoshikawa Master Course of Civil Engineering	..... Ryota Yamaguchi	..... 141
Observation of failure behavior of an unsaturated compacted bentonite buffer material	Master Course of Civil Engineering Yuko TERAMOTO Master Course of Civil Engineering Toshio HIRATE Department of Civil Engineering	..... Takeshi KODAKA	..... 147



Cyclic simple shear characteristics of clay	Master Course of Civil Engineering Hiroki FUKUZAWA Department of Civil Engineering Takeshi KODAKA Trustee Kazuo ITABASHI	155
Mechanical Characteristic and Sealing Performance of Saturated Compacted Bentonite	Master Course of Civil Engineering Toshio HIRATE Master Course of Civil Engineering Yuko TERAMOTO Department of Civil Engineering Takeshi KODAKA	163
Evaluation of strength characteristics of sandy gravel in river embankment using triaxial test	Master Course of Civil Engineering Yuki MAKITA Master Course of Civil Engineering Kosuke NAKASHIMA Department of Civil Engineering Takeshi KODAKA Trustee Kazuo ITABASHI	171
Seismicity of Inland Earthquakes during the Great Interplate Earthquake Cycles along the Nankai Trough	Department of Environmental Science and Technology Takeshi MAKINOCHI Toyota Boshoku Co. Ltd. Yuji MORI	177
Environmental Ethics in Engineering Education	Department of Environmental Science and Technology Minoru FUKAYA Part-time Lecturer, Meijo University Hayato OHNO School of Preschool education, Ohkagakuen University Tsukasa MORIMOTO Part-time Lecturer, Meijo University Noritsugu KIMURA	185
Contribution Attending on the Workshop “Trends in Nanomechanics and Nanoengineering”	Department of Materials Science and Engineering Yoshinori ANDO	193

<b>List of Publications in 2009</b> .....	200
<b>List of Publications about Environment in 2009</b> .....	294
<b>Materials</b>	
Records of Faculty Seminar (RIKO-DANWA-KAI) ——— 2001 ~ 2009 Academic Years ——— ..... Committee of Faculty Seminar	298
List of Grant-in-Aid for Scientific Research ——— 2001 ~ 2009 Academic Years ——— .....	324
List of Extramural Research Funds ——— 2001 ~ 2009 Academic Years ——— .....	350
List of Contract Researches ——— 2001 ~ 2009 Academic Years ——— .....	355
List of Cooperatative Researches ——— 2001 ~ 2009 Academic Years ——— .....	361
List of Subscriptions for Encouragement of Research ——— 2004 ~ 2009 Academic Years ——— .....	364
Internal Rule for Contribution to Research Reports of the Faculty of Science and Technology, Meijo University .....	368
Detailed Regulation of Internal Rule for Contribution .....	369
Guide Lines for Preparation of Manuscript of List of Publications in Research Reports of the Faculty of Science and Technology, Meijo University .....	370

# 特 別 寄 稿

# 理工学部研究報告 50 年記念号の発刊に向けて 安藤義則<sup>1)</sup>

## For the 50<sup>th</sup> Anniversary Publication of Research Reports of the Faculty of Science and Technology, Meijo University

Yoshinori ANDO<sup>1)</sup>

### Abstract

This is the foreword for the 50<sup>th</sup> anniversary publication of Research Reports of the Faculty of Science and Technology, Meijo University. This article gives a historical overview of our Faculty, pointing out the significant roles of the Research Reports.

理工学部研究報告の 50 年の記念号ということで、巻頭言を書かせていただく荣誉に浴しております理工学部長を勤めさせていただいています安藤です。

50 年というのは、長くて重い年月です。最初の 15 年間は、私自身にとっても空白の期間ですから、少し調べさせていただきました。名城大学の創立 83 年の歴史はそのまま理工学部の歴史と言えるわけですが、新制大学の理工学部として発足したのは昭和 25 年 (1950) と聞いています。したがって、新制理工学部発足から 10 年経ったときに理工学部研究報告の第 1 号が発刊されたことがわかります。理工学部応接室に掲げられている歴代理工学部長の写真で確認しますと、その発刊当時の理工学部長は、小澤久之丞教授であることがわかります。創立者の田中理事長との間の学園紛争の最中であつたということになるのでしょうか。校舎も今の附属高校のある中村校舎にあつたということで、現在の天白校舎に移転したのはその後の昭和 42 年 (1967) とのことです。

理工学部を構成する学科の方も、昭和 40 年代の前半に土木工学科と建築学科の分離独立と、交通機械学科の新設がなされて 6 学科として確立されてから、30 年以上経過したところで、大きく見直されることとなります。そして、平成 12 (2000) 年 4 月にいわゆる 6 条改組のもとに、情報科学科 (平成 16 年に情報工学科に変更)、材料機能工学科、環境創造学科の 3 学科が加わり 9 学科として発足して、ちょうど 10 年が経過しようとしています。現在、時代の趨勢で建設システム工学科の定員削減が必須の条件になり、さらに見直すための改組・再編の議論が進んでいます。

この理工学部の発展と呼応して、理工学部研究報告もその存在意義を高めてきています。理工学部の構成員の研究発表の場としてのみならず、修士課程あるいは博士

課程の大学院学生や共同研究の研究員の研究発表の場としても役立てられています。しかし、理工学部研究報告に記載された論文は、教員の資格審査の際の論文数としては、カウントできないということがあって、そのことを考慮した投稿がなされていることも確かです。否めない状況です。したがって、それなりの活用が望まれる所です。それを受けて、最近では、退職される先生方や新任の先生方ご自身の紹介の場としても利用されるようになってきています。

雑誌の形態は、30 年の頃までは B5 サイズでしたが、その後、時代の趨勢で、A4 サイズと大判になり、2-3 年前からは雑誌体での印刷はなくなり CD-ROM としての発刊のみとなっています。この理工学部研究報告も、時代に沿った変遷がなされてきているということになります。ただし、私のように旧い者にとっては、雑誌体の印刷物がないというのは、とても寂しくも感じられます。

最近では、大学評価ということがいろいろの面で言われるようになり、平成 20 年には「大学基準協会」によって、大学全体としてその評価を受けて、『適当である』との認定を受けています。また、理工学部では、5 年前から技術者教育認定機構から、学科単位でいわゆる JABEE 認定を取得しています。今年中には、工学系の 7 学科がそれを受審することになります。さらに、名城大学自体も 2015 年までの中・長期目標を打ち立てて、それに向けて PDCA サイクルを回していくための戦略として MS-15 を作成しています。その MS-15 の理工学部版も毎年作成して検証していく必要があるわけですが、そういったときに役立つ理工学部全体としての各種のデータを含めた報告集としても、理工学部研究報告を今以上に活用できるようにしていただけることを期待しています。

1) 理工学部長、材料機能工学科

1) Dean of Faculty of Science and Technology, Department of Materials Science and Engineering

# 招待論文

# ファジィ推論と制御の根本問題

塚本弥八郎

Some Essential Problems on Fuzzy Logic Reasoning and Control

Yahachiro Tsukamoto

**abstract:** Ever since Lotfi A. Zadeh formulated the Compositional Rule of Inference based on fuzzy set theory, a wide variety of fuzzy reasoning methods have mushroomed with minute studies about their mathematical properties. Also the problems concerning fuzzy implications from the logical view point have been investigated in detail. This paper points out important issues related to fuzzy reasoning and control for those who intend to study fuzzy theory or to apply it to practical problems. Especially we describe *General Modus Ponens* (GMP) and some normative criteria to be met by GMP. It is emphasized that the specificity possessed by the conclusion deduced by GMP must not be stronger than that of the rule consequent. A formulation proposed in this paper is followed by numerical examples.

## 1. はじめに

L. A. Zadeh が推論の合成則 (Zadeh [3]) を提起して以来、様々なファジィ推論方式が提案され、それらの数学的性質についても詳しく研究されてきた (Baczynski and Jayaram[19], Mizumoto[8], Fukami et al.[7], Sugeno[12], Tsukamoto[18]). たとえば, Baczynski et al. の近著, *Fuzzy Implications*(2007) では何と 270 もの文献がリストアップされている. 他方, ファジィ制御の実践例も平成元年を境に日本知能情報ファジィ学会の HP ([23]) に見られるように数多くなされてきた.

ファジィ推論とは一般化モダスポーネンス *General Modus Ponens*(GMP) のことで, 本稿ではその歴史にも多少は触れつつ, とくに R-含意に基づくファジィ推論法を詳しく述べる.

今では GMP-Rules と言われている「GMP が満たすべき規範的条件」について解説する. 2つのハードル, すなわち, 「ファジィ含意の定義」と「GMP Rules」を超える R-含意に基づくファジィ推論法を紹介する. さらに, 数値例を示し, それらの推論結果が「GMP Rules」を満たすことを確認する.

最後に, 今後ファジィ制御への応用に関心をもつ向きに, あいまい環境下での制御に使用されているファジィ推論の理論的裏付けと留意点について解説する.

## 2. 準備

### 2.1 記号等

$\mathcal{R}$  で実数の集合,  $X, Y \subseteq \mathcal{R}$  とする.  $X$  上の正規ファジィ集合,  $Y$  上の正規ファジィ集合をそれぞれ  $A_k$  と  $B_k$  で表す ( $k = 1, 2$ ). メンバースhip関数値は簡単に以下のように表す.

$$\begin{aligned} A_1(x) &= a(x), & A_2(x) &= p(x) \quad (\forall x \in X) \\ B_1(y) &= b(y), & B_2(y) &= q(y) \quad (\forall y \in Y). \end{aligned}$$

ファジィ言明は以下のように表記する,

$$P_k = "U \text{ is } A_k", \quad Q_k = "V \text{ is } B_k" \quad (k = 1, 2)$$

ただし,  $U, V$  は単に言語変数のラベルである.

$\vee$  と  $\wedge$  はそれぞれ  $\max$  と  $\min$  演算に用いる.  $\bar{p}(x)$  などで,  $1 - p(x)$  を意味する.

$a(x) = A_1(x)$  は, ファジィ言明 " $U \text{ is } A_1$ " が与えられたときの " $U \text{ is } x$ " の相対的数値真理値, すなわち  $NTV("U \text{ is } x"/"U \text{ is } A_1")$  と理解する. 簡単にこれを  $NTV("x"/"A_1")$  と表記する. また,  $Poss(A_1/A_2)$  は

$$Poss(A_1/A_2) = \max_x (A_1(x) \wedge A_2(x))$$

で定義し,  $A_2$  と  $A_1$  の可能的整合性を意味する.  $Cert(A_1/A_2)$  は

$$Cert(A_1/A_2) = 1 - Poss(\bar{A}_1/A_2)$$

で定義し, 確実的整合性と呼び,  $A_1$  の裏の世界と  $A_2$  との可能的整合性の否定の程度を表す.

$\mathcal{F}(X)(\mathcal{F}(Y))$  で  $X(Y)$  上のファジィ集合族を表す.

$$\mathcal{F}(X) = \{\mu | \mu : X \rightarrow [0, 1]\}$$

なお, 本稿で扱うファジィ集合はすべて正規とする. 他の記号についてはそのつど定める.

## 2.2 t-norms

2変数関数  $T \in [0, 1]^{[0, 1] \times [0, 1]}$  が以下の4条件を満たすとき t-norm という.

$$\forall u, v, w \in [0, 1];$$

**T1**  $T(0, u) = 0, T(u, 1) = u$

**T2**  $u \leq v \rightarrow T(u, w) \leq T(v, w)$

**T3**  $T(v, u) = T(u, v)$

**T4**  $T(u, T(v, w)) = T(T(u, v), w)$ .

なお, Frank の t-norm 族のように *logical product* から *bounded product* までを連続的に扱えるものもあるが詳細は省略する [Tsukamoto[22]].

## 3. ファジィ含意

### 3.1 F-含意

本稿では「ファジィ含意」は以下の5つの条件 (Jayaram[19]) で定義する.

定義1. 関数  $I \in [0, 1]^{[0, 1] \times [0, 1]}$  は以下の5つの条件を満たすときファジィ含意 (Fuzzy Implication) という. すべての  $x, x_1, x_2, y, y_1, y_2 \in [0, 1]$  について;

**I1**  $x_1 \leq x_2 \rightarrow I(x_1, y) \geq I(x_2, y)$

**I2**  $y_1 \leq y_2 \rightarrow I(x, y_1) \leq I(x, y_2)$

**I3**  $I(0, 0) = 1$

**I4**  $I(1, 1) = 1$

**I5**  $I(1, 0) = 0$

定義1を満たすすべてのファジィ含意を  $FI$  で表す.

**I1** は, 前件部が *false* に近いほど後件部は何を言ってもよい, の意味と理解する,

**I2** は後件部が *true* に近いほど含意の真理値は高い,

**I3, I4, I5** は古典論理の含意で,  $I(0, 1) = 1$  はこれらの条件から導かれる.

上記の定義1を満たす含意は無限個あるが, 他方, 含意のように使用されてきたかなりの数の定義は削除される.

さて, 以下に古典論理において「含意」と同じ値をもつ真理関数について確認しておこう. 2値論理の真理値表なので,  $p, q \in \{0, 1\}$  である. 上記3つの古典的含意のどれを採用するかで, その後の展開が異なる点に注意する.

表 1: Truth-Table for Implication

$P, Q$	Kleene	Q-I	R-I
	$\neg P \vee Q$	$(P \wedge Q) \vee \neg P$	$\bigvee \{d   p * d \leq q\}$
$p \leq q$	1	1	1
$p > q$	0	0	0

### 3.2 R-含意

Residual Implications は次のクリスプ集合論における恒等式に由来する.  $F, G, H$  を全体集合  $Z$  の部分集合,  $F'$  で  $F$  の補集合を表すものとする,

$$F' \cup G = \bigcup \{H \subseteq Z | F \cap H \subseteq G\}. \quad (1)$$

上式 (1) の一般化により,

定義2. ある t-norm,  $T$ , での R-含意の真理値は次式による.

$$I(p, q)_{P \rightarrow Q} = \sup \{d \in [0, 1] | T(p, d) \leq q\} \quad (2)$$

ただし, ここでは,  $p$  はファジィ含意の前件部命題の,  $q$  は後件部命題の数値真理値である.



## 4. Generalized Modus Ponens

### 4.1 推論の合成則

「 $U$  と  $V$  の関係は  $R$  である」ことを

$$(U, V) \text{ is } R$$

と書く。ただし、 $R$  の決め方はいろいろで、 $R_{A \rightarrow B}$  と書かれていても、まだ、いろいろある。含意の定義もいろいろあるし、ときには  $R_{A \times B}$  (Cartesian Product) の場合もあることに留意する。

以下では、「ファジィ関係に基づく推論」について簡単に述べる。2.1 節の記号に基づいて、 $R$  は  $A_1$  と  $B_1$  から作られる  $X \times Y$  上のファジィ関係、 $A_2$  を  $X$  上のファジィ集合とする。

ファジィな結論、 $Y$  上の  $B_2$  を導く方法は円筒拡張と射影を用いて以下の手順にしたがう。

1.  $A_2$  の円筒拡張,  $c(A_2) = A_2 \times Y$  を求める,
2.  $D = c(A_2) \cap R$  を算出する,
3.  $B_2 = Proj [D; Y]$  より,  $Y$  上にファジィ集合  $B_2$  を引き出す。

3つの手順をまとめて,

$$B_2 = ((A_2 \times Y) \cap R)_Y$$

メンバーシップ関数値を用いると以下のようなになる。

$$\forall y \in Y : B_2(y) = \bigvee_x \{A_2(x) \wedge R(x, y)\}$$

上式は *Compositional Rule of Inference* と言われ、最も良く使われているものである。

ただし、述べたように、ファジィ関係をどのように求めるか、また、手順2.での $\cap$ をどのような演算で定義するかで様々な推論式が導出される。

ファジィ関係を以下の3通りで定めたとき、推論結果にどのような違いが出るかを、ここでは証明なしに結果のみ簡単に述べておく。前件部の成立度がある正の数するとき、

1. (Q-含意)  $R = \neg A \vee B$  のとき：梯子作り,
2. (R-含意)  $R = \bigvee \{d | a * d \leq b\}$  のとき：天井作り
3. (直積)  $R = A \times B$  で定めたとき：頭切りとなる。

また、前件部成立度が0, すなわち、完全に不成立のとき、

1. Q-含意では後件部のファジィ集合が,
  2. R-含意では全体集合が,
  3. 直積では空集合が,
- 推論結果となる。

### 4.2 GMP の真理値空間での表現

ファジィ言明を用いた GMP は図1のように表わされる。

$$\frac{P_1 \rightarrow Q_1 \quad P_2}{Q_2}$$

図 1: *general modus ponens*

推論問題は、結論部  $Q_2$  におけるファジィ集合  $B_2$  を求めることである。

今、事実に関するファジィな情報  $P_2 = "U \text{ is } A_2"$  を受けたときの、 $"U = x"$  の相対的真理値を

$$A_2(x) = p(x), \quad \forall x \in X$$

とおく。図1のGMPは  $x \in X$  と  $y \in Y$  でのすべての要素について、図2のように分解して考えることができ、いわゆる真理値空間における表現になる。

$$\frac{\begin{array}{l} "U = x" \rightarrow "V = y" \text{ is } r(a(x), b(y)) \\ "U = x" \text{ is } p(x) \end{array}}{"V \text{ is } y" \text{ is } q(y)}$$

図 2: *GMP in NTV's Space*

図2では、右側のNTVの部分を除いて、古典的モダスポーネンスと同じである。ただし、 $r$  と  $p$  は通常の数値真理値だが、 $q$  は一般に区間値となることに注意する。

Eq.(2)で、t-normとして *logical product*, *algebraic product* および *bounded product* を採用すると、順に *Gödel*, *Gouguen* および *Lukasiewicz* による含意の定義を得る。

さて、以下では簡単に  $T_s(u, v) = u * v$  と表す. R-含意により規定されるファジィ関係は

$\forall x \in X, \forall y \in Y$  について,

$$R_{A_1 \rightarrow B_1}(x, y) = r(a(x), b(y)).$$

ここで, Eq.(2) を以下のように書き直す.

$$r(a(x), b(y)) = \sup \{d \in [0, 1] \mid a(x) * d \leq b(y)\}. \quad (3)$$

### 4.3 R-含意に基づく推論

2 値論理の *modus ponens* はつぎのように読まれる,

$$“(P \rightarrow Q \text{ and } P) \rightarrow Q” = \text{tautology}.$$

同様に, 図 1 の GMP を以下のように読む.

$$“(P_1 \rightarrow Q_1) \text{ and } P_2 \rightarrow Q_2” = \text{tautology} \quad (4)$$

結論部の  $B_2(y)$  を  $q(y)$  とし, R-含意の定義を Eq.(4)

に適用すると次式を得る.

$$\bigvee \{d \mid (r(a(x), b(y)) * p(x)) * d \leq q(y)\} = 1 \quad (5)$$

明らかに,  $d = 1$  故, (T1)(境界条件) より次の不等式を得る;

$$r(a(x), b(y)) * p(x) \leq q(y) \leq 1$$

さて,  $\{p(x) \mid x \in X\}$  による  $y \in Y$  での  $q(y)$  の値は  $\sup$   $*$  合成により求めることができる.

$$q(y) = \sup_x \{p(x) * r(a(x), b(y))\} \quad (6)$$

ただし, ここでの  $q(y)$  は区間真理値の下限值<sup>1</sup>である.

Eq.(6) はより分かり易く以下のように表される.

$$B_2(y) = \sup_x T(A_2(x), I_R(A_1(x), B_1(y))) \quad (7)$$

結論のファジィ集合  $B_2$  は以下のように表すことができる.

$$B_2 = \int_Y \frac{B_2(y)}{y} \quad (8)$$

<sup>1</sup>Entailment Principle とは “ $G \supseteq F$ ” かつ “ $Y \text{ is } F$ ” が正しいければ, “ $Y \text{ is } G$ ” は正しいことを主張する. したがって, もっとも *informative* なファジィ集合は, 解として得るすべてのファジィ集合に包含されるものである.

### 5. GMP の規範的条件

$$(GMP1): \forall A_2 \in \mathcal{F}(X) \quad B_1 \subseteq B_2$$

$$(GMP2): “A_2 = A_1” \rightarrow “B_2 = B_1”$$

$$(GMP3): “A_2 = \bar{A}_1” \rightarrow “B_2 = Y”.$$

$$(GMP4): A_2 \subseteq A'_2 \rightarrow B_2 \subseteq B'_2$$

$$(GMP5): \text{Contraposition}.$$

すべての t-norm について, Eq.(7) は (GMP2)~(GMP4) を満たすことは容易に証明されるが, (GMP1) と (GMP5) に関しては一般の t-norm では満たさないものがある. ただし, 限界積を採用したときには5つの条件はすべて満たされる. この場合の証明を (GMP5) については次節で, (GMP1) についてはさらに次の節で述べる.

さて, 前述の3つのファジィ関係の規定と上記の規範的ルールについての比較を表2に示す. ただし, 表2の中の C.P. は Cartesian Product(直積)の略である.

表 2: Comparison : Normative Rules

	R-I	Q-I	C.P.
$\forall A_2 : B_2 \supseteq B_1$	ok	ok	x
$A_2 \subseteq A_1 \rightarrow B_2 = B_1$	ok	x	ok
$A_2 = \neg A_1 \rightarrow B_2 = Y$	ok	ok	x
$A_2 \supset A_1 \rightarrow B_2 \supset B_1$	ok	x	x

### 6. R-含意についての考察

t-norm,  $T$ , として限界積を採用したとき, 以下の2つの R-含意の真理値は等価になる.

$$I_{A_1 \rightarrow B_1}(x, y) = \sup \{d \mid a(x) * d \leq b(y)\} \quad (9)$$

$$I_{\bar{B}_1 \rightarrow \bar{A}_1}(x, y) = \sup \{c \mid (1 - b(y)) * c \leq 1 - a(x)\} \quad (10)$$

(証明)  $*$  が限界積のとき

$a \leq b$  のきは  $1 - b \leq 1 - a$  なので, 含意の数値真理値は両者ともに常に1である.

他方,  $a > b$  のとき,

$$d^* = \arg(a * d = b), \quad c^* = \arg((1 - b) * c = (1 - a))$$

より,

$$d^* = c^* (= 1 - a + b)$$

となる.

7. 基本式の導出

ある  $y \in Y$  について、 $X$  の partition として、 $E$  と  $E'$  を以下で定める、

$$E = \{x \mid a(x) \leq b(y)\}, \quad E' = \{x \mid a(x) > b(y)\}.$$

このとき、R-含意の真理値  $r$  は

$$r = \begin{cases} 1, & x \in E \\ \text{arg}(a(x) * r(x, y) = b(y)), & x \in E' \end{cases}$$

Incoming Fact は正規のファジィ集合なので、空でない集合  $F \subseteq X$  がある、

$$F = \{x \mid p(x) = 1\}.$$

$$E \cap F \neq \emptyset \quad \text{のとき} \quad q(y) = 1. \quad (11)$$

他方、

$$E \cap F = \emptyset$$

の場合には以下を得る。

$$\begin{aligned} \sup_{x \in E'} T(p(x), r) &= \sup_{x \in E'} T(1, r) \\ &= r \end{aligned} \quad (12)$$

また、 $x \in E'$  について、ある  $y$  で次式を満たす  $r$  がある、

$$b(y) = T(a(x), r) \quad (\leq (a(x) \wedge r)).$$

したがって、すべての t-norm に対して、

$$r \geq b(y) \quad (13)$$

すなわち、 $\forall y \in Y$  について、

$$q(y) \geq b(y). \quad (14)$$

かくて、 $\forall A_2 \in \mathcal{F}(X)$  について、

$$B_1 \subseteq B_2.$$

(GMP の規範的条件 (GMP1)).

さて、 $G$  をつぎのような  $X$  の部分集合とする。

$$G = F \cap E = \{x \mid p(x) = 1, a(x) \leq b(y)\}.$$

sup-\* 合成による点  $y \in Y$  での解は Eq.(6) より以下ようになる。

$$\forall y \in Y \text{ について、}$$

$$B_2(y) = B_1(y) \vee A_2(A_1^{-1}(B_1(y)) \vee \chi_G(x, y)) \quad (15)$$

ただし、 $\chi_G(x, y)$  はクリスプ集合  $G$  の特性関数である。いま、

$$x^* = \text{arg}(A_1(x) = B_1(y)).$$

とおくと、Eq.(15) は次のように簡単に書ける。

$\forall y \in Y$  について、

$$B_2(y) = B_1(y) \vee A_2(x^*) \vee \chi_G(x, y) \quad (16)$$

上式が (GMP2)~(GMP4) を満たすことを示すのは容易である。

GMT の場合についても、GMP とほぼ同じ議論ができる。結論における  $\bar{p}(x)$  は区間値であるが、その下限値は次式で決定される。 $*$  = bounded product の場合についてのみ示す。

$\forall x \in X$  について、

$$\bar{p}(x) = \sup_y f(\bar{q}(y) - f(a(x) - b(y))) \quad (17)$$

ただし、 $\bar{p}(x) = 1 - p(x)$ ,  $\bar{q}(x) = 1 - q(x)$ .

Eq.(17) における  $\bar{p}(x)$  から作られるファジィ集合はもともと *informative* ものとなっている。ただし、上式で  $f$  は 0 と 1 とでそれぞれ下限、上限となる飽和を表す関数である。

8. 数値例

さて、数値例としては分かり易く、有限集合の場合について考える。この場合のファジィ推論の式を導出しておこう。(連続の場合の数値例は、[22] を参照。)

まず、 $X$  と  $Y$  を以下で定める。

$$X = \{x_i \mid i = 1, \dots, m\}$$

$$Y = \{y_j \mid j = 1, \dots, n\}.$$

$X$  と  $Y$  上のファジィ集合はそれぞれ  $A_k$  と  $B_k$  とする、ただし、 $k = 1, 2$ . メンバーシップ関数値は以下のように書く、

$$\begin{aligned} a_i &= \mu_{A_1}(x_i) & (i = 1, \dots, m) \\ b_j &= \mu_{B_1}(y_j) & (j = 1, \dots, n). \end{aligned}$$

$\mathbf{A}_1$  ( $\mathbf{B}_1$ ) で  $a_i$ 's ( $b_j$ 's) 要素からなる  $m$  ( $n$ ) 次元列ベクトルを表すことにする。

このとき、ファジィ推論は次式にしたがう。

$$q_j = \bigvee_i f(p_i - f(a_i - b_j)) \quad (j = 1, \dots, n) \quad (18)$$

例題として、ここでは政治学者 E.N.Muller の研究における事例を用いることにする。([11])

ある政治的目標について「積極的に参加する」を  $A_1$ (positive participation), 「その目標に大いに賛成」を  $B_1$ (much agreement) とおく。

$$A_1 \rightarrow B_1.$$

しかし、積極的に参加といっても、たとえば一日に平均何時間そのことにかかわるかということまで考慮するとファジィ集合で表せる。また、大いに賛成についても同様である。この費やす時間を小さいものから順番に量子化して前者については  $\{x_1, x_2, x_3, x_4\}$  後者については  $\{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5\}$  としよう。

通常ファジィ集合の表記法に従って  $A_1 =$  「積極的行動」と  $B_1 =$  「大いに賛成」を以下のように定める；

$$“A_1” = 0/x_1 + 0.25/x_2 + 0.75/x_3 + 1/x_4$$

$$“B_1” = 0/y_1 + 0.2/y_2 + 0.5/y_3 + 0.8/y_4 + 1/y_5$$

この場合の含意を正確に述べると、

「積極的参加行動」は「大いに賛成」を意味する、または、 $A_1$  implies  $B_1$ . であるが、「参加しない」は必ずしも「反対」を意味しない。

上のファジィ集合を列ベクトルにより以下のように表す。

$$\mathbf{A}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0.25 \\ 0.75 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \mathbf{B}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0.2 \\ 0.5 \\ 0.8 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (19)$$

ファジィ関係は  $\mathbf{A}_1 \mathbf{B}_1^t$  で計算される、ただし、ここでは *and-operation* として *bounded product* を用いる。

$$R_{A_1 \rightarrow B_1} = \begin{matrix} & y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & y_5 \\ x_1 & \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \\ x_2 & \begin{pmatrix} 0.75 & 0.95 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \\ x_3 & \begin{pmatrix} 0.25 & 0.45 & 0.75 & 1 & 1 \end{pmatrix} \\ x_4 & \begin{pmatrix} 0 & 0.2 & 0.5 & 0.8 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

使用する式は推論の合成則 (*sup-\* compositions*) による。GMP については、

$$\mathbf{B}_2^t = \mathbf{A}_2^t \circ R_{A_1 \rightarrow B_1} \quad (20)$$

GMT については以下のものである。

$$\mathbf{A}_2 = R_{A_1 \rightarrow B_1} \circ \mathbf{B}_2 \quad (21)$$

以下の7つの Incoming Fact(左側) に対する結論を: の (右側) に示す。

1.  $A_2 = A_1 : B_2 = B_1$
2.  $\mathbf{A}_2^t = (1, 0.75, 0.25, 0) : \mathbf{B}_2^t = (1, 1, 1, 1, 1)$
3.  $\mathbf{A}_2^t = (0, 0.06, 0.56, 1) : \mathbf{B}_2^t = (0, 0.2, 0.5, 0.8, 1)$
4.  $\mathbf{A}_2^t = (0, 0, 0, 1) : \mathbf{B}_2^t = (0, 0.2, 0.5, 0.8, 1)$
5.  $\mathbf{A}_2^t = (0, 0.5, 0.87, 1) :$   
 $\mathbf{B}_2^t = (0.05, 0.25, 0.55, 0.8, 1)$
6.  $B_2 =$  “反対” :  $A_2 =$  “不参加”
7.  $B_2 =$  “賛成” :  $A_2 =$  “unknown”

上の各項目についてコメントをしておこう。

[1] は *fuzzy modus ponens* が成立していることを示す。

[2] は “参加しない” のファクトについては賛成かどうかについては結論なし、を示す例である。

[3] は 非常に積極的 のファクトについては単に元の 大いに賛成が推論結果となる。

[4] はファクトが「ウルトラ積極的」であっても、単に元の「大いに賛成」が推論結果となる。 [3] [4] は (GMP1) が成立していること示している。

[5] はファクトが「やや積極的」のとき、推論結果は「まあ賛成」となることを示す。あいまいさが増える方向では結論部分のあいまいさも増える方向で反応することを物語っている。(GMP4) が成立している。

[6] は *fuzzy modus tollens* が成立していることを示す。(GMP5)

[7] は逆は言えないことを物語っている。

上の例は、本推論方法が常識的な思案のプロセスをうまく掬い取っていることを示している。Muller の 499 名の被験者による実験では、Lukasiewicz の含意の定義がもっともよくフィットすることが報告されている。(このことについてのより詳しい実験内容については、Smithson の著書 [11] に見られる。)

9. いくつかの問題点

最後に2点だけ再確認しておこう。

9.1 含意関係と比例関係

たとえば, “the more, the fuzzier”, あるいは, “if a tomato is red then the tomato is ripe” といった言明を扱うときには,  $A_2^2$  に対して推論結果が  $B_1^2$  に到達するのはさほど不自然ではない。このことは, 2つの事柄の間に比例性があると思われるからである。しかし, たとえば本稿で扱った「行動」と「賛意」の間には含意関係はあっても比例関係はない。そして, ぎりぎりまで関係のあり方を追求した後で作成された含意の関係を使った GMP においては,  $A_2^2$  に対して推論結果が  $B_1^2$  に到達するのは闇の世界の推論として妥当ではないのである。言い換えれば, If~ Then ルールにおける後件部より特定性の強い結論を期待できないし, してはいけないのである。逆に, 前件部よりあいまいなファクト入力に対しては, そのあいまいさを結論部に活かすのがファジィ推論にふさわしい慎重さというべきである。

9.2 入力空間の分割

もう1点は, ファジィ制御でよく使われる「多重 If ~ Then ルールを使ったファジィ推論」についてである。その論理的整合性ないし近似性について大事なことなので以下にやや詳しく述べる。

*if U is A then V is B* というファジィ言明はしばしば以下のように定義される。

$$(U, V) \text{ is } A \times B \text{ (ファジィ集合の直積)}$$

このファジィ関係は, ファジィ制御の文脈で言うと FC の入力  $U$  とその出力  $V$  の入出力関係の強さを表していると解釈するのが妥当である。それは基本的に and 演算 ( $c(A) \cap c(B)$ ) である。多重ファジィ推論ではこれが用いられ, 歴史的にはこれでうまくいく例が多い。そしてそれは内挿補間技術であると言われたりもするが, ファジィ制御技術の主流になってきた。

現実的, 実践的かつ歴史的に機能しているものには論理性があるはずだ, という観点からこのことについてコメントをしておきたい。

つぎの多重 If ~ Then ルールで使用されるファジィ関係;

$$R = \bigcup_i (A_i \times B_i)$$

を含意 (Q-Implication) の立場から見てみよう。

2値論理で以下の表現はすべて含意と同じ真理値表になることを述べた。

$$A \rightarrow B = \neg A \vee B = (A \wedge B) \vee (\neg A \wedge Y)$$

この右端の式に注目する。

「多重 If ~ Then ルール」は一般に以下のように表すことができる。

$$\text{If } A_1 \text{ then } B_1 \text{ else (if } A_2 \text{ then } B_2 \text{ else (...else (if } A_n \text{ then } B_n \text{ else } Y)\text{)...)}$$

上で最後の else の後には  $\bigcup_i \overline{A_i}$  が成立すること, すなわち, すべてのルールの前件部が不成立であることを意味し, このときの後件部は  $Y$  とする。

このような場合がないように,  $(\bigcup_i A_i)$  で入力空間を張れば, それはそれぞれのルールを直積で定義しそれらの合併をもって, 関係  $R$  としたのとほぼ同じになる。したがって, 直積の合併が Q-含意で誘導したものの近似となっている。このことは含意とみなした場合に注意しなければならない点である。もしも入力空間を張り損ない,  $X$  の疎な部分に Incoming Fact が来た場合, 結論が 1 (Q-含意) ではなくて, 0 (直積) になってしまうことに注意する必要がある。ここで, 1 は unknown を, 0 は否定を意味する。したがって, このようなファジィ制御が単調性を満たさないことがあるのも当然で, このことを避けるための内挿補間技術の適用をしたくなるのも当然と言える。

要するに, 多重ファジィ推論では入力空間をうまく張れば含意として定義しても大きな差は出ない, ということである。ただし, 単一の If~Then ルールによる推論については「含意」と「直積」とでは全く別物と考えておく必要がある。

10. おわりに

上のことに関連して, もう一点留意したいことがある。見たように, 入力空間の分割を意識しながらの展開は, グローバルな知識の利用であり, 菅野 ([12]) が指摘しているファジィ制御の特徴である「言語的, 論理的, 局所的」の中で, 局所的知識の利用ということには



ならないような気がする。else=or でつながれた多重ルールはむしろひとつのグローバルな知識と解釈できる。しかし、超局所的な知識利用の場合には各ルールはほとんど独立であると考えられる。したがって、各ルールから得る結論は and 的合流で結合されるべきである。その際、Q-含意や R-含意の使用が効いてくるわけで、本稿はこのことを主張するものでもある。

本稿では、R-含意に基づくファジィ推論では t-norm として、bounded product による sup-\* 合成が規範条件を満たす推論方式になることを述べた。また、GMT との対称性についても t-norm としては限界積によるものが無難であることを示した。

#### 参考文献

- [1] R.E. Bellman and L.A. Zadeh, "Decision-Making in a fuzzy environment", *Management Sciences*, 17, B-141-164 (1970)
- [2] L.A. Zadeh, "Fuzzy logic and approximate reasoning", *it Synthese*, 30, pp426-428 (1975)
- [3] L.A. Zadeh, "The concept of linguistic variable and its application to approximate reasoning Part 1,2,3", *Information Sciences*, Vol.8,9 (1975, 1976)
- [4] Y.Tsukamoto, "Fuzzy logic based on Lukasiewicz logic and its applications to diagnosis and control", Doctoral dissertation, TIT (1979)
- [5] J.F. Baldwin, "A new approach to approximate reasoning using a fuzzy logic", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.2 (1979)
- [6] D. Dubois and H. Prade, *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications*, Academic Press (1980)
- [7] S.Fukami, M.Mizumoto and K.Tanaka, "Some considerations on fuzzy conditional reasoning", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.4, 243-273 (1980)
- [8] M. Mizumoto and H.J. Zimmermann, "Comparison of fuzzy reasoning methods", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.8, pp253-283 (1982)
- [9] 塚本弥八郎, あいまい推論, 計測と制御, 計測自動制御学会, Vol.22, No.1, pp139-145 (1983)
- [10] 寺野寿郎, システム工学入門, 共立出版 (1985)
- [11] M. Smithson, *Fuzzy set analysis for behavioral and social sciences*, Springer (1986)
- [12] 菅野道夫, ファジィ制御, 日刊工業新聞社 (1988)
- [13] 塚本弥八郎, ファジィ推論 (3), 日本ファジィ学会誌, Vol.4, No.4, pp.88-96 (1992)
- [14] 向殿政男, ファジィ論理, (講座ファジィ第4巻, 日本ファジィ学会編), 日刊工業新聞社 (1993)
- [15] 田中一男, アドバンストファジィ制御—ファジィ制御の新たな展開—, 共立出版 (1994)
- [16] Y.Tsukamoto, "Some Issues in Reasoning in Fuzzy Control: Principle, Practice and Perspective", *IEEE, Proc. of 6th International Conference on Tools with Artificial Intelligence*, New Orleans, pp192-196 (1994)
- [17] E.P. Klement, "Some mathematical aspects of fuzzy sets: Triangular norms, fuzzy logics, and generalized measures", *Fuzzy Sets and Systems*, Vol.90, No.2, (1997)
- [18] 塚本弥八郎, ファジィ情報論, 大学教育出版 (2004)
- [19] M. Baczynski and B. Jayaram, *Fuzzy Implications*, *Studies in Fuzziness and Soft Computing*, Springer (2008)
- [20] Y.Tsukamoto, "A normative approach to fuzzy logic reasoning using residual implications", *J. of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, Vol.13, No.3, pp262-267 (2008)
- [21] R.R.Yager, "Comparing approximate reasoning and probabilistic reasoning using Dempster-Shafer framework", *International J. of Approximate Reasoning*, 50, pp812-821, (2009)
- [22] Y. Tsukamoto, "A study on fuzzy logic reasoning with residual implication and Frank's t-norm", 2009 IEEE International Conf. on Fuzzy Systems, Jeju Island, in Proc. CD-ROM (2009)
- [23] <http://www.j-soft.org/db/appli.html>

(原稿受理日 平成 21 年 9 月 18 日)

# 非平衡大気圧プラズマを用いたミドリカビ殺菌メカニズムに関する研究

伊藤昌文<sup>1)</sup>

## Study on inactivation mechanism of *Penicillium digitatum* using non-equilibrium atmospheric pressure plasma

Masafumi Ito<sup>1)</sup>

### Abstract

Inactivation mechanism of spores of *Penicillium digitatum* using non-equilibrium atmospheric pressure plasma was investigated. The absolute density of  $O_3$  was measured by ultraviolet absorption spectroscopy and  $O_3$  density was from 2 to 8 ppm. The contribution of UV and  $O_3$  to the inactivation concluded to be small. The inactivation was enhanced by  $O_2$  gas addition. The emission intensity and the inactivation at a distance of 30 mm from the electrodes increased with the  $O_2$  gas flow rate. It indicated that O-related radicals are important species for the inactivation of spores of *Penicillium digitatum*.

### 1. はじめに

農業現場や輸入作物の検疫所では、病害虫を防止するために、強力な殺菌剤である臭化メチル ( $CH_3Br$ ) を用いて薫蒸処理が行われてきた。しかし、臭化メチルはオゾン層破壊係数が 0.6 と高く、「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」により、2005 年での使用全廃が取り決められた。しかしながら、有効な殺菌代替手法がないため暫定的に使用が容認され、全廃には至っていない。従来殺菌手法として、加熱や薬剤による処理が知られている。しかしながら、加熱処理ではタンパク質の変性により味が低下すること、薬剤処理では残留する薬品の毒性が問題となる。

本研究では非平衡大気圧プラズマというガス温度は室温程度となる大気圧下でのプラズマを用い、環境や人体と作物等にも影響が少ない殺菌手法の確立を目指している。プラズマによる殺菌要因として、紫外線照射による DNA 損傷や、 $O_3$  や  $O$  及び  $OH$  ラジカルによる細胞膜の酸化分解が知られている<sup>1)2)</sup>。

本研究では、非平衡大気圧プラズマを用いて殺菌が特に困難であるカンキツミドリカビ病菌 (*Penicillium digitatum*) の胞子の殺菌を行い、紫外線の効果、 $O_3$  による殺菌、 $O_2$  ガス添加効果について調べた。また発光分光法による紫外線スペクトル測定、紫外吸収分光法を用いた  $O_3$  濃度測定から、殺菌のメカニズムを検討した。

### 2. 非平衡大気圧プラズマの生成と殺菌

本研究で用いたプラズマ源は、6 [kV] の交流電圧を印加した 2 つの電極間に Ar ガスを 3 [L/min] を流すことにより、大気圧中に非平衡の低温プラズマを生成する。プラズマ源の大きさは、直径 20 [mm]、高さ 50 [mm] と小型である。本非平衡大気圧プラズマの電子密度は  $10^{15}$  [ $cm^{-3}$ ] 程度であり、高密度なプラズマが得られる<sup>3)</sup>。一般的な大気圧プラズマ源である誘電体バリヤ放電方式ではプラズマ密度が  $10^{14}$  [ $cm^{-3}$ ] 程度であり、それよりも 1 桁程度密度が高い。大気圧プラズマでは大気中の  $O_2$  や水蒸気により  $O_3$  や  $O$ ,  $OH$  ラジカルなどを生成し、これらが殺菌に寄与すると考えられている。電子密度が高いプラズマからは多量の  $O_3$  や  $O$ ,  $OH$  ラジカルが生成されるため、高速な殺菌効果が期待できる。

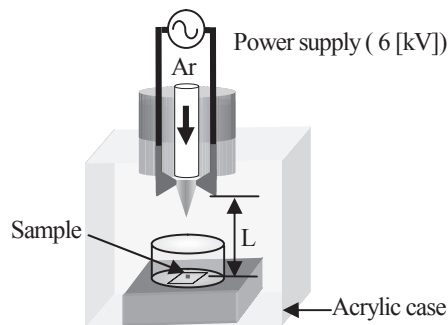


Fig. 1 Experimental setup for plasma inactivation.

1)電気電子工学科

1)Department of Electrical and Electronic Engineering



殺菌対象には、カンキツミドリカビ病の病原菌であるカンキツミドリカビ病菌 (*Penicillium digitatum*) の胞子を用いた。*P. digitatum* は細胞壁があるため、細胞膜の酸化分解が起こりにくい。また、細胞壁により紫外線が減衰されるため、細胞壁がない菌類よりも紫外線殺菌が困難である<sup>4)</sup>。胞子は生物活性上では休眠状態となり、過酷な条件下で生存可能なように特殊化しているため、環境から受ける影響が少なく、菌糸など他の細胞と比較して殺菌されにくい。

サンプルには *P. digitatum* 胞子を培地やカバーガラス上に配置したものを用いた。サンプル作成方法を説明する。はじめに、ポテトデキストロース寒天培地上に *P. digitatum* を培養し、胞子が生成された培地から単胞子分離して胞子のみを取り出す。取り出した胞子に滅菌水を加え、均一になるよう攪拌して胞子の懸濁液を作成した。作成した懸濁液を培地やカバーガラス上に塗布して乾燥させ、乾燥後のサンプルをFig.1 のようにプラズマ源の電極下に配置しプラズマ照射を行った。熱殺菌の可能性を除去するため、プラズマ源電極から 10 [mm] 以上離れた位置にサンプルを配置し、菌の表面温度が 60 [°C] 以下になるようにした。

次に、培地上に胞子の懸濁液 0.5 [μl] を塗布して乾燥させ、プラズマ源の電極下 10 [mm] の位置に配置し、プラズマ照射を 3 [min] 行った。照射後のサンプルは 25 [°C] に設定された培養棚で 72 時間培養した。Fig.2 (a) はプラズマ照射を行わずに培養したサンプル、Fig.2 (b) はプラズマ照射を行って培養したサンプルである。Fig.2 (a) では菌の成長が見られたが、Fig.2 (b)では確認されなかった。この結果から、本非平衡大気圧プラズマにより *P. digitatum* が殺菌可能なことを確認した。

プラズマ電極下部からの距離 (L) が 10, 20, 30 [mm] となるように *P. digitatum* 胞子を配置し、殺菌効果の照射距離依存性について調べた。サンプルには、*P. digitatum* 胞子の懸濁液をカバーガラス上に塗布し、乾燥させたものを用いた。

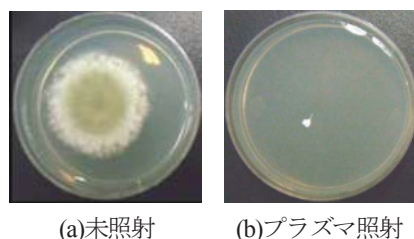


Fig. 2 Inactivation by plasma exposure.

プラズマ照射による殺菌効果は、コロニーカウント法により評価した。以下のような手順でコロニー

カウント法を行った。照射後のサンプルに再び滅菌水を加えて攪拌し、培地上に塗り広げる。これを 25 [°C] に設定された培養棚で 72 時間培養すると、培地上にコロニー (集落) が形成される。1 つの生菌からは、コロニーが 1 つ形成されるため、培養後のコロニーを計数し、比較することで殺菌効果を評価できる。また、コロニー数から、殺菌を評価する指標である D 値を計算した。D 値は生菌数が 90 [%] 減少するのに要する時間のことであり、式(1)で与えられる。

$$D = -\log\left(\frac{m}{N}\right) = kCT \quad (1)$$

式(1)において、m はプラズマ照射後の生菌数、N は未照射サンプルの生菌数、k は速度定数、C は O<sub>3</sub> やラジカルなどの密度あるいは紫外線の照射量を表し、T は照射時間を表している。

Fig. 3 に、プラズマ照射距離 (L) が 10, 20, 30 [mm] の場合における生菌数の時間変化を示す。縦軸は懸濁液 1 [ml] あたりから形成されるコロニー数を示す。グラフから求めた殺菌曲線により算出した D 値を Table 3 に示す。L を 10, 20, 30 [mm] と増加させたところ、D 値が大きくなった。10 [mm] と 30 [mm] を比較すると、殺菌速度に 10 倍程度の差が生じることがわかった。

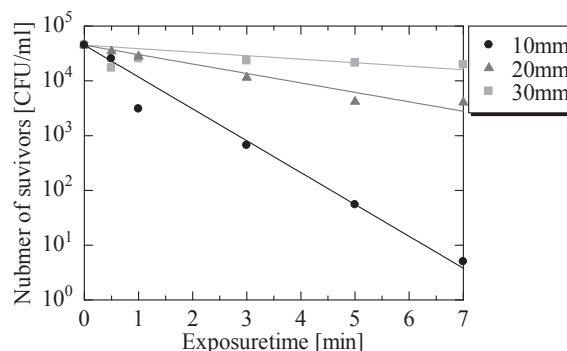


Fig. 3 Number of survivors as a function of the distance between sample and electrodes (L).

Table 3 D value as a function of L.

L [mm]	D value [min]
10	1.7
20	5.8
30	15.6

### 3. 殺菌メカニズムの検討

プラズマによる殺菌要因として、紫外線,  $O_3$ ,  $O$  ラジカル,  $OH$  ラジカルなどが考えられている。*P. digitatum* の殺菌メカニズムを明らかにするため、紫外線殺菌,  $O_3$  殺菌,  $O_2$  ガス添加効果などの殺菌実験を行った。

#### 3.1 紫外線による殺菌効果

細胞に 250 ~ 270 [nm] の領域の紫外線を照射すると、細胞内の DNA の 2 重鎖が破壊され、タンパク質や酵素を生成する生合性機能の阻害が起こり、殺菌されることが知られている。*P. digitatum* は多量の紫外線が照射されると殺菌されるが、細胞壁の作用により紫外線が減衰され、胞子が重なったりすると紫外線殺菌は困難となる<sup>4)</sup>。

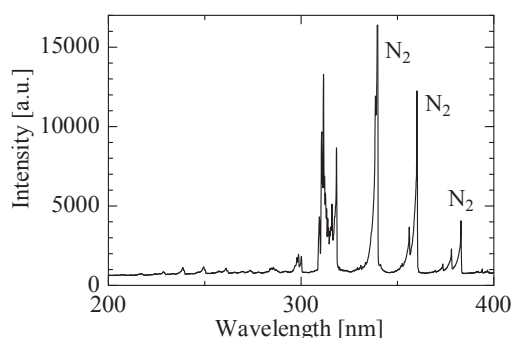


Fig. 4. Emission spectra on ultraviolet region observed from non-equilibrium atmospheric pressure plasma.

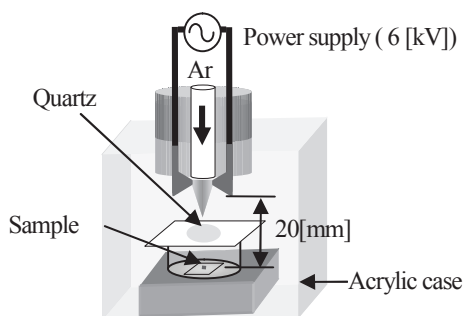


Fig. 5. Experimental setup for sterilization by ultraviolet light.

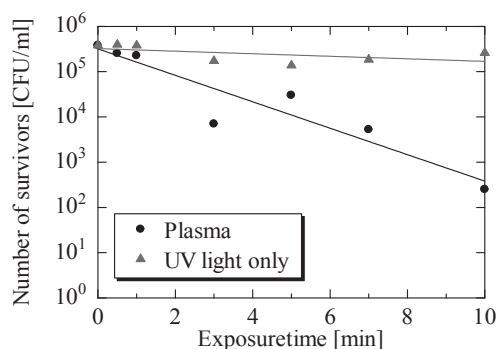


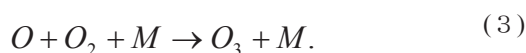
Fig. 6. Sterilization by plasma UV light (L=20[mm]).

非平衡大気圧プラズマから発生する紫外領域のスペクトル (200 ~ 400[nm]) を測定した結果を Fig.4 に示す。200 ~ 300 [nm] の紫外域の発光は、300 [nm] 以上に存在する  $N_2$  の発光と比較して非常に小さいことがわかった。

非平衡大気圧プラズマから発生する紫外線による殺菌効果を評価した。図 5 のようにプラズマ電極下部 L = 20 [mm] に *P. digitatum* 胞子を配置し、プラズマの光のみを石英板を透過させて照射実験を行った。照射後の胞子を培養して評価した結果を Fig.6 に示す。Fig. 6 から殺菌曲線を求め D 値を計算したところ、紫外線のみでは 26.2 [min] となり、プラズマ照射 L = 20 [mm] の場合の D 値 (5.8[min]) より大きくなった。*P. digitatum* の殺菌において紫外線の関与は非常に少ないことがわかった。このことから *P. digitatum* の殺菌は  $O_3$  や  $O$ ,  $OH$  ラジカルなどによる可能性が高いことがわかった。

#### 3.2 $O_3$ による殺菌効果

大気中の  $O_2$  とプラズマの反応により、 $O_3$  や  $O$  ラジカルが生成されることが知られている。式(2)に示すように、プラズマ中の電子と  $O_2$  が衝突すると解離が起こり、 $O$  ラジカルが生成される。また式(3)より、 $O$  ラジカルと  $O_2$  と気体分子の 3 体間の反応から、 $O_3$  が生成される。本研究の非平衡大気圧プラズマにおいても、大気中の  $O_2$  が解離し、 $O_3$  や  $O$  ラジカルが生成されていると考えられる<sup>5)</sup>。



e は電子, M は気体分子を表す。

大気中のO<sub>2</sub> とプラズマの反応を調べるため、発光分光法を用いて非平衡大気圧プラズマの 750 ~ 790 [nm] の発光スペクトルを観察した結果をFig. 7 に示す。Fig. 7 の発光スペクトルにはO(777[nm]) の発光が確認された。

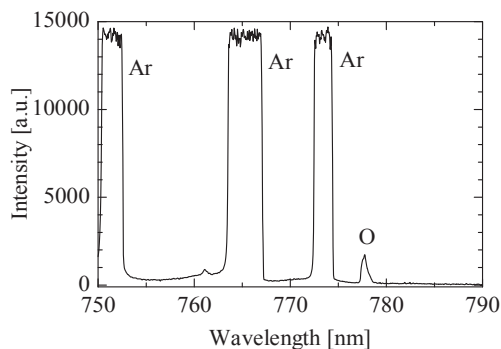


Fig. 7 Emission spectra of O atom observed from non-equilibrium atmospheric pressure plasma.

次に非平衡大気圧プラズマから生成される O<sub>3</sub> の密度を紫外吸収分光法により測定した。紫外吸収分光法の光学系を Fig. 8 に示す。O<sub>3</sub> は 254 [nm] に最大吸収波長を有し、その吸収断面積は  $1.15 \times 10^{-17}$  [cm<sup>2</sup>] である。光源には重水素ランプを使用した。光源からの光は、ピンホール、チョッパーを通過し、凸レンズによりプラズマ下部に配置された合成石英の吸収セル内に集光される。吸収セルを透過した光は、凸レンズを介してモノクロメータに集光され、測光される。凸レンズには、直径 30mm, 焦点距離 50[mm] の合成石英吸両凸レンズを用いた。吸収長を一定にするためにプラズマ下部に石英セルを配置し、吸収長を 10 [mm] とした。ピンホールは迷光を除去するため、チョッパーは、吸光分光法においてプラズマ発光の影響を除去するために用いた。Fig. 9 に O<sub>3</sub> 濃度の非平衡大気圧プラズマの電極とサンプル間の距離 (L= 10 ~ 30[mm]) 依存性を示す。O<sub>3</sub> の発生量は距離の増加に伴い多くなり、2 ~ 8 [ppm] 程度であることがわかった。

O<sub>3</sub> 発生量が 600[ppm]と高濃度のオゾンナイザーを用いて O<sub>3</sub> による P. digitatum 胞子の殺菌効果を検証した (Fig. 10). オゾンナイザーによる D 値は 6.1 [min] となり、非平衡大気圧プラズマ (L = 10[mm]) における D 値 1.7 [min] よりも時間がかかることがわかった。このことから高濃度の O<sub>3</sub> を発生させるオゾンナイザーと比較して、非平衡大気圧プラズマの殺菌速度の方が速いことがわかった。

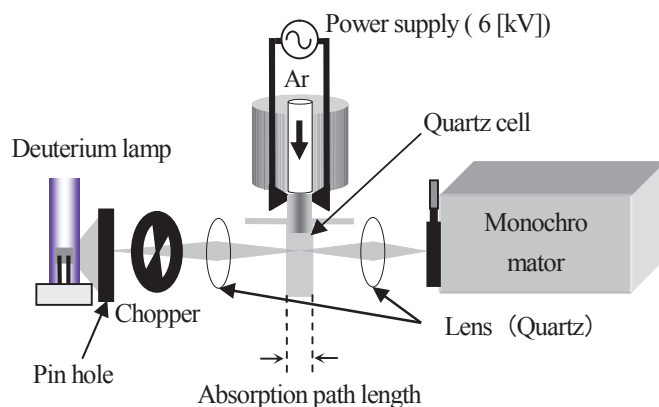


Fig. 8 Schematic diagram of UV absorption spectroscopy for measuring O<sub>3</sub> density.

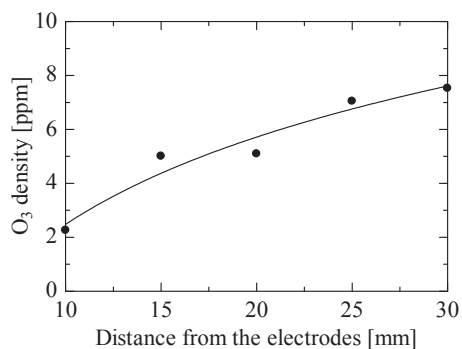


Fig. 9 O<sub>3</sub> density as a function of distance from the electrodes (L= 10 ~ 30[mm]).

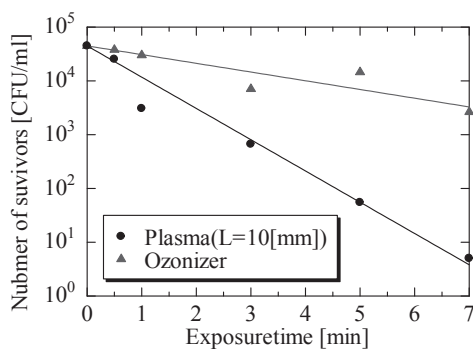


Fig. 10 Sterilization by the ozonizer or non-equilibrium atmospheric pressure plasma.

### 3.3 O<sub>2</sub> ガス添加による殺菌効果

O<sub>2</sub> ガスを添加することによる P. digitatum の殺菌速度向上を試みた。Fig. 11 のようにプラズマ側部より O<sub>2</sub> ガス 3 [L/min] を添加し、P. digitatum 胞子へのプラズマ照射実験を行った。プラズマ照射3分後の生菌数をFig. 12 に示す。L = 10[mm] の場合には O<sub>2</sub> ガス添加の効果は見られなかったが、30 [mm] の場合には O<sub>2</sub> ガスを添加した場合の生菌

数はArのみの場合よりも少なくなっていた。O (777[nm])の発光強度の距離(L)依存性とL = 30[mm]におけるO<sub>2</sub>ガス流量依存性をそれぞれFig. 13, Fig. 14に示す。Fig. 13よりL = 10[mm]の場合、O<sub>2</sub>ガスを3[L/min]添加したときのOの発光強度はO<sub>2</sub>ガスを添加しない場合より小さくなっている。Fig. 14より、L = 30[mm]では、O<sub>2</sub>ガスの流量増加に伴いOの発光強度が大きくなっている。10[mm]と30[mm]の光の強度を比較すると、10[mm]の方が明らかに大きいので、O<sub>2</sub>の添加に関わらず10[mm]の方が殺菌効果は高いと考えられる。しかしながら、L = 30[mm]ではO<sub>2</sub>ガス流量の増加に伴い、Oの発光強度が増加し、殺菌効果も高くなっている。Oの発光と殺菌効果に相関があることがわかった。

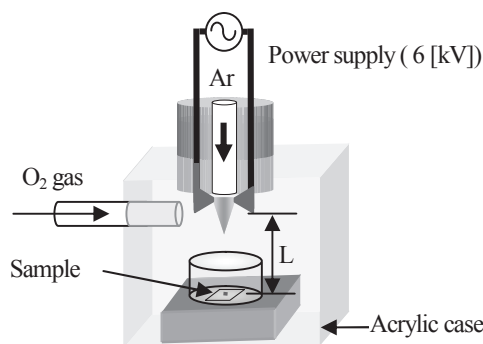


Fig. 11 Schematic diagram of O<sub>2</sub> gas addition.

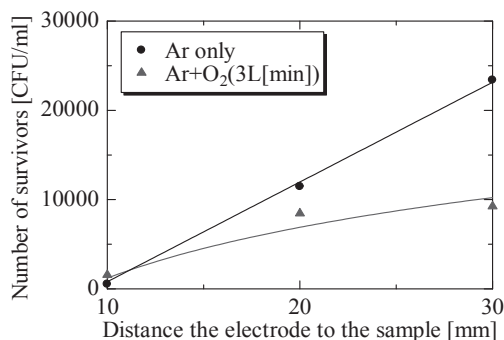


Fig. 12 Effect of O<sub>2</sub> gas addition.

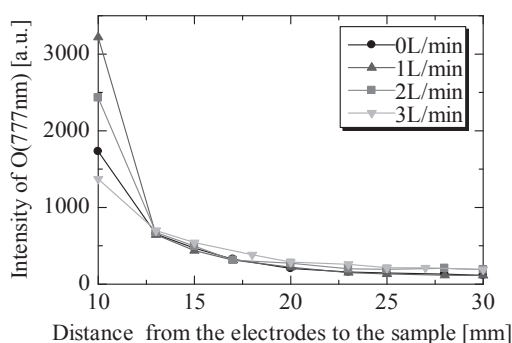


Fig. 13 Emission intensity of O (777[nm]) as a function of distance from the electrode (L).

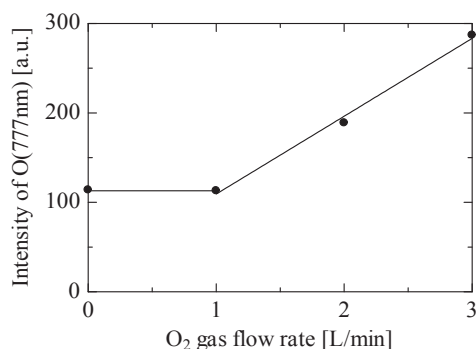


Fig. 14 Emission intensity of O (777[nm]) as a function of O<sub>2</sub> gas flow rate (L = 30[mm]).

#### 4. まとめ

本研究では、環境や人体や作物に影響が少ない殺菌手法の確立を目指し、大気圧中に非平衡の低温プラズマを生成し、*P. digitatum*の孢子に対してプラズマ照射を行った。プラズマ照射を行ったサンプルからは、カビの成長が確認されなかった。本非平衡大気圧プラズマを用いて殺菌が可能であることが明らかになった。

殺菌のメカニズムを解明するため、紫外線殺菌、O<sub>3</sub>殺菌、O<sub>2</sub>ガス添加効果を調査した。発光分光法により、プラズマの紫外域の発光を観察したところ、200 ~ 300 [nm]の光の強度は、300 [nm]以上に存在するN<sub>2</sub>の発光と比較して非常に小さいことがわかった。プラズマから発生する紫外線を*P. digitatum*に照射したところ、プラズマ照射した場合より殺菌速度が遅いことがわかった。また紫外吸収分光法により、プラズマから発生するO<sub>3</sub>の密度が2 ~ 8 [ppm]程度であることがわかった。オゾンナイザーを用いた高濃度O<sub>3</sub>による殺菌実験から、高濃度のO<sub>3</sub>はプラズマ照射より殺菌速度が遅いことがわかった。プラズマ側部よりO<sub>2</sub>ガスを添加し、Oの発光に対する殺菌効果を評価したところ、Oの発光と殺菌効果に相関があることがわかった。

以上の結果から、紫外線とO<sub>3</sub>の殺菌効果は少ないが、O<sub>2</sub>の解離に関する殺菌要素が効果的に作用していると考えられる。

今後はO<sub>2</sub>の解離によって発生すると考えられるOラジカルと、OHラジカルの密度を測定すると同時に、どのようにラジカルが細胞に作用し殺菌が進んでいくのかモニタリングしながら、殺菌効果を定量的に評価することが学問的には重要になると考えられる。

また応用面としては、これらの定量的な評価の知見をもとに、環境、人体、作物に対して影響が少ない高効率な代替殺菌手法の確立が期待される。

## 参考文献

- 1) M. Moisan, J. Barbeau, and M. Crevier, J. Pelletier, N. Philip and B. Saoudi, *Pure Appl.Chem.*, Vol.74, pp.349-358 (2002).
- 2) 渡辺隆行:「放電・プラズマを応用した殺菌・滅菌」, *プラズマ・核融合学会誌*, 第75巻, 6月号, pp.651-658 (1999).
- 3) 吉田直史, 加納浩之, 田昭治, 堀勝:第52回応用物理学会関係連合講演会予稿集, 31a-G-2, pp.190 (2005).
- 4) 河端俊治, 原田常雄:「殺菌灯による水の消毒」, *照明学会誌*, Vol.36, No.3, pp.89 (1952).
- 5) J. H. Choi, I. Han, H. K. Baik, M. H. Lee, D. Han, J. Park I. Lee, K. M. Song and Y. S. Lim: “Analysis of sterilization effect by pulsed dielectric barrier discharge”, *Journal of Electrostatics*, Vol.64, pp.17-22 (2006).

## 謝辞

本研究の一部は、文部科学省 知的クラスター創成事業（第Ⅰ期）と（第Ⅱ期）～東海広域ナノテクものづくりクラスター～により和歌山大学、名古屋大学の共同研究として遂行されました。ここに感謝の意を表します。

（原稿受理日 平成21年9月18日）



# 走査電子顕微鏡による三次元計測

児玉哲司<sup>1)</sup>

## A Reconstruction method of 3-D surface topography in the Scanning Electron Microscope

Tetsuji KODAMA<sup>1)</sup>

### Abstract

The need for microtopographical study of solid surfaces is increasing significantly in various technical fields. For this purpose, a number of techniques have been applied in the scanning electron microscope (SEM). The originality of this paper is to use heuristic optimization techniques as operations applied to the signals from two or more types of detectors in order to achieve accurate measurements of the topography of the specimen surface. The algorithm based on a genetic algorithm, a very widely applicable heuristic optimization technique, has been applied to the line profile reconstruction from the signals of the standard secondary electron and/or backscattered electron detectors in the SEM.

### 1. はじめに

走査電子顕微鏡<sup>1)</sup>は、半導体生産や医療の分野で重要な役割を担っている計測技術の一つである。Fig. 1は、走査電子顕微鏡のしくみを示す模式図である。電子線を電子レンズで縮小し、試料表面を二次元的に走査して、試料から出てくる電子などを検出する。その信号の強弱を濃淡として、同期して走査するCRTに像を描かせる装置である。この考えは、1935年、Knollらによって初めて試みられ、現在、超高分解能化された実用装置では、0.6 nmの分解能である。焦点深度が光学顕微鏡に比べてはるかに深く立体的に見える像が得られ、電子線を用いる装置の中では操作が比較的容易である。

走査電子顕微鏡で用いられる信号には、二次電子信号、後方散乱電子信号、X線などがある。走査電子顕微鏡では、これらの信号を時系列で取り出すので、画像処理を信号処理的に行ないうる利点があり、試料表面の形状や組成を精度よく分析するのに、多くの信号処理の方法が開発されている。以前は、それぞれの信号についてその処理は個々に行なわれてきた。しかし、現在、同時に記録される、いくつかの信号を用いた信号処理の方法の研究開発が進められている<sup>2)</sup>。用いる信号の組み合わせで、いくつかの利点が考えられる。一つは、個々の信号で得られる情報を相補的に活用できること。もう一つは、個々の信号で作る画像間での対応関係を決定するのが容易であることである。本稿では、そのような信号処理の方法の一つである離散最適化の近似アルゴリズムを用いる方

法を紹介する。用いる信号の組み合わせは、二次電子信号と後方散乱電子信号とし、議論を簡単にするために、一本の水平走査線であるラインスキャンに基づき、二次元の表面形状を求めるアルゴリズム<sup>3)</sup>を説明する。

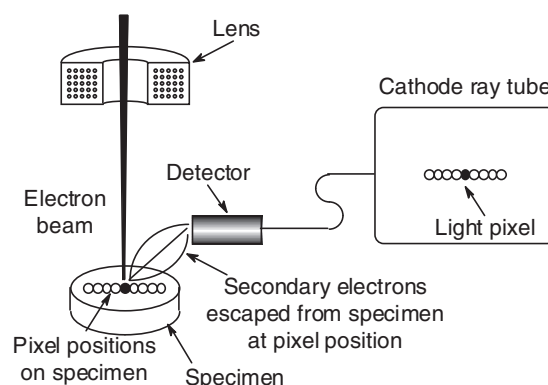


Fig. 1 Schematic representation of the scanning electron microscope.

### 2. 検出信号

試料表面の形状を、電子線を $z$ 軸の方向とする直角座標系で $z(x, y)$ と表すとき、試料表面の点 $(x, y, z)$ における電子線に対する面の法線の方向は次式で与えられる。

$$\left( \frac{\partial z}{\partial x}, \frac{\partial z}{\partial y}, -1 \right) \quad (1)$$

さて、電子線（一次電子）が固体の表面に衝突すると、その表面より二次電子<sup>4),5)</sup>が発生する。固体の種類による二次電子の発生効率の差は比較的小さい。もっとも重要

1)電気電子工学科

1)Department of Electrical and Electronic Engineering

なのは電子線の入射角であり、発生効率 $\delta$ は電子線の入射角の余弦に反比例するので、式 (1) によって次のように表される。

$$\delta \propto \sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2} + 1 \quad (2)$$

発生した二次電子は低エネルギーであるために、試料表面の電界や磁界の影響を受けやすく、また試料と検出器の幾何学的配置などは二次電子の捕集効率に著しく影響する。したがって、電子線が点  $(x_0, y_0)$  に入射したときの二次電子の捕集効率は次の形に書ける。

$$C_s \left( \frac{\partial z}{\partial x} \Big|_{x_0}, \frac{\partial z}{\partial y} \Big|_{y_0}, z(x, y) \right) \quad (3)$$

点  $(x, y)$  の二次電子信号は、捕集効率  $C_s$  と発生効率 $\delta$ を使って次のように表される。

$$g_s(x, y) \propto C_s \delta \quad (4)$$

後方散乱電子も電子線（一次電子）が固体の表面に衝突することで発生するもので、二次電子に比べるとその強度はかなり小さく、高エネルギーであり、発生源は通常大きい。Aristov ら<sup>9)</sup>によれば、電子線が点  $(x_0, y_0)$  に入射したときの後方散乱電子の発生効率 $\eta$ は次式で与えられる。

$$\frac{\eta}{1+\eta} = H(x_0, y_0; z(x, y)) \quad (5)$$

ここで、関数  $H$  は座標についての積分である。また、二次電子と同じように後方散乱電子の捕集効率は次の形に書ける。

$$C_b \left( \frac{\partial z}{\partial x} \Big|_{x_0}, \frac{\partial z}{\partial y} \Big|_{y_0}, z(x, y) \right) \quad (6)$$

そして点  $(x, y)$  の後方散乱電子信号は、捕集効率  $C_b$  と発生効率 $\eta$ を使って次のように表される。

$$g_b(x, y) \propto C_b \eta \quad (7)$$

### 3. 離散最適化による三次元計測

三次元計測というのは、二次電子像  $g_s(x, y)$  あるいは後方散乱電子像  $g_b(x, y)$  に基づき三次元世界  $z(x, y)$  を復元する逆問題となる。画像よりも次元数の高い三次元世界を、画像で認識しようとするので、一般には解の存在が不確定となる。そこで、離散的最適化問題を解くための汎用近似解法をこの問題で利用する。そのような汎用近似解法の代表的なものとしては、シミュレーテッドアニーリングアルゴリズム<sup>7)</sup>や遺伝的アルゴリズム<sup>8), 9)</sup>などがある。以下では、多様な問題にわたって比較的良好

なパフォーマンスを示す遺伝的アルゴリズムを利用し、その基本的な考え方を説明する。

まず始めに解決すべき問題を「与えられた制約条件のもとで、望ましさを尺度を表す目的関数を最大あるいは最小とする変数の値を見つける」という最適化問題の形として記述する必要がある。ここで一本の水平走査線であるラインスキャン  $g_s(x)$  あるいは  $g_b(x)$  に基づき、二次元の表面形状  $z(x)$  を求めることを考える。変数は試料表面の形状  $z(x)$  なので、その制約条件は (a) 表面形状が画素数よりも少ない数の頂点  $(x_i, z_i)$  から成っていて、(b) 面の法線の方向は第  $i, i+1$  番目の頂点を使って次のように表されることである (Fig. 2 参照)。

$$(z_i - z_{i+1}, 0, x_{i+1} - x_i) \quad (8)$$

そして表面形状  $z(x)$  を構成する頂点が与えられれば、二次電子信号  $G_s(x)$  あるいは後方散乱電子信号  $G_b(x)$  を計算し、ラインスキャンに変換することは可能である。したがって、望ましいのはそのラインスキャン  $G_s(x)$  あるいは  $G_b(x)$  と、走査電子顕微鏡で実際に記録されるラインスキャン  $g_s(x)$  あるいは  $g_b(x)$  がそれぞれ完全に一致することである。しかし通常、実際に記録されるラインスキャンには、Fig. 3 に見られるように、画素ごとにノイズ成分があり、計算によるラインスキャンと完全に一致することはない。そこで、試料表面の形状の望ましさを尺度を表す目的関数を、自由度  $\nu$  の換算  $\chi^2$  分布  $f$  を使って次のように表す<sup>10)</sup>。

$$E = c_0 \ln f(\chi_{\nu s}^2) + c_1 \ln(\chi_{\nu b}) \quad (9)$$

ここで、 $c_0, c_1$  はこれらの相対的な望ましさを調整する係数であり、二次電子信号についての換算  $\chi^2$  値は、

$$\chi_{\nu s}^2 = \frac{1}{\nu} \sum_{j=1}^N \frac{(g_s(x_j) - G_s(x_j))^2}{\sigma_{js}} \quad (10)$$

で与えられる。この場合、 $g_s(x_j)$  は実際に記録されるラインスキャンの第  $j$  番目の画素の二次電子信号、 $G_s(x_j)$  は表面形状  $z(x)$  の計算によるラインスキャンの対応する画素の二次電子信号である。換算  $\chi^2$  値は、それらの差の平方をノイズ成分の分散  $\sigma_j^2$  で割ったものの平均であり、実際に記録されるラインスキャンと表面形状  $z(x)$  の計算によるラインスキャンが統計的に一致すれば、その値は約 1.0 となる。目的関数は、その換算  $\chi^2$  値が 1.0 で最大となる換算  $\chi^2$  分布を利用する。

後方散乱電子信号についての換算  $\chi^2$  値は、

$$\chi_{\nu b}^2 = \frac{1}{\nu} \sum_{j=1}^N \frac{(g_b(x_j) - G_b(x_j))^2}{\sigma_{jb}} \quad (11)$$

で与えられる。この場合、 $g_b(x_j)$  は実際に記録されるラ

インスキャンの第  $j$  番目の画素の後方散乱電子信号,  $G_b(x_j)$  は表面形状  $z(x)$  の計算によるラインスキャンの対応する画素の後方散乱電子信号である。

これらにより解決すべき問題は、式 (9) で表される目的関数を最大とする表面形状  $z(x)$  を構成する頂点  $(x_i, z_i)$  を見つけることになる。

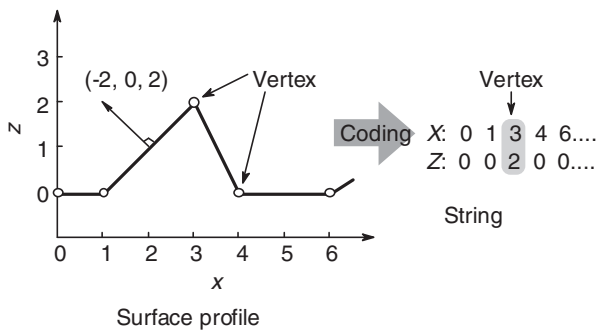


Fig. 2 String coding.

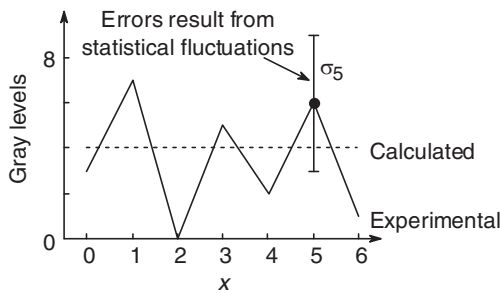


Fig. 3 Errors result from statistical fluctuations.

#### 4. 頂点の組合せ最適化アルゴリズム

遺伝的アルゴリズムは自然進化に見られる過程のいくつかを模倣して考えられたアルゴリズムである。Fig. 4 は、そのようなアルゴリズムを用いた場合のフローチャートの模式図である<sup>11), 12)</sup>。

1. 初期化 (Initialization) 表面形状を構成する頂点の組合せ  $String_0$  を、乱数により集団サイズ  $M$  生成する (Fig. 2 参照)。一つの  $String_0$  の頂点の数は5個とし、試料表面の組成には specimen と substrate があるとして、substrate の  $z$  座標を0に固定した。
2. 評価 (Evaluation)  $String_0$  から成る表面形状の二次電子信号あるいは後方散乱電子信号を計算し、ラインスキャンに変換する。それらと実際に記録されるラインスキャンにより  $String_0$  の目的関数の値  $E_0$  を求める。そして現在の  $String_j$  を  $String_0$ 、目的関数の値  $E_j$  を  $E_0$

に設定する。

3. 再生 (Reproduction) 自然淘汰の過程であり、環境への適応に成功した染色体がより頻繁に再生される。一般的に使われるルーレット方式選択を用いた。この場合、集団の各  $String_j$  が選択される機会は、その目的関数の値  $E_j$  に直接比例する。目的関数の値の高い  $String_j$  は確率的により多く選択され、新しい集団に入れられる。
4. 交叉 (Crossover) 親の染色体の遺伝物質を再結合して子をつくる機構を意味していて、アルゴリズムの非常に重要な構成要素である。一般的に使われる一点交叉を用いた。Fig. 5 は一点交叉の適用例を示し、図中、上の二つが親、下の二つが子である。この場合、親の  $String_j$  を乱数により選択された切断点の後部で交換させて子の  $String_{j+1}$  をつくる。
5. 突然変異 (Mutation) 集団に多様性を再導入する仕組みであり、染色体を親と異なったものにする。乱数により頂点を生成し、 $String_{j+1}$  に加える。

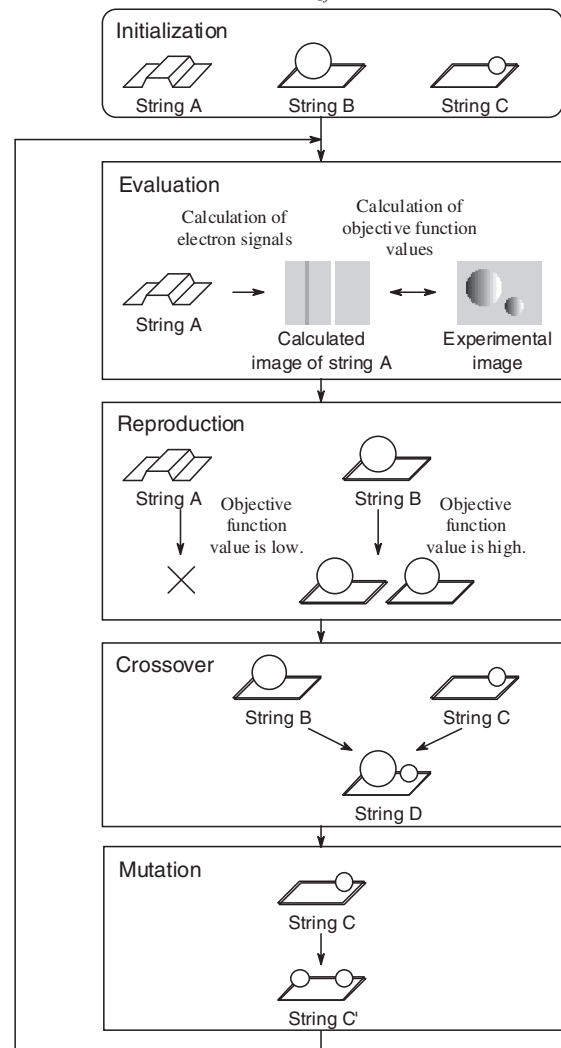


Fig. 4 Basic ideas applying the genetic algorithms to the topographical surface reconstruction problem.



6. 評価 (Evaluation) 新しい  $String_{j+1}$  から成る表面形状の二次電子信号あるいは後方散乱電子信号を計算し、ラインスキャンに変換する。それらと実際に記録されるラインスキャンにより  $String_{j+1}$  の目的関数の値  $E_{j+1}$  を求める。
7. あらかじめ固定された回数 (世代)  $L$  の変更をしたならば、アルゴリズムを停止する。そうでなければ、現在の  $String_j$  を  $String_{j+1}$ 、目的関数の値  $E_j$  を  $E_{j+1}$  に変更し3へ戻る。

この擬似進化の過程がうまくいったならば、乱数により生成された初期集団  $String_0$  は、親がより良い子によって置き換えられていくにしたがって、集団全体が良くなっていく。そして世代  $L$  で生成された集団での目的関数の値  $E_L$  が最大の  $String_L$  は、この問題の解となり得る。

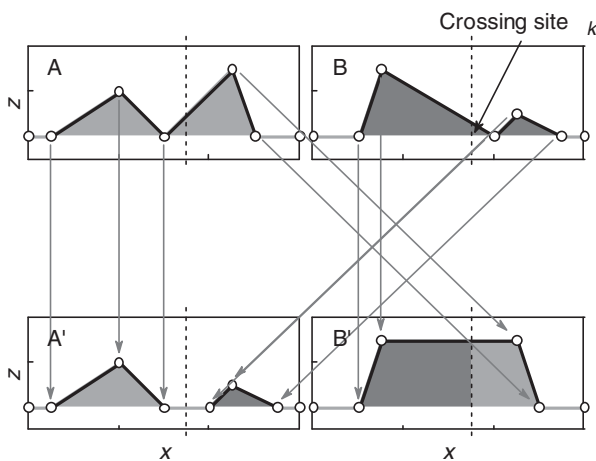


Fig. 5 Simple crossover.

### 5. 結果

これまで述べてきたアルゴリズムを利用し、二次電子信号と後方散乱電子信号のラインスキャンに基づき、二次元の表面形状を求めた。Fig. 6 は実際に記録されたラテックスの中心線に沿ったラインスキャンである。(a) は二次電子信号、(b) は後方散乱電子信号である。Fig. 7 は、実験の結果の一つの例である。これらは、世代  $L=500$  で生成された集団での目的関数の値  $E_{500}$  が最大の  $String_{500}$  から成る表面形状である。集団サイズ  $M=500$ 、交叉の確率は0.8、突然変異の確率は0.1の場合の結果である。実際の表面形状は substrate の上に、円形の specimen がのっているものと考えられる。(a) は、目的関数の係数を  $c_0=1, c_1=0$  とすることで二次電子信号だけを用いた場合であり、円が半円となってしまっている。(b)

は、目的関数の係数を  $c_0=0, c_1=1$  とすることで後方散乱電子信号だけを用いた場合であり、高さはほぼ良いが、円となっていない。(c) は、目的関数の係数を  $c_0=1, c_1=1$  とすることで二次電子信号と後方散乱電子信号を用いた場合であり、電子線の入射角の大きなラテックスの両端で誤差が大きくなっているが、期待通りの結果が得られている。

### 6. おわりに

本稿では、走査電子顕微鏡における三次元計測を、コンピュータビジョンにおける shape from shading<sup>13)</sup>の問題という新たな角度から具体的に取り上げている。そこでは微小平面の方向を画像に現れた試料の属性に基づき限定し、さらにその平面の連続性などを仮定することによって表面形状を決定する。この問題に対して、幾何光学で用いられるアルゴリズムは利用できないが、走査電子顕微鏡では表面形状を仮定すれば、その画像を求めることができることから、離散最適化の近似アルゴリズムを利用する方法を提案している。実際に開発した遺伝的アルゴリズムを、二次電子信号と後方散乱電子信号の組み合わせに応用し、期待通りの結果が得られている。これによって、信号を組み合わせることにより、正確な三次元計測が可能であることを示している。

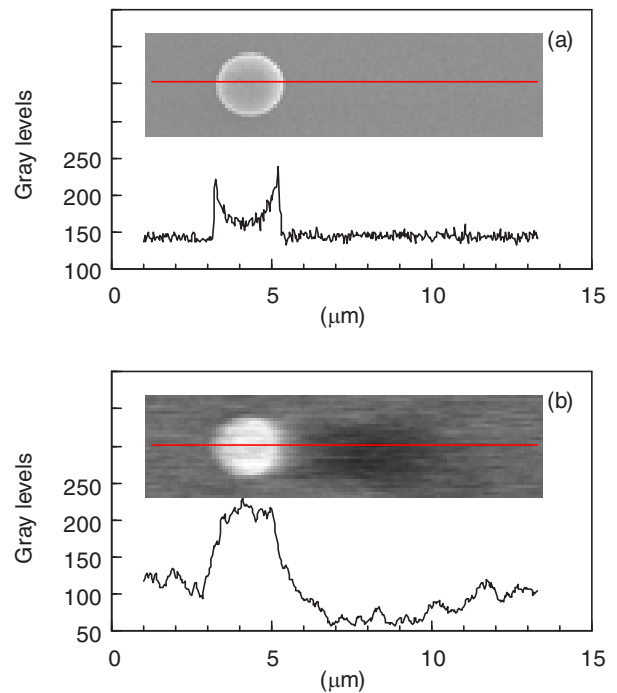


Fig. 6 A pair of line scans along the center of a polystyrene latex. The inset (a) shows the secondary image and the inset (b) shows the simultaneously acquired backscattered image.

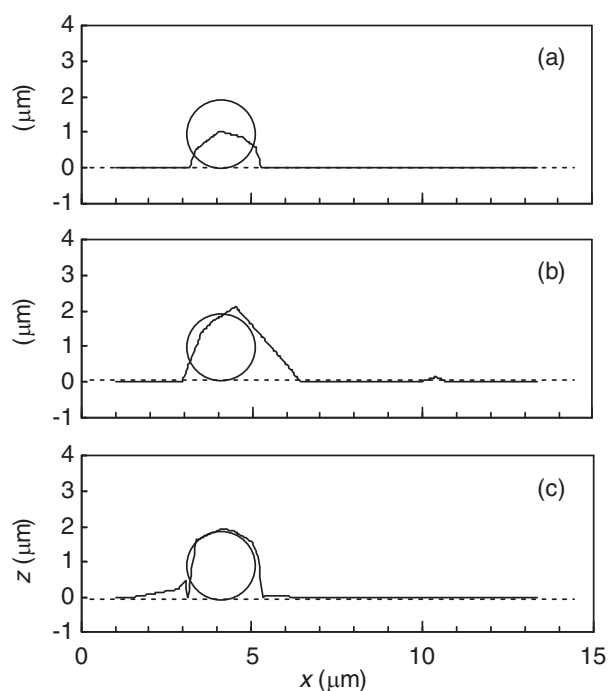


Fig. 7 Results of surface profile reconstruction: (a) from the line scan generated mostly from secondary electrons; (b) from the line scan generated mostly from backscattered electrons; (c) from the pair of line scans simultaneously generated from secondary and backscattered electrons.

#### 参考文献

- 1) Lee RE (1993) *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis*. (P T R Prentice-Hall Inc.)
- 2) Oho E and Ogashiwa T (1996) A natural color scanning electron microscopy image. *Scanning* **18**: 331-336.
- 3) Li X, Kodama T, Mori Y, and Uchikawa Y (2002) Line profile reconstruction from simultaneously recorded secondary and backscattered electron signals. *Scanning* **24**: 39-45.
- 4) Seiler H (1983) Secondary electron emission in the scanning electron microscope. *J. Appl. Phys.* **54**: R1-R18.
- 5) Dekker AJ (1958) Secondary electron emission. *Solid State Phys.* **6**: 251-311.
- 6) Aristov VV, Dreomova NN, Firsova AA, Kazmiruk VV, Samsonovich AV, Ushakov NG, and Zaitsev SI (1991) Signal formation of backscattered electrons by microinhomogeneities and surface relief in a SEM. *Scanning* **13**: 15-22.
- 7) Kirkpatrick S, Gelatt, Jr. CD, and Vecchi MP (1983) Optimization by simulated annealing. *Science* **220**: 671-680.

- 8) Holland JH (1992) *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. (Massachusetts Institute of Technology.)
- 9) Goldberg DE (1989) *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. (Addison-Wesley Publishing Company, Inc.)
- 10) Li X, Kodama T, and Uchikawa Y (2000) A reconstruction method of surface morphology with genetic algorithms in the scanning electron microscope. *J. Electron Microsc.* **49**: 599-606.
- 11) Kodama T, Tajima K, Kubota Y, and Uchikawa Y (1997) Genetic algorithms as applied to reconstruction of surface morphology from an SEM image. *J. Electron Microsc.* **46**: 215-220.
- 12) Kodama T, Li X, Nakahira K, and Ito D (2005) Evolutionary computation applied to the reconstruction of 3-D surface topography in the SEM. *J. Electron Microsc.* **54**: 429-435.
- 13) Ikeuchi K and Horn BKP (1981) Numerical shape from shading and occluding boundaries. *Artificial Intelligence* **17**: 141-184.

(原稿受理日 平成 21 年 9 月 18 日)

# Co を添加した繊維状(Nd,Sm,Gd)-Ba-Cu-O の超伝導特性

池邊 由美子 坂 えり子

## Superconducting properties of (Nd,Sm,Gd)-Ba-Cu-O filaments doped with Cobalt

Yumiko IKEBE, Eriko BAN

### Abstract

Filamentary  $(\text{Nd}_{0.33}\text{Sm}_{0.33}\text{Gd}_{0.33})_{1.18}\text{Ba}_{2.12}\text{Cu}_{3.09}\text{O}_y$  (NSG123) precursors doped with 0.05at%Co were fabricated by a solution spinning method. Samples were OCMG processed at partial melting temperature of 1050 °C in 0.1%O<sub>2</sub>+Ar atmosphere gas and then cooled at various rate from 1050 to 910 °C. We have examined effects of Co doping and cooling condition on microstructure and superconducting properties of filamentary samples. The Co doped sample showed dense microstructure without pores. Although pure NSG123 filamentary samples cooled at 20-50 °C/h showed high  $J_c$  value of around  $2 \times 10^4$  A/cm<sup>2</sup> at 77 K and 0 T, the sample treated at fast cooling of 60 °C/h exhibited the  $J_c$  value of  $3.0 \times 10^3$  A/cm<sup>2</sup> at most. On the contrary, filamentary NSG123 superconductor with Co rapidly cooled showed high  $J_c$  value of  $2.0 \times 10^4$  A/cm<sup>2</sup>. It was confirmed that Co doping was extremely effective in enhancement of  $J_c$  value and connectivity in microstructure for filamentary NSG123 sample heat-treated at fast cooling. Furthermore, we have also studied the field dependence of transport  $J_c$  at temperature ranging from 77 to 90 K for filamentary samples. The sample with Co cooled at 60 °C/h maintained high  $J_c$  value of  $4.5 \times 10^3$  A/cm<sup>2</sup> up to 17 T at 77 K.

### 1. はじめに

高温酸化物超伝導体の実用化には高い臨界電流密度 ( $J_c$ ) が求められ、 $J_c$  値を向上させるための試みが数多くなされてきた。なかでもナノメートルサイズのピンニングセンターを人工的に導入することは  $J_c$  値向上に有効であり、特に、金属不純物の添加効果については多くの報告がなされている<sup>1,2)</sup>。ピンニングセンターを有効に作用させるためには、添加する金属不純物の種類、添加量および添加物粒子の分散性、さらにはその挙動を知ることが重要であり、最近の報告では、添加する金属の種類により、ピン止めの働きが異なることも明らかになってきた。たとえば、Zn や Ni などは Cu と置換し、クーパー対を壊すことで  $T_c$  値が局所的に低くなり、その領域がピンニングセンターとなる<sup>3,4)</sup>。また、Zr や Sn などは BaZrO<sub>3</sub> や BaSnO<sub>3</sub> などの化合物を生成し、これらがピンニングセンターとなることで  $J_c$  値が向上する<sup>5)</sup>。さらに、Pt や Sn はピンニングセンターとなるだけでなく、高温からの冷却時に希土類元素などの拡散係数を向上させる効果もあるため<sup>6,7)</sup>、これらの金属を添加した超伝導体では包晶反応が進み、良好な超伝導相の結晶成長が促進されることが期待

される。しかしながら、金属不純物の添加方法はほとんどが固相の微粒子を添加するもので、添加物の分散性に問題がある。それに対して、本研究で用いた溶液紡糸法は化学的な溶液から出発するため、原子レベルでのピンニングセンターを一様に微細分散させることが可能である。

本報告では、溶液紡糸法により Co を微量添加した繊維状(Nd,Sm,Gd)123 超伝導体を作製し、Co 添加が試料の超伝導特性に及ぼす影響を調べることを目的としている。

### 2. 実験方法

前駆体繊維試料は溶液紡糸法を用いて作製された。Nd, Sm, Gd, Ba および Cu のモル比が  $(\text{Nd}_{0.33}\text{Sm}_{0.33}\text{Gd}_{0.33}) : \text{Ba} : \text{Cu} = 1.18 : 2.12 : 3.09$ 、また、Co の添加量が 0.05 at% となるよう、それぞれの金属酢酸塩を秤量し、蒸留水に溶解させる。この水溶液に 2-ヒドロキシソ酪酸、プロピオン酸および 7 wt% PVA (ポリビニルアルコール) 水溶液を均一に混合させた後、エバポレータでの濃縮と粘度調

整を行い、紡糸ドープを作製する。これを乾式紡糸し、前駆体繊維試料とした。

紡糸後の前駆体試料は 100%O<sub>2</sub> 雰囲気ガス中で 950 °C、15 分のパイロリシスの後、酸素濃度を厳密に制御した 0.1%O<sub>2</sub>+Ar 雰囲気ガス中で 1050 °C、30 分の部分熔融熱処理を行い、引き続き、910 °C まで系統的に冷却速度を変えて部分熔融凝固処理を行った。その後、100%O<sub>2</sub> ガス中で 500 °C、5 h および 340 °C、10 h の 2 段階酸素アニールを行い、評価試料とした。

熱処理後の試料には、接触抵抗を軽減させるため、試料表面の端子部分に Ag 蒸着を行った後、電流端子に  $\Phi = 100 \mu\text{m}$ 、電圧端子に  $\Phi = 75 \mu\text{m}$  の Ag 線を Ag ペーストで接着し、直流 4 端子法で臨界電流 ( $I_c$ ) および  $T_c$  を測定した。また、磁場中での  $I_c$  測定を行うために、エポキシ樹脂を用いて試料を基板上に固定し、測定温度 77-90 K まで温度を系統的に変化させて  $J_c$  の磁場依存性についても評価した。さらに、XRD, SEM および EDXA を用いて結晶相の同定、微細構造の観察および分析を行った。

### 3. 実験結果と考察

繊維状超伝導体の  $J_c$  値および微細構造に影響を及ぼす因子はいくつかあるが、はじめに、繊維状 NSG123 無添加試料の部分熔融温度からの冷却速度と  $J_c$  (77 K, 0 T) の関係を検討した。その結果を Fig. 1 に示す。10-50 °C/h で冷却したいずれの試料も  $10^4 \text{ A/cm}^2$  を上回る  $J_c$  値を示し、20-40 °C/h で冷却した試料では  $2.0 \times 10^4 \text{ A/cm}^2$  以上の高い  $J_c$  値が得られる。そのなかでも、40 °C/h 試料は最も高い値  $3.0 \times 10^4 \text{ A/cm}^2$  を示している。一方、冷却速度の速い 60 °C/h 試料では  $3.0 \times 10^3 \text{ A/cm}^2$  程度の  $J_c$  値に留まっており、この結果から、繊維状 NSG123 超伝導体の  $J_c$  値は部分熔融熱処理時の冷却速度に大きく依存することがわかる。

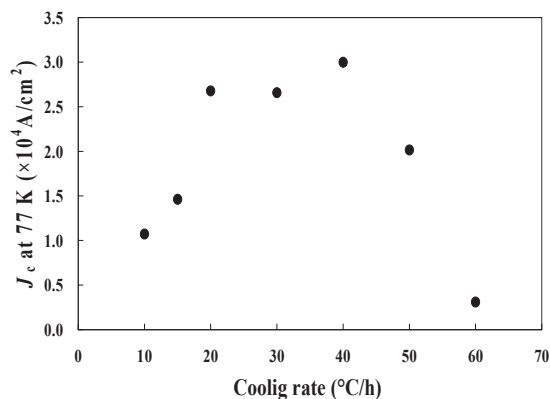


Fig. 1  $J_c$  at 77 K and 0 T as a function of the cooling rate from partial melting temperature to 910 °C.

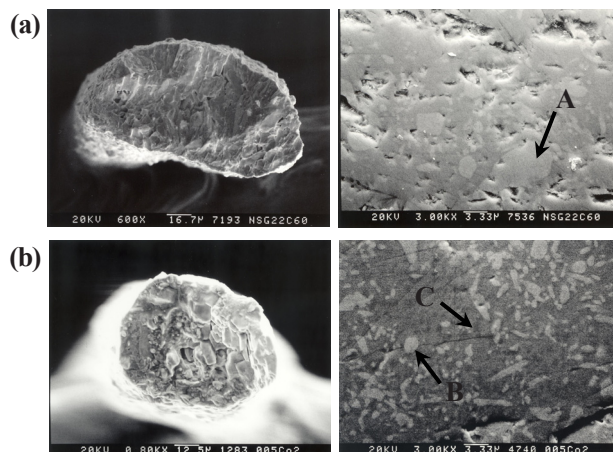


Fig. 2 SEM photographs of fracture and polished surface on the longitudinal cross-section for (a) pure NSG123 sample and (b) Co doped sample.

超伝導体の実用化や、作製コストの削減を考えた場合、短時間焼成下においても高い  $J_c$  値を得られることが望まれる。本研究で高い  $J_c$  値を得ることができなかった 60 °C/h 試料でもピンニングセンターを導入することにより高い  $J_c$  値と良好な結晶性が得られることが期待できる。そこで、これ以降は Co を 0.05 at% 添加した繊維状 NSG123 試料を作製し、60 °C/h の冷却速度で熱処理した場合の超伝導特性を評価した。

はじめに、繊維状 NSG123 および Co を 0.05 at% 添加した NSG123 試料の微細構造を調べた。Fig. 2 は両試料の SEM 写真であり、それぞれ (a) NSG123, (b) NSG123+0.05 at%Co 試料を示している。左列の破断面 SEM 写真より、無添加試料では試料内に微細な空隙が生成されており、結晶粒子は大きく成長しておらず、結晶相の結合性に乏しい様子が観察される。それに比較して、Co 添加試料では緻密な結晶相が生成されており、無添加試料に比べて結合性が向上していることが確認される。また、右列の縦断面 SEM 写真で観察されるコントラストの明るい粒子 A および B は NSG211 相であり、無添加試料では 1-3  $\mu\text{m}$  の大きさの異なる NSG211 相が生成されているが、Co を添加すると NSG211 相が微細化すると同時に、0.5  $\mu\text{m}$  程度の極めて微細な CuO 相 C も析出している。Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を添加した Y123 パルク超伝導体では、Co が CuO チェーンの Cu (1) と置換することが知られている<sup>8)</sup>。本実験においても Co が Cu と置換し、液相中で過剰となった Cu が CuO として析出したものと思われる。

次に、0.05 at%Co 添加した繊維状 NSG123 試料および無添加試料の  $J_c$  値、 $T_c$  値および 100 K における電気抵抗率をまとめた。Table 1 にはその結果を示している。Co 添加試料では無添加試料の 6 倍以上の  $J_c$  値を示すが、 $T_c$



Table 1 Superconducting properties for pure NSG123 sample and Co doped sample.

sample	$J_c(77\text{K}, 0\text{T})$ ( $\text{A}/\text{cm}^2$ )	$T_c$ (K)	Resistivity at 100 K ( $\text{m}\Omega \cdot \text{cm}$ )
NSG123	3,100	91.8	0.54
NSG123+Co	20,100	92.0	0.03

値に有意の差は見られない。Co 添加試料では無添加試料に比べて小さなサイズの NSG211 相が生成されており、そのため、酸素欠損が減少し、 $T_c$  値は増加するものと思われる。しかしながら、Co は Cu と置換し、 $T_c$  値の低い  $\text{NSGBa}_2\text{Cu}_{3-q}\text{Co}_q\text{O}_y$  を生成する。従って、Co 添加試料の  $T_c$  値は無添加試料とほぼ同等の値を示したものと考えられる。また、Co 添加試料では電気抵抗率が大きく改善されており、これは、結晶の結合性が向上した結果であると思われる。

さらに、試料に外部磁場を印加した場合の磁場の強さ  $B$  と  $J_c$  の関係について調べた。Fig. 3 は無添加および Co 添加試料の 77-90 K における  $J_c$  値と外部磁場の関係を示したグラフである。測定時に、試料と電極との接触部分に発生する接触抵抗による発熱から試料が焼ききれることを避けるために、 $I_c$  測定は 0.3 A を上限とした。図中の

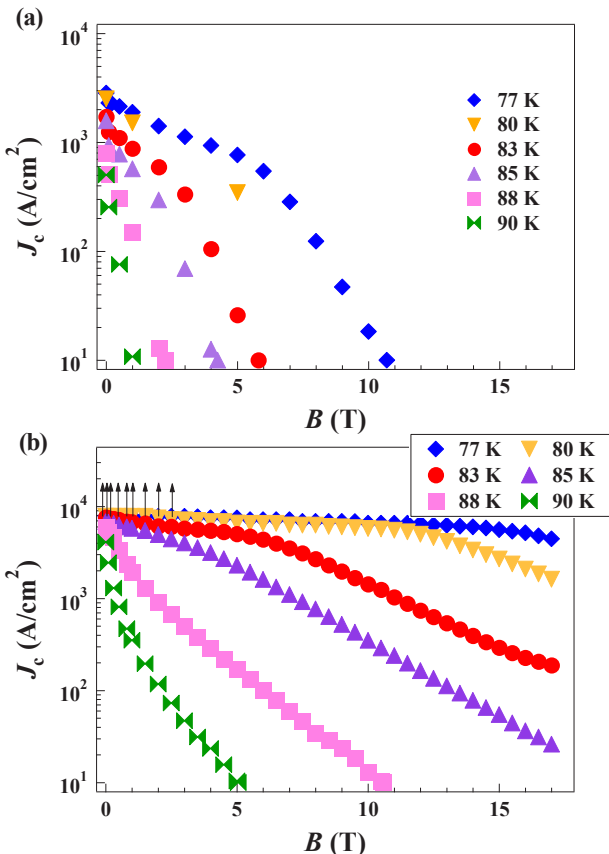


Fig. 3 Field dependence of transport  $J_c$ . (a) pure NSG123 sample and (b) Co doped sample.

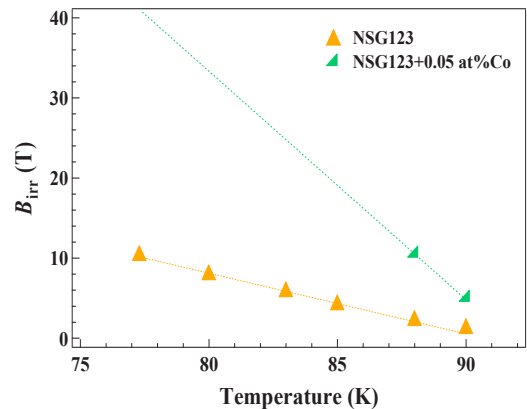


Fig. 4 The relationship between the irreversibility field and temperature for pure NSG123 sample and Co doped sample.

矢印は  $J_c$  値がその上限以上であることを示している。測定温度が 77 K の場合、無添加試料では、磁場の増大に伴って  $J_c$  値が低下し 11 T 付近で超伝導性を失う。それに比べて、Co 添加試料では、磁場が増大しても大きな  $J_c$  値の低下は見られず、17 T まで約  $0.5 \times 10^4 \text{ A}/\text{cm}^2$  の  $J_c$  値を保持した。

Fig. 4 は両試料の不可逆磁場  $B_{irr}$  と温度の関係を示したグラフである。Ikuta らは、バルク状 NSG123 超伝導体の不可逆磁場と温度の関係が一次関数に極めて近い関係を示すことを報告している<sup>9)</sup>。また、Murakami らは結晶の  $c$  軸に対する印加磁場の方向によって、グラフの傾きが異なることを見出し、 $c$  軸に対して磁場が垂直に印加された場合にはイントリンシックピン止めの寄与が大きいいため、グラフの勾配は大きくなるが、平行に印加された場合には、傾きは緩やかになることを報告している<sup>10)</sup>。このことから、Co 添加試料では、結晶の  $c$  軸に対してほぼ垂直に磁場が印加されたため、17 T を超える不可逆磁場を示したものと思われる。

これらの試料で最も支配的なピンニングセンターの種類を調べるために、ピン止め力  $F_p/F_{p,max}$  ( $F_p = J_c \times B$ ) と換算磁場  $h = B/B_{irr}$  の関係を検討した。Fig. 4 は両試料のスケールリングデータであり、図中の  $F_p$  は印加磁場  $B$  とそのときの  $J_c$  値の積を、 $F_{p,max}$  は  $F_p$  の最大値を表している。(b) に示す Co 添加試料の 77-85 K におけるピン止め力と換算磁場の関係を示したグラフは、88-90 K の不可逆磁場から 77-80 K の不可逆磁場を見積もり、その値を用いて  $h$  を導出し、作成された。77 K における無添加試料のピン止め力が極大を示す  $h$  の値 ( $h_p$ ) は 0.47 であり、 $\Delta\kappa$  ピン止めが最も支配的であると考えられる<sup>11)</sup>。それと比較して Co 添加試料は  $h_p = 0.37$  を示し、 $\Delta\kappa$  ピン止めおよびノーマルピン止めがピンニングセンターとして寄与している<sup>11-12)</sup>。これらの結果から、Co を添加すると  $h_p$  値は減少し、

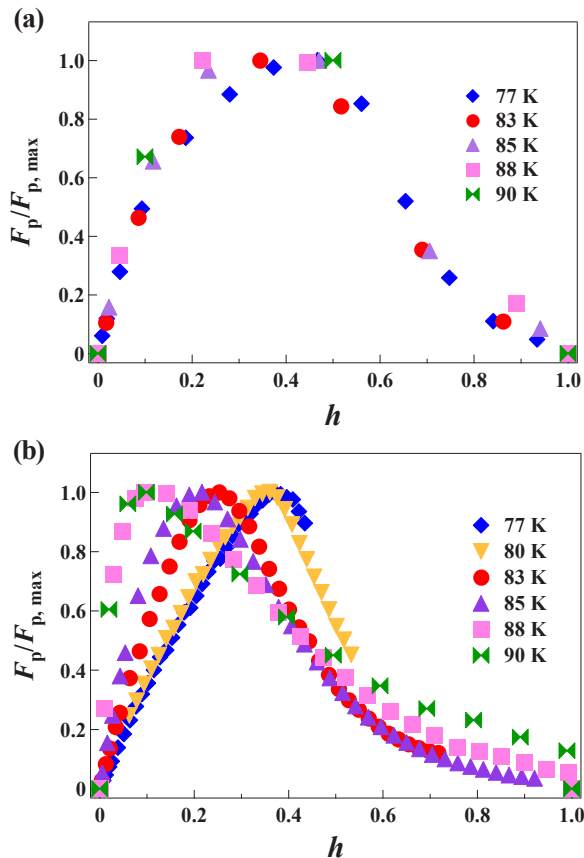


Fig. 5 Volume flux pinning force  $F_p/F_{p,max}$  as a function of reduced field  $h = B/B_{irr}$  for (a) pure NSG123 sample and (b) Co doped sample.

ノーマルピン止めの寄与が増大することがわかる。Co 添加試料では、無添加試料よりサイズの小さな NSG211 粒子と  $0.5 \mu\text{m}$  程度の CuO が微細分散していたため、ピンングセンターとして有効に働くサイズのノーマルピン止めが増加しているものと考えられる。さらに、Co を添加することによって  $\text{NSGBa}_2\text{Cu}_{3-q}\text{Co}_q\text{O}_y$  が生成されるために  $\Delta\kappa$  ピン止めも増加しているものと思われる。これらのピンングセンターが有効に作用したために、Co 添加試料は 0.4 付近の  $h_p$  値を示したものと考えられる。

#### 4. まとめ

化学ドーピングにより Co を添加した繊維状 NSG123 超伝導体を溶液紡糸法で作製し、 $0.1\%\text{O}_2+\text{Ar}$  雰囲気ガス中で部分熔融熱処理を行った。Co の添加が繊維試料の微細構造と超伝導特性におよぼす影響を調べた結果、次のようなことがわかった。

$60 \text{ }^\circ\text{C/h}$  で冷却した  $0.05 \text{ at}\%\text{Co}$  添加試料では  $2.0 \times 10^4 \text{ A/cm}^2$  の  $J_c$  値が得られ、無添加試料の 6 倍以上の  $J_c$  値を示した。この添加試料では、NSG123 マトリックス中に

NSG211 および CuO の粒子が微細分散していた。さらに、 $77 \text{ K}$  における  $J_c$ - $B$  特性では、無添加試料が  $11 \text{ T}$  付近で超伝導性を失ったのに対して、Co 添加試料は  $17 \text{ T}$  まで  $0.5 \times 10^4 \text{ A/cm}^2$  の  $J_c$  値を保持した。

謝辞

本研究は、東北大学金属材料研究所強磁場超伝導材料研究所の高均一  $20 \text{ T}$  マグネットを利用して測定実験を行なったものであり、ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) K. Takahashi, H. Kobayashi, Y. Yamada, A. Ibi, H. Fukushima, M. Kobayashi, Y. Shiohara, T. Kato and T. Hirabayashi, *Supercond. Sci. Technol.*, Vol. 19, pp. 924-929, 2006.
- 2) J. L. Macmanus-Driscoll, S. R. Foltyn, Q. X. Jia, H. Wang, A. Serquis, L. Cival, B. Maiorov, M. E. Hawley, M. P. Maley and D. E. Peterson, *Nature Materials*, Vol. 3, pp. 439-443, 2004.
- 3) B. Latha, H. Ikuta and U. Mizutani, *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 43, pp. 970-975, 2004.
- 4) L. Zhang, Y. Z. Wang, Y. J. Cui, H. L. Du and H. Zhang, *Supercond. Sci. Technol.*, Vol. 21, pp. 025008 (6pp), 2008.
- 5) C. Xu, A. Hu, N. Sakai, M. Izumi and I. Hirabayashi, *Physica C*, Vol. 445-448, pp. 357-360, 2006.
- 6) T. Meignan and P. McGinn, *Supercond. Sci. Technol.*, Vol. 10, pp. 576-582, 1997.
- 7) S. Marinel, I. Monot, J. Provost and G. Desgardin, *Supercond. Sci. Technol.*, Vol. 11, pp. 563-572, 1998.
- 8) Y. X. Zhou, S. Scruggs and K. Salama, *Supercond. Sci. Technol.*, Vol. 19, pp. S556-S561, 2006.
- 9) H. Ikuta, T. Yamada, M. Yoshikawa, Y. Yanagi, Y. Itoh, B. Latha and U. Mizutani, *Supercond. Sci. Technol.*, Vol. 18, pp. S119-S125, 2005.
- 10) M. Murakami, N. Sakai, T. Higuchi and S. I. Yoo, *Supercond. Sci. Technol.*, Vol. 9, pp. 1015-1032, 1996.
- 11) A. K. Pradhan, K. Kuroda, B. Chen and N. Koshizuka, *Phys. Rev. B*, Vol. 58, pp. 9498-9503, 1998.
- 12) D. Dew-Hughes, *Phil. Mag.*, Vol. 30, pp. 293-305, 1974.

(原稿受理日 平成 21 年 9 月 18 日)

# PLA/CNF ナノコンポジットの結晶化挙動と機械的特性

榎本和城<sup>1)</sup>

## Crystallization Behavior and Mechanical Properties of Carbon Nanofiber / Poly(lactic acid) Nanocomposites

Kazuki ENOMOTO<sup>1)</sup>

### Abstract

Poly(lactic acid) (PLA) is considered to be one of the most promising biomass-base polymer because of its high strength and high modulus. However, there are some problems for applications such as low impact strength, low heat deformation temperature and poor processability due to the relatively slow crystallization speed. Carbon Nanofibers (CNFs) are expected to be one of the most promising materials for improving various properties of polymer matrix composites. In this study, CNF/PLA composites are fabricated by using a twin-screw kneading extruder and specimens are fabricated via injection molding. The degree of crystallinity of PLA in the composites is investigated by wide-angle X-ray scattering (WAXS) analysis and mechanical properties of the composites are investigated by the indentation tests; the effects of annealing conditions and the amount of CNF addition in the composites are discussed.

### 1. はじめに

ポリ乳酸 (PLA) は、原料を植物から得られるデンプンに依存する植物由来 (バイオベース) プラスチックの代表格である。従来の石油由来汎用プラスチックと同程度の剛性・強度を有することから、それらの代替となる環境負荷の小さいプラスチックとして期待されている。しかし、ポリ乳酸の成形時に形成される結晶構造の結晶サイズや結晶化度が変形・破壊挙動に及ぼす影響については未解明な点が多い。また、熱変形温度が低く耐熱性の面で問題もある。

一方、カーボンナノチューブ (CNT) は構造的な欠陥が少ないために繊維軸方向に力学的・電氣的・熱的特性に優れることから 21 世紀の産業を切り開く新材料になると期待されており、複合材料のフィラーとしての需要が高まっている。また、純炭素物質であるため環境負荷が従来の炭素繊維などに比べて小さいと考えられる。

本研究では、ポリ乳酸 (PLA) に直径 100nm 程度で超多層の CNT とみなせるカーボンナノファイバー (CNF) を極少量添加した複合材料を熔融混練により作製し、射出成形により得られた成形品を空气中でアニール処理した時の PLA の結晶化度に及ぼす処理温度、処理時間および CNT 添加量の影響について調べることを目的として

いる。また、アニール処理後の成形品に対して微小押し込み試験を行い、ダイナミック硬さおよび弾性率を測定することにより、それらに及ぼす結晶化度の影響についても検討した。

### 2. 実験方法

#### 2.1 ナノコンポジットの作製と試験片の成形

マトリクス樹脂として一般射出成形グレードのポリ乳酸のを使用した。また、複合化フィラーとして、直径が 100 nm 程度のカーボンナノファイバー (CNF, 昭和電工 VGNF) を使用した。この CNF は製造過程において黒鉛化処理されたものであり、ラマン分光分析により、 $sp^2$  カーボンネットワークの結晶性が高いことを確認している。

80°C の大気中で 3 時間乾燥させた PLA ペレットと CNF とを二軸押出混練機 (スクリー径 25 mm, L/D=10.2, 同方向回転) に投入し、180°C で熔融混練することによりナノコンポジットを作製した。CNF の添加量は 0.01wt%, 0.1wt% の 2 種類とし、作製されたコンポジットを裁断して射出成形用ペレットとした。

作製された射出成形用ペレットを汎用射出成形機に投入し、幅 10 mm × 長さ 50 mm × 板厚 1 mm の短冊状に成形した。成形条件はノズル温度 180°C, 金型温度 40°C

1) 材料機能工学科

1) Department of Materials Science and Engineering

とした。PLA は結晶性樹脂であるが結晶化速度が遅いため、通常の射出成形サイクルでは十分に結晶化させることができず、成形後にアニール処理により結晶化を促進させる方法が一般的である<sup>3)</sup>。そこで、射出成形により作製したほぼ結晶化していない試験片を熱風循環式恒温槽に入れて空气中でアニール処理(擬似等温結晶化処理)を行った。アニール温度は80°Cと120°Cとし、アニール時間は2 min~120 minとした。

## 2.2 結晶化度の測定

ナノコンポジット中の PLA の結晶化度の測定は非破壊での測定が可能な広角 X 線回折法により行った。実験には2次元 PSCP 搭載 X 線回折装置 (BRUKER AXS, D8 Discover with GADDS) を使用し、CrK $\alpha$ 線 ( $\lambda=0.2291\text{nm}$ ) 源を用いて反射法で回折強度分布を測定した。得られた回折ピークを結晶部分と非晶部分とに分離し、 $2\theta=10\sim 45^\circ$ の範囲における積分強度の比から結晶化度 $X_c$ を式(1)により算出した。

$$X_c = \frac{\int I_{\text{cry}}(2\theta)d(2\theta)}{\int I_{\text{cry+amo}}(2\theta)d(2\theta)} \quad (1)$$

## 2.3 ナノコンポジットの機械的特性評価

ナノコンポジットの機械的特性は圧子押し込み試験を行うことにより評価した。実験にはダイナミック超微小高度計(島津製作所, DUH-201)を用い、ベルコビッチ圧子(頂角 $115^\circ$ の三角錐)の微小押し込み試験により得られる荷重-変位線図(図1)からダイナミック硬さ $DH_{115}$ と弾性率 $E_s$ を式(2)、(3)により算出した。なお、試験条件は最大荷重200 mN、負荷速度10 mN/sとし、最大荷重での保持時間は5 sとした。

$$DH_{115} = 3.8584 \times \frac{P_{\text{max}}}{h_{\text{max}}^2} \quad (2)$$

$$E_s = \frac{1 - \nu_s^2}{1/E^* - (1 - \nu_i^2)/E_i} \quad (3)$$

ここで、 $\nu_s$ : コンポジットのポアソン比、 $\nu_i$ : 圧子のポアソン比(0.07)、 $E_i$ : 圧子の弾性率(1140 GPa)であり、 $E^*$ は式(4)で表される複合弾性率である。

$$E^* = \frac{1}{\beta} \times \frac{S}{2} \times \sqrt{\frac{\pi}{A}} \quad (4)$$

ここで、 $\beta$ : 圧子の形状による係数(ベルコビッチ圧子の場合 $\beta=1.034$ )、 $S$ : 除荷曲線の初期の傾き、 $A$ : 圧子と試験片との接触面積である。

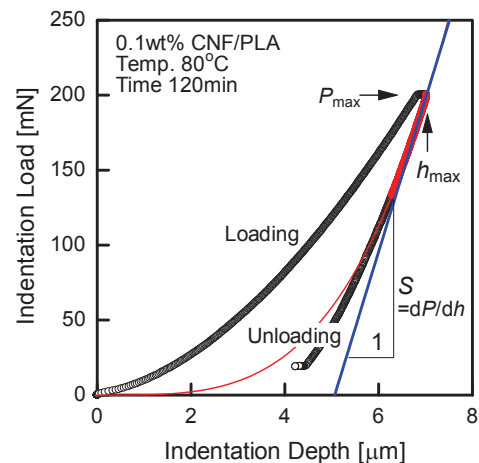


Fig. 1 Example of Load-displacement curve in indentation test.

## 3. 実験結果及び考察

### 3.1 PLA の結晶化度について

まず、PLA の結晶化度に及ぼすアニール温度・アニール時間の影響について検討した。図2に無添加の PLA を80°Cでアニールしたときの X 線回折パターンを示す。アニール前の試験片ではブロードな非晶部分に起因するピークしか観察されておらず、ほとんど結晶化が進んでいないことが確認できる。アニール時間が増加すると、PLA の結晶部分に起因する鋭いピーク(24.6°付近が(110)と(200)、28.0°付近が(111)と(201))が観察されるようになり、結晶化が進行してくることがわかる。さらに、アニール時間が長くなると、36.5°と43.2°付近にも鋭いピークが観察されるようになった。ピーク分離により PLA の結晶化度を算出したところ、アニール時間120 minの試験片において $X_c=47.3\%$ であった。

同様に、他の条件でアニールした試験片に対して結晶化度を算出し、各アニール温度における PLA の結晶化度とアニール時間との関係をまとめたのが図3である。80°Cでアニールした場合には30 min程度までは時間の増加とともに結晶化度が急激に増加し、その後45%程度で飽和状態となった。一方、120°Cでアニール処理した場合には開始直後の段階で50%程度の結晶化度に達し、その後は緩やかに60%程度まで増加し飽和した。

また、CNF を添加した場合について注目してみると、アニール温度120°Cの場合にはほとんど変化が見られないが、アニール温度80°Cの場合にはアニール開始直後において結晶化の促進がみられ、最終的な飽和結晶化度も50%程度に増加した。この原因は、添加したナノオーダーの CNF が PLA の球晶成長の核材として機能したためであると考えられる。



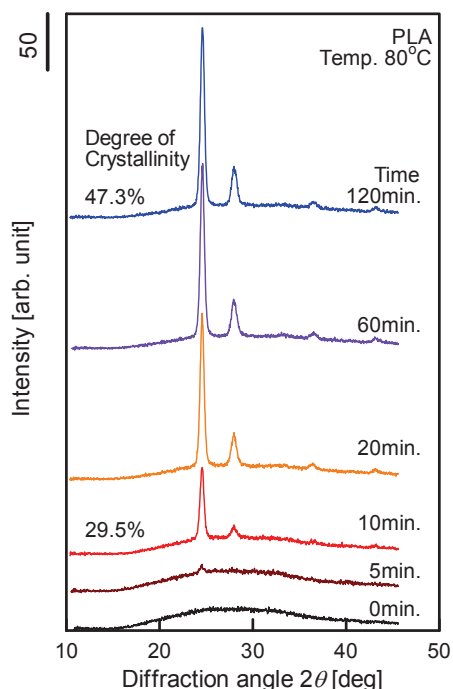


Fig. 2 X-ray diffraction patterns of neat PLA (Annealed at 80°C)

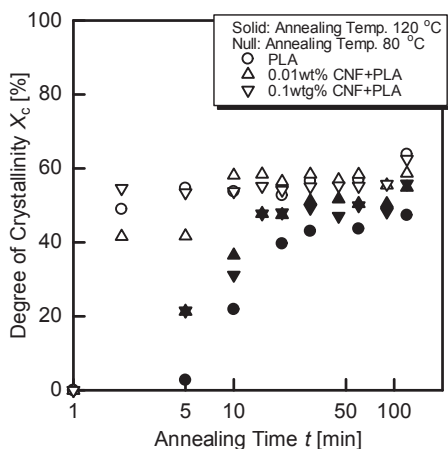


Fig. 3 Relationship between degrees of crystallinity and annealing time in neat PLA and CNF/PLA composites

### 3.2 ナノコンポジットの機械的特性について

まず、微小押し込み試験の結果から得られたダイナミック硬さに及ぼす結晶化度の影響について検討した。図4に各アニール温度におけるコンポジットのダイナミック硬さと結晶化度との関係を示す。CNFの添加量が極少量なため、CNF添加量による差はほとんど見られないが、結晶化度の増加とともにダイナミック硬さは増加していく傾向が見られた。

次に、弾性率に及ぼす結晶化度の影響について検討した。図5に各アニール温度におけるコンポジットの弾性

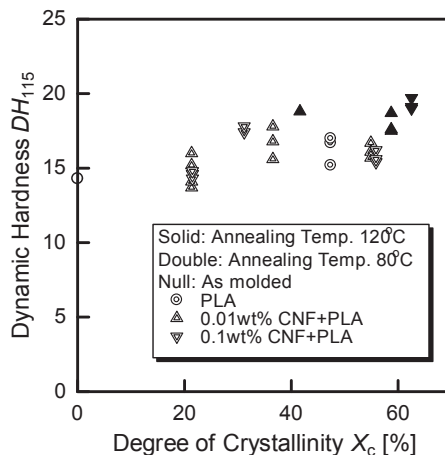


Fig. 4 Relationship between dynamic hardness and degree of crystallinity in neat PLA and CNF/PLA composites

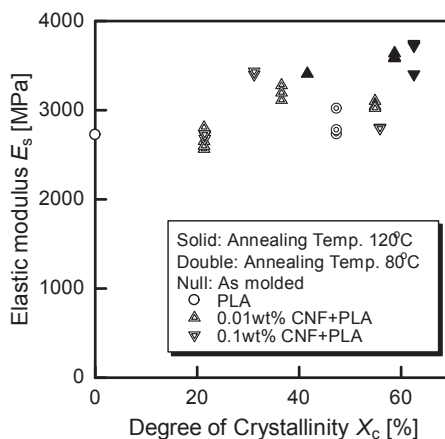


Fig. 5 Relationship between elastic modulus and degree of crystallinity in neat PLA and CNF/PLA composites

率と結晶化度との関係を示す。ダイナミック硬さの場合と同様にCNF添加量による差はほとんど見られないが、結晶化度の増加とともに増加していく傾向が見られた。

## 4. まとめ

熔融混練法で作製した PLA/CNF ナノコンポジットを射出成形し、コンポジットの基本的な結晶化挙動および成形品の機械的特性に及ぼす結晶化度の影響について検討を行った結果、以下が明らかになった。

- ・ アニール温度 80°C では CNF の添加による結晶化促進効果がみられた。
- ・ ダイナミック硬さと弾性率は結晶化度の増加とともに向上する。

今後は、成形品内部の高次構造の観察を行い、添加量・成形条件などとの関係を明らかにするとともに、さらなる結晶化の促進と耐熱温度の向上を目指したい。

(原稿受理日 平成 21 年 9 月 18 日)

# 凝集ナノダイヤモンドの解砕分散と一次粒子の表面化学

小澤理樹<sup>1)</sup> Yuejiang LIANG<sup>2)</sup> Anke KRUEGER<sup>2)</sup> 大澤映二<sup>3)</sup>

## Deagglomeration and Surface Tailoring of Nanodiamonds in Dispersing Media

Masaki OZAWA<sup>1)</sup> Yuejiang LIANG<sup>2)</sup> Anke KRUEGER<sup>2)</sup> Eiji Ōsawa<sup>3)</sup>

### Abstract

Nanoscale diamond particles with sizes ranging 4-5 nm can be synthesized by detonation of explosives under oxygen deficient atmosphere, which are called detonation nanodiamonds. The as-detonated particles form persistent agglomerates, which had retarded applications to nanotechnology for many years. In addition to the deagglomeration by stirred-media milling, we developed a facile and adaptable method using a powerful sonicator equipped with a horn-type sonotrode in the presence of ceramic beads (BASD: Bead-Assisted Sonic Disintegration). Here we disclose dispersing properties of nanodiamonds deagglomerated in diversified types of solvents, especially the behavior of hydrocolloids. Furthermore, integration of the high energy deagglomeration process provided by BASD in a conventional glassware system for wet chemistry was attempted in order to enable surface functionalization of primary nanoparticles even under agglomerating conditions. Two different reactions, that is, a simple condensation reaction leading to silanization and arylation with diazonium salts, were examined. The BASD process was found to be successfully applicable even where the original material is not dispersible in the reaction solvent at all. The presence of ceramic beads enables functionalization of each primary particle, while conventional magnetic stirring or beadless sonication can reach primary particles only when agglomeration is loose. Additionally, mechanical surface modification of nanodiamonds was found to take place by BASD with high energy density, leading to  $sp^2$ -hybridized surface patches on nanodiamonds. This allowed for the efficient grafting of aryl groups to the surface of primary diamond nanoparticles. Stable, homogeneously functionalized nanodiamond particles in colloidal solution can be obtained by this method.

### 1. はじめに

グラファイトシートは六員環一つを五員環に取り換えると、シートは凸面へと変化する。この凸構造が12個集まると、閉じた炭素殻、つまりフラーレンが得られる。ナノチューブはグラファイトシートを巻いて筒状にした構造を持つが、その閉じた先端構造はフラーレンの半球構造に相当する。フラーレンの発見を契機に、このような六員環以外の多員環が形成する多様な構造や、そこから生じる優れた物性に注目が集まり、次世代テクノロジーを支える基幹材料として著しい発展を見せている<sup>1)</sup>。一方で、これまでほとんど手がつけられていなかった、あるいは手がつけられなかったナノ炭素材料に焦点を当て、新たな展開につなげようという試みも活発化しつつある。

ダイヤモンドにはさまざまな突出した性質<sup>2)</sup>、例えば、

優れた機械的特性や熱伝導特性、ワイドバンドギャップを持つ電子構造、耐薬品性などがあることが知られている。それにも関わらず、硬過ぎて加工が難しく、切削研磨にしか活用されていない。これがナノスケールの大きさを持つダイヤモンドであればどうなるだろうか。最早切削加工の必要はなく、粒子としてそのまま活用したり、あるいはボトムアップアプローチにより高次元構造を構築したり、様々な可能性が考えられる。

ナノサイズのダイヤモンド粒子合成法は意外に古くから知られている。1963年にソビエトの科学者が、トリニトロトルエンとヘキサゲンの混合爆薬を酸素欠乏条件下で爆発させると爆薬に含まれる炭素を炭素源とした煤が生成し、そこに4-5 nm程度の大きさのナノダイヤモンド粒子が、最適条件下では50%を超える収率で得られることを明らかにした<sup>3-5)</sup>。ところがナノ粒子を扱う技術が熟成されていなかった上に、冷戦終結まで西側諸国に情報が公開されていなかったために、長らく研究対象の組

1) 材料機能工学科 2) ヴルツブルク大学有機化学研究所 3) 株式会社ナノ炭素研究所

1) Department of Materials Science and Engineering 2) Institut für Organische Chemie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg 3) NanoCarbon Research Institute

上に上ることはなかった。

技術的側面では、この爆発法ナノダイヤモンドが 100-200 nm 程度の大きさを持つ著しく強固な凝集体を形成していることが厄介な問題として持ち上がってきた。つまり一次粒子径が一桁ナノにも関わらず、ナノ粒子としてほとんど生かせなかったのである。この強固な凝集に関しては、粒子間に存在する共役結合に由来するという議論<sup>6,7)</sup>と、最近新たに報告された静電引力による結合、つまり結晶面に依存してナノダイヤモンド表面に発生するプラスとマイナスの電荷分布に原因を求める議論<sup>8)</sup>があるが、いずれにしても炭素-炭素共有結合程度のかなり強い結合力が介在する。

最近我々は、セラミックビーズを用いたビーズミルを使って凝集体の解砕に成功し、水中での単分散を得た<sup>6,9)</sup>。本研究ではさらに簡便な解砕法の開発を行い、分散特性の評価、表面改質法の開発を進めた。

## 2. 爆発法ナノダイヤモンドの凝集解砕

生成過程において発生する黒鉛型副生成物は、一般に強酸酸化により取り除かれる。この過程で水酸基、カルボキシル基などの官能基がダイヤモンド表面に導入され、粒子の分散特性に大きな影響を与える。多種の試料を試験した中で、甘肅凌云納米材料有限責任公司において合成、精製された爆発法ナノダイヤモンドが最も水中分散に適していたため<sup>9)</sup>、これを用いて実験を行った。

ビーズミルを使って凝集体の解砕をする場合には、まず精製過程プロペラ式攪拌機と超音波洗浄機を用いて 1-10 重量%の濃度でナノダイヤモンド懸濁液を作製し、これを粒径 30  $\mu\text{m}$  のジルコニアビーズで体積比 70%まで満たしたビーズミルに注入する。ミルの攪拌羽根を周速度 10 m/s で回転させると灰色に濁っていた懸濁液が徐々に濃褐色へと変色し、約 1 時間で透明な溶液へと変化した。2 時間の処理により、Fig. 1a のように濃褐色透明であるがチンダル現象を起こすコロイド溶液が得られた。

このときの粒径分布の変化を動的光散乱法 (DLS) によって測定したときの処理時間依存を Fig. 1b に示す。100 nm 程度の凝集体が徐々に解砕されて小さくなり、2 時間の処理で一次粒子の単分散が得られていることが分かる。

ビーズミルでは、攪拌羽根により加速されたビーズ同士が衝突するときに、その間に挟まれた凝集体が剪断応力を受けて解砕が進む。ビーズの速度は攪拌羽根の周速度に依存しており、一般的に 10 m/s 程度である。超音波によるキャビテーションを使っても同様な微粒子の加速が起きることが知られていることから、超音波を用いた解砕を試みた。ただし、キャビテーションのインプロー

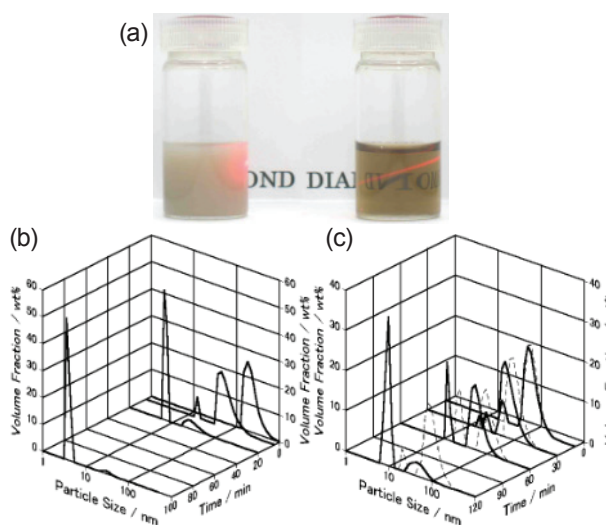


Fig. 1 a) Change in appearance before (left) and after (right) deagglomeration. b) DLS particle volume distribution as a function of time during stirred-media-milling. c) BASD employed instead of the stirred-media-milling in b). The broken lines show the control experiments without beads.

ジョン、あるいはマイクロジェットに叩かれて加速される微粒子の速度はビーズミル内で加速されるビーズの速度より遥かに速くなり、最大 500 m/s に達すると見積もられている<sup>10)</sup>。

実験<sup>11)</sup>ではビーズミルの時と同じ懸濁液 5 mL を使い、ホーン型強力超音波発生装置 (Dr. Hielscher GmbH, UP400S) で 2 時間処理を行った。ビーズ無添加で超音波処理をしたところ、灰色懸濁液の状態は全く変わらず、粒径分布にも Fig. 1c の破線で示すように大きな変化は見られなかった。これに対し、ジルコニアビーズを 7.0 g 加えて処理を行ったときには、ビーズミルと同様に徐々に濃褐色透明な溶液へと変化した。それに伴い DLS で測定した粒径分布も、実線で描かれているように時間とともに小さくなり、2 時間後にはピーク位置が 10 nm 以下まで減少した。この処理を以下では BASD (Bead-Assisted Sonic Disintegration<sup>11)</sup>) と呼ぶ。BASD においてビーズ投入量を増加させたとき、解砕速度が速くなる傾向が見られたが、過剰であると反応管底辺に留まり、解砕に参加できないビーズが生じるため、適量範囲でできるだけ多く投入するようにビーズの量を決定した。また、Branson 製超音波発生装置 Ultrasonic-Homogenizer Sonifier II W-450 を用いた場合は、同じ条件下において 2 時間の処理で一次粒子径まで解砕されている。

このようにして一次粒子径まで解砕したナノダイヤモンドは、単層炭素ナノチューブを支持材料に使った高分解能透過型電子顕微鏡 (HRTEM) 観察によっても、



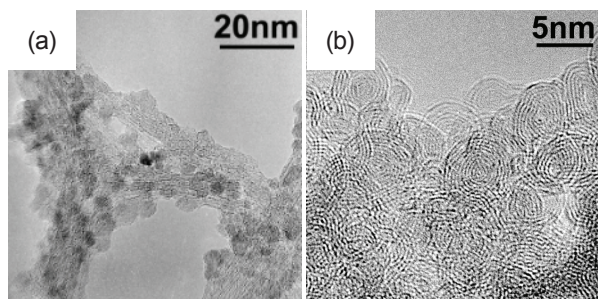


Fig. 2 HRTEM microscopy images of a) deagglomerated nanodiamonds on single-walled carbon nanotubes, and b) after annealing at 1500 °C in vacuo.

Fig. 2a のように完全に解砕されている様子が見られた。また、この試料は真空中、1500°Cでの熱処理により、入れ子構造を持つ多層フラレンである炭素ナノオニオンへと変化し (Fig. 2b), 凝集ナノダイヤモンドから直接グラファイト化させる場合<sup>12,13)</sup>に比べて、各粒子の結合がない独立した球形オニオン構造が得られた。

### 3. ナノダイヤモンドの溶媒分散特性

上述したように、ナノダイヤモンドをビーズミルやBASDにより処理すると、解砕された一次粒子の単分散コロイドが得られる。この解砕ナノダイヤモンド (試料A) のコロイド溶液のゼータ電位を測定したところ、これまで強酸酸化処理されたナノダイヤモンドにおいて報告されてきた負のゼータ電位<sup>14)</sup>とは対照的に、40 -50 mVの正の電位が観測された。このゼータ電位は解砕方法には依存しておらず、酸化法依存が大きいことが示唆される。

爆発法によって得られた煤を硫酸と硝酸を使って320°C以上の温度で精製したナノダイヤモンド試料 (試料B) を用意した。この試料の場合、未解砕、解砕に関わらず純水中で不安定である。これをpH 9.5 -10.0 の範囲に調整すると分散し、-50 mV 付近に他の報告例<sup>14)</sup>同様負のゼータ電位を与えることが分かった。このときDLS測定による粒径分布のピークは常に 30 nm 以上に位置しており、解砕処理を施しても可逆的な凝集体を形成すると思われる。

これらゼータ電位の符号が異なる2つの試料A, Bについて、その原因を調べるために赤外吸収スペクトル (FTIR) を測定した。その結果をFig. 3に示す。試料Aと比べ、試料Bには1778  $\text{cm}^{-1}$ にC=O 結合由来の吸収が見られる。1100  $\text{cm}^{-1}$ のC-O-Cの吸収は顕著に増大し、2900  $\text{cm}^{-1}$ 付近のCH<sub>2</sub>の吸収は減少している。これは試料B表面の強酸酸化によるカルボキシル基とエーテル結合の生成に由来しており、前者はアルカリ性水溶液中で解離して負のゼータ電位を与えると解釈できる。熱処理によりC=Oは容易に脱離<sup>15)</sup>す

るため、試料Bを真空中で700°Cに加熱し、試料B'を得た。この試料は試料Aと同様に中性の水中に分散し、約35 mVの正のゼータ電位を与えた。FTIRスペクトル (Fig. 3) にもそれと矛盾しない変化、つまりC=Oの吸収の消失とCH<sub>2</sub>の吸収の増加が見られ、エーテル結合の吸収を除いて試料Aと類似したスペクトルが観察された。この熱処理条件でエーテル結合の分解は起こらないことから、妥当な結果と言える。試料Bの一次粒子単分散がアルカリ水溶液中でも得られなかった原因に関しては、ナノダイヤモンドが凝集状態で精製過程を経たために不均一なカルボキシル基の付加が起こり、一部残った正のゼータ電位を持った表面との静電引力によって再凝集したものと推察される。

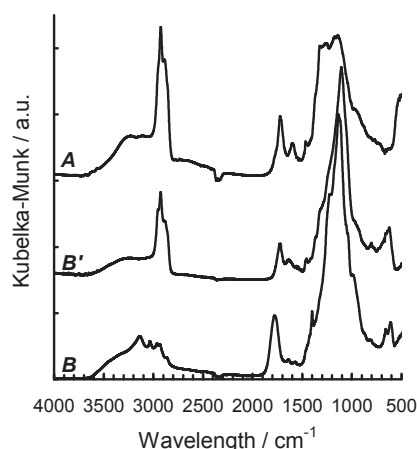


Fig. 3 FTIR spectra of diamond powders A, B, and B'

次に試料Aについて、非水溶媒への分散挙動を調べた。ここで、ナノダイヤモンドが分散可能であるということ、元々形成している凝集構造が解砕可能であるということは必ずしも一致しない。しかしながら、我々が試した範囲では解砕処理による分散性の劇的な変化は見られなかったため、コロイド作製には分散性の良い溶媒を見つけることが重要であると言える。分散性を調べるに際しては、ビーズミル、またはBASDを使って非水溶媒中で凝集体を解砕した。Table 1にまとめたように、分散性の溶媒依存にはいくつかの傾向が見られた。第一に溶媒の極性が強いほど分散に有利である。中でもジメチルスルホキシド (DMSO) 中で非常によく分散し、分散媒としては最も強力であった。DMSOは最も強力な水素結合アクセプターの一つであり、その高い分散能力は恐らくその性質によるところが大きい。さらにこの溶媒は非プロトン性溶媒であるために水素結合ドナーとはなり得ず、したがってナノダイヤモンド粒子間の水素結合を切断する働きがある。そして、DMSOは各粒子を包み込むよう

Table 1 Dispersibility of nanodiamonds deagglomerated in various solvents.

polar protic solvent	disp.	polar aprotic solvent	disp.
water	xxxx	dimethyl sulfoxide	xxxxx
methanol	xxxx	N-methylpyrrolidone	xxxx
ethanol	xxxx	N,N-dimethylformamide	-
2-propanol	xx	hexamethylphosphoric triamide	-
1-butanol	xx	acetonitrile	-
2-methyl-1-propanol	xx	sulfolane	xx
1-octanol	x	1,4-dioxane	-
ethylene glycol	xxxx	propylene carbonate	xxx
propylene glycol	xxx	acetone	-
2-methoxyethanol	xxxx	methyl ethyl ketone	-
		tetrahydrofuran	-

Dispersibility classified into six categories according to the smallest size of secondary particles achieved: 4–5 nm with no flocculation on dilution (xxxxx), 4–5 nm (xxxx), 6–20 nm (xxx), 50–100 nm (xx), > 100 nm (x), and others, which result in spontaneous precipitation (-).

にして溶媒の殻を形成し、再凝集しない安定な分散粒子を作ると思われる。通常コロイド溶液は、希釈時にいったん羊毛状の凝集をするが、ナノダイヤモンドの場合、唯一 DMSO 中でのみこの現象が見られない。これも溶媒殻の形成が引き起こした現象であろう。一方で、DMSO と似た性質を持つ N,N-ジメチルホルムアミド (DMF) がナノダイヤモンドを分散させない理由については明らかではなく、恐らくこのほかにも様々な相互作用が介在していると思われる。

アルコールは良分散媒であり、極性の強さと分散性の高さが対応している。やはり水素結合が関与している可能性が高く、したがって分枝構造を持つアルコールは立体障害によって分散性が低下している。ナノダイヤモンドは、非極性溶媒中では全く分散しないが、ビス(2-エチルヘキシル)スルホン酸ナトリウム(AOT)のような陰イオン性界面活性剤の存在下では、炭化水素溶媒にも分散させられる。逆に極性溶媒中に陰イオン性界面活性剤があると凝集を促すが、陽イオン性界面活性剤や、非イオン性界面活性剤は凝集の妨げとならない傾向がある。

試料 B は試料 A と比べてエーテル結合を多く持ち、A には見られないカルボキシル基を持っている。これらの違いが分散特性に対して与える影響を調べたところ、非水溶媒中では試料 A とほぼ同じ傾向が見られるが、常に分散性が少し低かった。

ビーズミルと BASD では類似した結果が得られている反面、一部 BASD でのみ分散が得られないケースが見られた。しかしながら低出力で BASD 処理すると分散が得られる傾向にあり、ビーズ速度が速過ぎる場合に、表面構造の破壊、不可逆な再凝集、焼結などの現象が起こっている可能性がある。BASD によってもたらされる表面

構造の変化については後に議論する。

#### 4. ハイドロコロイドの安定性

DMSO を除き、水はナノダイヤモンドの最も良い分散媒である。そこで、試料 A のハイドロコロイドについて安定性を調べた。まず、0.5 wt% のナノダイヤモンドコロイドを塩酸と水酸化ナトリウムを使って pH 2–7 の範囲で試料を調整する。測定は 25°C 大気中で行った。結果を Fig. 4 に示す。pH は定常状態になるまで徐々に変化するため、全て調整後 3 日放置して定常状態に達したのちに測定してある。pH 調整していないコロイド溶液は pH 4.32 であったが、pH 4.88 において最も高いゼータ電位が観察された。この値を中心に、酸、アルカリの両方向に対して、凝集が始まるまで徐々にゼータ電位は低下する。一桁ナノのダイヤモンド粒子は pH 3–6 の間で観察され、その範囲を超えると急激な粒子径の増大が見られた。コロイド溶液中の粒子は、溶媒和の効果よりもむしろ表面電荷を持った粒子間の静電反発によって凝集が妨げられ、溶媒中に分散されている。このため、pH が安定領域を外れるとデバイスクリーニング長さの低下を引き起こし、結果として凝集し始めると考えられる。

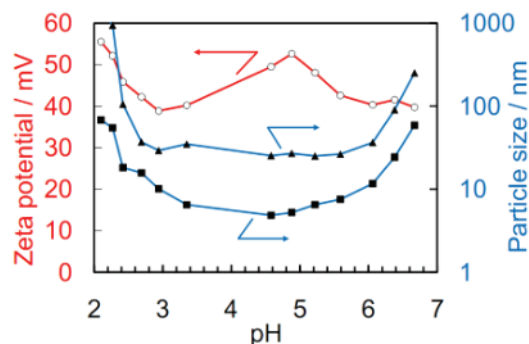


Fig. 4 Dispersion-precipitation behavior of nanodiamond hydrosols at different pH values. The main peak position of particle volume distribution (■), z-average (▲), and zeta potential (○).

#### 5. ナノダイヤモンドの表面化学

上述したように、精製過程に依存して水中での分散特性は変化するが、非水溶媒中では大きな変化はない。しかしながら現実では様々な非水溶媒への分散が求められるばかりでなく、例えば医療応用を進めるためには、高機能を持つ有機分子との結合が求められることもある。したがってナノダイヤモンド表面を如何に自在に化学修飾させるかという課題<sup>16)</sup>がある。

実際に化学修飾を行うと、反応試薬を加えたり、反応に必要な酸やアルカリ条件を作ったりしたときにコロイドの不安定化が起こり、ナノ粒子が沈殿してしまうことがしばしばある。コロイド溶液中の粒子は、溶媒和の効果よりもむしろ表面電荷を持った粒子間の静電反発によって凝集が妨げられ、溶媒中に分散されている。したがって、ここに電解質として働く試薬を添加したり、溶液の pH を変化させたりすることは、粒子間の静電反発を弱め、分子間力による凝集を引き起こす<sup>17)</sup>。しかもナノダイヤモンドは通常かなり強固な凝集体を形成するため、従来の攪拌手法では凝集体内部に閉じ込められた粒子の表面を反応試薬に曝すことはできず、凝集体表面のみ化学修飾されてしまう。結果として、単分散コロイドが安定に存在できる狭い条件下でのみ一次粒子の表面修飾ができるという厳しい制約を受ける。もし攪拌によって凝集体が一時的にでも分解し、内部粒子にも反応する機会が得られるのであれば、こういった問題は恐らく起きない。つまり、ダイヤモンド粒子間の結合力を切るに足るエネルギーを持った攪拌手法を用いることが、この課題を解決する最も単純な方法であると考えられる。

このような視点から捉えると、BASD はナノダイヤモンドのようなナノ微粒子に対して用いる攪拌手法として、強固な凝集構造が解砕可能、従来の化学反応システムへの組み込みが容易、といった適性を持ち、しかも比較的安価に使える。そこで BASD を用いたナノダイヤモンドの表面修飾を試みるために、Fig. 5a のようなシステムを作製した<sup>18)</sup>。超音波発生装置と共通摺合せガラス器具はテフロン製のジョイントでつないでおり、密閉できる。このようなシステムにより、反応容器内では Fig 5b に示すように BASD によって凝集体が壊され、反応試薬に曝

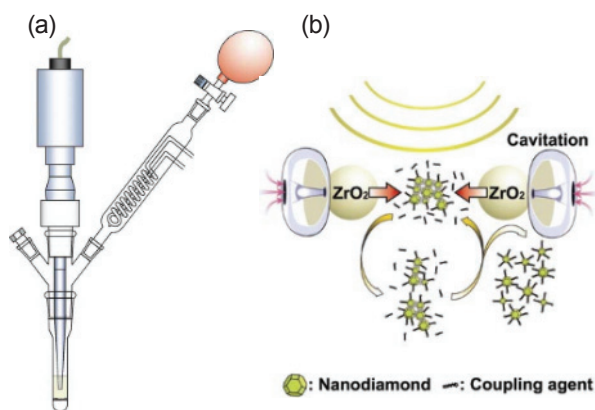
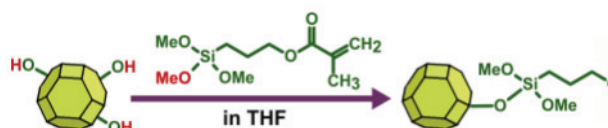


Fig. 5 a) BASD setup for surface chemistry of nanoparticles, where b) simultaneous surface functionalisation and deagglomeration takes place, driven by microjets and shock waves of ultrasonic microbubbles with beads.

された粒子表面が反応し、このサイクルが繰り返されることで最終的に一次粒子の様な表面修飾が期待できる。この装置を用いて凝集ナノダイヤモンドを原料とした 2 つの異なる反応、即ち縮合反応によるシリル化<sup>19)</sup>と、ジブチルアンモニウム塩によるアリアル化を試みた。BASD の効果の評価に際しては、BASD と同条件でビーズを不添加 (BLS: Beadless Sonication) した場合と、磁気攪拌子 (Magnetic Stirring: MS) を用いた場合を対照実験として行った。MS の反応容器には丸底フラスコを用いた。

### 5.1 ナノダイヤモンドのシリル化



Scheme 1 Silanization of nanodiamonds surfaces.

BASD を用いたナノダイヤモンドのシリル化には、Fig 5a の装置を使用し、Scheme 1 の反応を行った。凝集ナノダイヤモンド 200 mg を粒径 50  $\mu\text{m}$  のジルコニアビーズ 10 g と共に反応容器に入れ、7.0 mL のテトラヒドロフラン (THF) を加える。窒素雰囲気中に置換したあと、0.5 mL のアクリル酸 3-(トリメトキシシリル)プロピルを加え、室温で 10 時間反応させた。反応生成物はアセトンを使って、遠心分離機で十分に洗浄した。BLS ではジルコニアビーズを除いて上と全く同様の手順で反応を行った。ナノダイヤモンドは初期状態においては THF 中に分散しないため、沈殿状態から反応開始する。反応が進むに従い、BASD を用いた場合にのみ灰色懸濁液が徐々に黒く変色し、透明黒褐色のコロイド溶液が最終生成物として得られた。他の場合は懸濁液のまま進んだ。

DLS 測定を行ったところ、BASD を使って得られたコロイドは Fig. 6a のように約 10 nm にピークを持つ粒径分布を示すことが明らかになった。付加したシリル基の長さを考慮すると、これはほぼ一次粒子径と一致すると考えてよい。生成物の外観を比べても BASD 処理試料のみ明らかに異なる様相を呈しており、BLS と MS 処理試料は沈殿するために粒径分布は測定できなかった。この THF 中に分散した BASD 試料を単層炭素ナノチューブを支持材に用いて HRTEM 観察を行ったところ、Fig. 6b のようにナノチューブ上に一様にナノダイヤモンド一次粒子が分布しており、全く凝集していないことが分かった。これはつまり、凝集体は完全に解砕されており、一次粒子が表面修飾されて THF 中でも凝集しない分散能力を獲得したということの意味する。

FTIR スペクトルにも表面修飾による明確な特徴が現



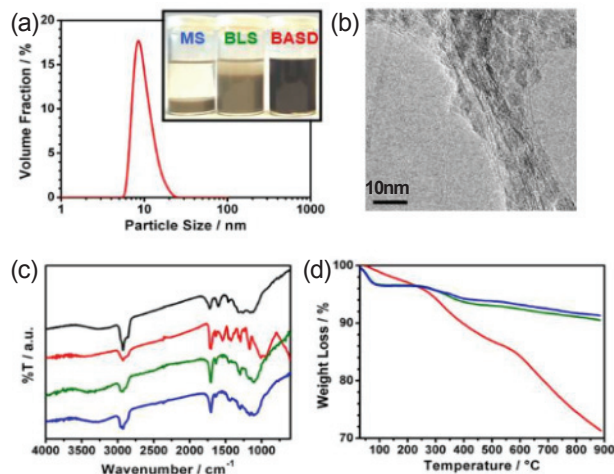


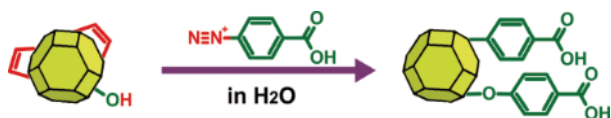
Fig. 6 Characterization of D-NDs silanized using BASD (red), BLS (green), and MS (blue). (a) Dispersion behavior of the silanized samples in THF. (b) Typical HRTEM micrograph of the BASD-silanized D-NDs deposited on SWCNTs in THF. (c) FTIR spectra of the pristine D-NDs (black) and silanized samples. (d) Thermograms of the silanized samples.

れた。Fig. 6c に BASD, BLS, MS 試料に加え、反応前の凝集ナノダイヤモンドのスペクトルを示してある。シリル化反応したいずれの試料も導入した官能基に相当する吸収が見られているが、 $1110\text{ cm}^{-1}$  付近に現れる C-O-Si 結合に注目すると、BASD 処理試料においてのみ  $1010 - 940\text{ cm}^{-1}$  へとダウンシフトしている。ここで C-O-Si の振動数は、酸素原子と結びついた炭素側の部位の質量に影響を受け、質量増加とともにダウンシフトすることが知られている。つまりここで見られたシフトはダイヤモンド-O-Si 結合に由来していると理解できる。

熱重量分析 (TGA, Fig. 6d) から、他の試料と比べると BASD 試料は吸着水が少なく、 $300 - 500^\circ\text{C}$  にかけての重量減少が顕著であるといった特徴が観察される。前者はシリル基の疎水性に起因し、後者はその付加量を反映していると考えられる。重量減少の始まる温度がアクリル酸 3-(トリメトキシシリル)プロピルの沸点  $253^\circ\text{C}$  より有意義に高いことから、シリル基とダイヤモンド表面間が共有結合によってつながれていることが示唆される。

## 5.2 ナノダイヤモンドのアリール化

Scheme 2 に示すアリール化は、BASD, BLS, MS の 3 つの処理に対してそれぞれシリル化と同じ装置で行った。



Scheme 2 Arylation of nanodiamonds by applying aromatic diazonium salts.

ナノダイヤモンドを  $300\text{ mg}$  含んだ懸濁水  $10\text{ mL}$  にアミノ安息香酸  $2\text{ g}$  と亜硝酸アミル  $1\text{ mL}$  を加え、空气中  $80^\circ\text{C}$  で  $15$  時間反応させた。反応前は比較的安定であった懸濁状態が、反応試薬添加により速やかに沈殿し、反応による改善もなかった。生成物は遠心分離機を用いてアセトンで十分に洗浄した後、水酸化ナトリウム水溶液を使ってアセトン不溶性副生成物を除去した。水酸化ナトリウムを遠心分離器と透析膜を用いて除去し、最終生成物を得た。

水酸化ナトリウムを除去するに従い、生成物はいったん弱アルカリ環境で比較的安定な懸濁液を作った後、再び沈殿を生じる。この挙動は試料 B と類似しており、カルボキシル基によるものと推察される。しかしながら弱アルカリ性においても安定な分散が得られることはなく、これは恐らくジアゾニウム塩の主な反応ターゲットである C=C 結合がナノダイヤモンド表面に欠乏しているためであろうと考えられる。そこで凝集ナノダイヤモンドを真空中  $1100^\circ\text{C}$  で  $1$  時間熱処理し、表面のグラファイト化を行った試料について、再びアリール化反応を行った。この結果、BASD, BLS, MS 全ての試料について、 $\text{pH } 6 - 13$  の広い範囲において安定なコロイドが得られ、 $\text{pH } 10$  付近でのゼータ電位はそれぞれ  $39, 45, 43\text{ mV}$  であった。FTIR スペクトルにはどの手法を用いた場合でも導入したアリール基と矛盾しない吸収が見られ、顕著な違いは見られなかった。しかしながら、粒径分布を DLS によって測定したところ分布のピークは、BASD 試料が  $4.8\text{ nm}$  であるのに対し、BLS では  $45\text{ nm}$ 、MS では  $80\text{ nm}$  と大きな違いが現れた。このことから、ジアゾニウム塩を使ったアリール化においても BASD が有効であり、今回用いた手法の中では唯一 BASD のみによって一次粒子表面の化学修飾が可能であることが明らかになった。

## 6. BASD による表面改質

熱処理によりグラファイト化して表面に C=C 結合を生成させると、そこをジアゾニウム塩が攻撃してナノダイヤモンドのアリール化が起こる。しかしながら、この場合のグラファイト化はダイヤモンド表面に留まらず、粒子内部までグラファイト化される。ピーズミリング中のナノダイヤモンド表面のグラファイト化について可能性が議論<sup>9),20),21)</sup>されており、類似した解砕メカニズムから、BASD でも同様な可能性がある。そこで、ナノダイヤモンドの懸濁液に対して  $3, 6, 12$  時間の BASD 処理を行い、変化を調べた。Fig. 7a は BASD 処理  $12$  時間後の HRTEM 像であるが、表面に特定可能なグラファイト層は形成されていない。一方、FTIR スペクトル (Fig. 7b)



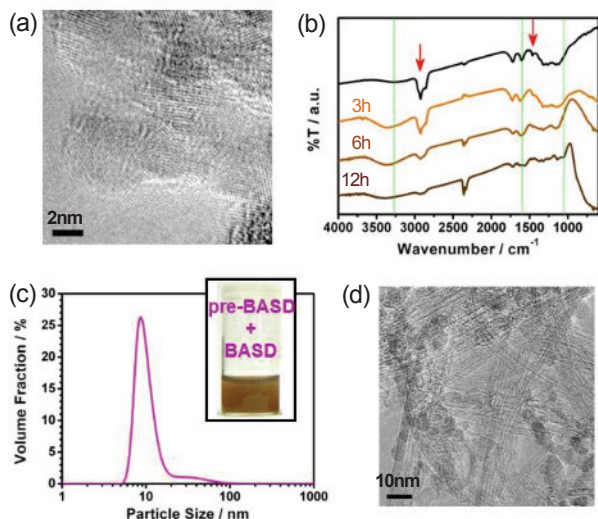


Fig. 7 Arylation of nanodiamonds involving BASD pretreatment. (a) HRTEM image of D-NDs treated by BASD for 12 h in water. (b) FTIR spectra of the pristine nanodiamonds (black) and the BASD samples treated for 3 h, 6 h, and 12 h. (c) Particle volume distribution of aqueous colloid measured by DLS at pH 8.5. (d) HRTEM micrograph of the BASD-arylated sample deposited on SWCNTs in a basic aqueous solution.

には処理による変化が確認できる。飽和 C-H 結合に由来する  $2900\text{ cm}^{-1}$  と  $1465\text{ cm}^{-1}$  の吸収は、時間とともに減少、あるいは消失し、 $3360\text{ cm}^{-1}$  付近の水酸基の幅広い吸収は、水素結合に起因する  $1060\text{ cm}^{-1}$  付近の吸収の出現と共に増加している。 $1600\text{ cm}^{-1}$  付近のバンドのブロードニングと  $1560\text{ cm}^{-1}$  付近のピークの出現は、共役 C=C 結合と芳香環の生成を反映しているようである。つまり、二重結合の生成がに矛盾しない変化である。 $970\text{ cm}^{-1}$  以下の急激な透過率の減少は、ジルコニアビーズの破片からくる吸収である。

次に、ジアゾニウム塩を添加して反応開始する前に 6 時間 BASD 処理を施した試料について、BASD を用いたアリール化反応を行った。反応による、ナノダイヤモンドの分散は見られなかった。得られた生成物は弱アルカリ性で安定に分散し、濃褐色透明なコロイド溶液となった (Fig. 7c)。pH 8.5 における粒径分布は 10 nm 以下にピークを持ち、このとき  $-36\text{ mV}$  の負のゼータ電位を示した。このような分散条件で生成物を単層炭素ナノチューブ上に堆積させ、HRTEM 観察を行ったところ、Fig. 7d のように凝集していないナノダイヤモンドが疎らに存在している様子が観察された。これらの結果より、ナノダイヤモンド凝集体が完全に解砕され、その一次粒子表面で化学修飾が十分に起こって弱アルカリ性水溶液中での分散能力を獲得していることが分かる。即ち、水中での長時

間に及ぶ BASD 処理が  $\text{sp}^3$  炭素から  $\text{sp}^2$  炭素への変化をもたらす、そこで反応が進んだと解釈できる。この前処理の効果は粒子最表面層の変化だけに留まるため、ダイヤモンド構造を最大限保ったまま、C=C 結合をターゲットとする反応を行える。

## 7. まとめ

ナノ粒子はサイズが非常に小さいため、溶媒中で沈殿せずに安定な分散コロイドを形成できる可能性がある。しかしながら化学者が溶液化学で取り扱う溶解可能な化学物質と異なり、分散粒子は僅かな条件の変化で凝集し始める。ナノ粒子の安定な分散を得ることで医療応用やナノ流体、複合材料などの応用への道が拓かれ、分散-凝集を高度にコントロールすることで規則性の高い、あるいは複雑な構造を持った高次元構造体の構築に挑戦できるようになる。爆発法ナノダイヤモンドの場合は強固な凝集体の解砕に始まり、そこから如何に分散-凝集特性を自在に操るかという段階を経て、各応用開発へと進む。まず解砕法としてビーズミルより簡便で融通性の高い BASD を開発し、ビーズミルと BASD を用いてナノダイヤモンドの分散特性評価を行った。その結果、極性の高いアルコールや他の極性溶媒が分散媒として適しており、DMSO が最も強力な分散媒であることが分かった。また適当な分散剤を用いると炭化水素溶媒にも分散可能であり、さまざまな応用へ向けてこれらのコロイドが利用できることが示された。

分散特性の示す精製過程における酸化法依存は、分散特性が主に表面官能基に支配され、したがって官能基の選択によって調整できるということを意味している。しかしながらこのような調整、つまり表面化学修飾は、従来法では分散状態が保たれたまま反応を行う必要があり、限定的条件下に限られる。

ガラス器具を使った従来の溶液化学のシステムへ BASD を組み込んで、ナノダイヤモンドの脱水縮合によるシリル化と、ジアゾニウム塩を用いたアリール化を行い、一次粒子表面の化学修飾が行えることを明らかにした。この方法ではナノダイヤモンドの分散条件に制限されることなく、凝集体を原料として、一次粒子の表面化学修飾が行え、雰囲気や温度の調整、毒劇物の試料、電磁波の照射など、ビーズミルでは困難な処理が可能である。こうして得られた官能基化ナノダイヤモンドでは、官能基の性質に依存した分散特性が得られている。

新たに開発したこの手法は、ナノダイヤモンドの化学修飾に留まらない。ナノ粒子や官能基自体を破壊しないように BASD の処理条件を十分に吟味すれば、粒子が粒

界よりも十分に硬い限り、強固な凝集体を作るナノ粒子の一次粒子表面化学修飾に対して一般的に適用でき、自由な溶媒選択のもとに反応を進められる。これにより、これまで手が出せなかった化学反応が可能になり、さまざまな応用開発の可能性が開かれると期待される。

### 謝辞

本研究を遂行するにあたり、JSPS、NEDO、双葉電子工業株式会社、Deutsche Forschungsgemeinschaft、European Commission under the 6th Framework Programme (Nano4Drugs, EQUIND) の資金援助を受けました。また、東京大学物性研究所の廣井善二教授と市原正樹氏にはHRTEMの使用に際して援助頂き、Kiel大学のN. Stock教授とS. Ziesmer博士にはゼータ電位計、C. Naether氏とI. Jess氏にはTGAの使用に際して援助を受けました。ここに感謝の意を表します。

### 参考文献

- 1) ナノカーボンハンドブック (遠藤守信, 飯島澄男監), NTS Inc., 2007.
- 2) Properties, Growth and Applications of Diamond (M.H. Nazare, A.J. Neves, Eds.), The Institution of Engineering and Technology, 2000.
- 3) J.B. Donnet, C. Lemoigne, T.K. Wang, C.M. Peng, M. Samirant, and A. Eckhardt, Detonation and Shock Synthesis of Nanodiamonds, Bull. Soc. Chem. Fr., Vol. 134, pp. 875-890, 1997.
- 4) O.A. Shenderova, V.V. Zhirnov, and D.W. Brenner, Carbon Nanostructures, CRC Crit. Rev. Solid State Mater. Sci., Vol. 27, pp. 227-356, 2002.
- 5) A.E. Aleksenskii, M.V. Baidakova, A.Ya. Vul', and V.I. Siklitskii, The Structure of Diamond Nanoclusters, Phys. Solid. Stat, Vol. 41, pp. 668-671, 1999.
- 6) A. Krueger, M. Ozawa, F. Kataoka, T. Fujino, Y. Suzuki, A.E. Aleksenskii, A. Ya Vul', and E. Ōsawa, Unusually Tight Aggregation in Detonation Nanodiamond: Identification and Disintegration, Carbon, Vol. 43, pp. 1722-1730, 2005.
- 7) K. Xu and Q. Xue, Deaggregation of Ultradispersed Diamond from Explosive Detonation by a Graphitization: Oxidation Method and by Hydroiodic Acid Treatment, Diamond Relat. Mater., Vol. 16, pp. 277-282, 2007.
- 8) A.S. Bamard, Self-Assembly in Nanodiamond Agglutinates. J. Mater. Chem., Vol. 18, pp. 4038-4041, 2008.
- 9) E.D. Eidelman, V.I. Siklitsky, L.V. Sharonova, M.A. Yagovkina, A.Ya Vul', M. Takahashi, M. Inakuma, M. Ozawa,

- and E. Ōsawa, A stable suspension of single ultrananocrystalline diamond particles, Diamond Relat. Mater., Vol. 14, pp. 1765-1769, 2005.
- 10) S.J. Doktycz and K.S. Suslick, Interparticle Collisions Driven by Ultrasound, Science, Vol. 247, pp. 1067-1069, 1990.
- 11) M. Ozawa, M. Inaguma, M. Takahashi, F. Kataoka, A. Krüger, and E. Ōsawa, Preparation and Behavior of Brownish Clear Nanodiamond Colloids, Adv. Mater., Vol. 19, pp. 1201-1206, 2007.
- 12) V.L. Kuznetsov, A.L. Chuvilin, Yu.V. Butenko, and V.M. Titov, Chem. Phys. Lett., Vol. 222, p. 343, 1994.
- 13) Yu.V. Butenko, V.L. Kuznetsov, A.L. Chuvilin, V.N. Kolomiichuk, S.V. Stankus, R.A. Khairulin, and B. Segall, Kinetics of the Graphitization of Dispersed Diamonds at "Low" Temperatures, J. Appl. Phys., Vol. 88, pp. 4380-4388, 2000.
- 14) X. Xu, Z. Yu, Y. Zhu, and B. Wang, Effect of sodium oleate adsorption on the colloidal stability and zeta potential of detonation synthesized diamond particles in aqueous solutions, Diamond Relat. Mater., Vol. 14, pp. 206-212, 2005.
- 15) H. P. Boehm, Surface oxides on carbon and their analysis: a critical assessment, Carbon, Vol. 40, pp. 145-149, 2002.
- 16) A. Krueger, M. Ozawa, G. Jarre, Y. Liang, J. Stegk, and Li Lu, Deagglomeration and functionalisation of detonation diamond, Phys. Stat. Sol. A 204, pp. 2881-2887, 2007.
- 17) X. Han, Y. Li, S. Wu, and Z. Deng, A General Strategy Towards pH-Controlled Aggregation: Dispersion of Gold Nanoparticles and Single-Walled Carbon Nanotubes, Small, Vol. 4, pp. 326-329, 2008.
- 18) Y. Liang, M. Ozawa, and A. Krueger, A General Procedure to Functionalize Agglomerating Nanoparticles Demonstrated on Nanodiamond, ACS Nano, Vol. 3, pp. 2288-2296, 2009.
- 19) A. Krueger, Y. Liang, G. Jarre, and J. Stegk, Surface Functionalisation of Detonation Diamond Suitable for Biological Applications., J. Mater. Chem., Vol. 16, pp. 2322-2328, 2006.
- 20) A.M. Panich, A.I. Shames, H.-M. Vieth, E. Ōsawa, M. Takahashi, and A.Ya Vul', Nuclear Magnetic Resonance Study of Ultrananocrystalline Diamonds, Eur. J. Phys. B, Vol. 52, pp. 397-402, 2006.
- 21) E. Ōsawa, Recent Progress and Perspectives in Single-Digit Nanodiamond. Diamond, Relat. Mater., Vol. 16, pp. 2018-2022, 2007.

(原稿受理日 平成21年9月18日)

# 微粒子ピーニングによる疲労強度向上化

猿木勝司<sup>1)</sup>

## Improvement of Fatigue Strength Properties by Fine-Particle-Peening

Katsushi SARUKI<sup>1)</sup>

### Abstract

The rotating bending fatigue tests were carried out about fine-particle-peening specimens and non-peening specimens. Most specimens are plain and several specimens have a semi-spherical notch or a straight V-notch. The S-N diagrams obtained were compared with peening and non-peening. About the plain specimens, the phenomena were examined by the position of initiation point of fracture. In the case that the fracture origin switched from surface to internal by fine-particle-peening, the fatigue limit increased remarkably. Also in the case that fracture occurred from surface regardless of peening or not, the fatigue limit of the peening specimen increased. In the case that fracture origin was internal regardless of peening or not, the fatigue limit did not increase, but the fatigue life was improved by peening. About the notched specimens, the fatigue limit increased by peening, since fracture occurred from surface of notch in these cases. The improvement of fatigue properties can explain considerably in terms of compressive residual stress given to the surface vicinity by peening. The fatigue limits of the peening specimens, was able to be predicted well comparatively by the distribution of the Vickers hardness and residual stress measured, as the first approximation.

### 1. はじめに

各種輸送機器をはじめとする多くの機器や構造物の部品には小型軽量化が求められ、これに応えるためには疲労強度を向上化させることが一つの課題である。このためには高周波焼入れ、浸炭、窒化など熱処理によって表面を強化する方法とショットピーニングやロール加工など冷間加工によって表面を強化する方法とがある。このうちショットピーニングは、熱処理によって高めた疲労強度をさらに向上化する一手段として、ばねや浸炭歯車などをはじめ種々の部品に幅広く利用されている。

このカテゴリーに属するものの一つに微粒子ピーニングがある。これは  $200\mu\text{m}$  以下の微粒を投射材とし、これをエアで高速に噴射するもので、表面が高温になり熱処理効果から組織が微細になる、表面に白層が現れる、ナノ結晶粒が生成するなどのことが報告されており、従来のショットピーニングとは一味違った形で疲労強度を向上化させる可能性を秘めていると考えられる。しかし一方、疲労強度に強い白層やナノ結晶ができて、それが局所的なものであればそれらのできていないところ

から破壊が起こる、また投射材が微粒であるが故にその影響層は非常に薄く、その下部から破壊が起こるなどして、部品の疲労強度向上にはつながらない懸念もある。

筆者は上記のことを明らかにしたいと考え、まず種々の材料に微粒子ピーニングを施し、疲労強度の向上の仕方を見ていくこととした。蓄積した多くのデータから帰納法的に真理が導き出せるものと思っている。道はまだ長い。本報では数年間で蓄積したデータを提示する。今年度もさらにデータは積み上がるのであるが、残念ながらその結果はここには記載できないので、別な機会に発表したいと考えている。

### 2. 方法

疲労試験は回転数 3150rpm の 4 連式片持ち回転曲げ疲労試験機を用い、打切り回数  $10^7 \sim 10^8$  で行った。疲労試験片は Fig.1 に示す。試験片のくびれ部の最小径  $a$  は 4mm (一部 3mm) で、応力集中率は 1.08 (1.06) である。微粒子ピーニングはくびれ部を含む約 20mm 間に施した。

1) 材料機能工学科

1) Department of Materials Science and Engineering

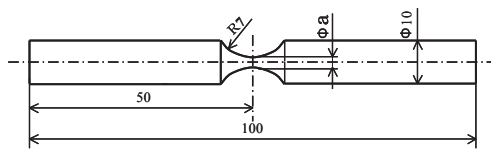


Fig.1 Specimen

用いた粒子は高速度鋼（ハイス）（＃300）および硬質ガラスビーズ（＃300）である。ピーニングは重力式で行い、投射条件は圧力を前者0.6MPa、後者0.4MPaとしたほかは同じで、ノズル径9mm、距離100mm、回転数6rpm、時間40sである。（前者をH、後者をBと表記）。また、その他それ以外の特殊な条件でピーニングした場合はその都度文中に表記する。硬さ、残留応力の測定には、それぞれビッカース硬さ計、X線応力測定器を用いた。

### 3. 機械構造用鋼

#### 3.1 炭素鋼 S25C

試験片は受け入れのままのもの（AR）、微粒子ピーニング処理Hを行ったもの、Bを行ったもの、H後Bを行ったもの（二段ピーニング、以下Dと表記）の4種類である。得られたS-N線図<sup>1)</sup>をFig.2に示す。

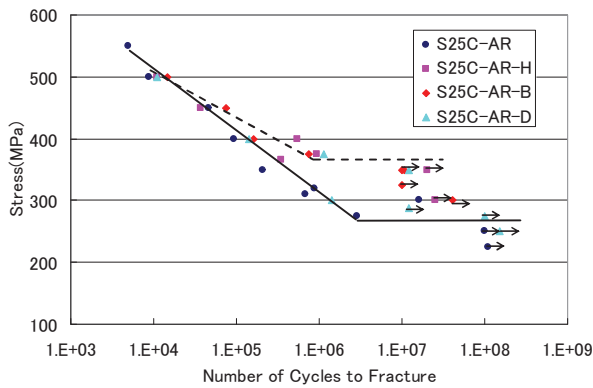


Fig.2 S-N diagram of S25C

図より疲労限度はAR材が263MPaであるのに対し、H材が358MPa、B材が363MPa、D材が363MPaとピーニングしたものはいずれもほぼ40%弱の上昇となった。

ついて疲労限度の推定について述べる。今回の組織はフェライト・パーライト組織なので疲労限度の推定式としては

$$\sigma_{w0} = \{ (HV/8) + 4 \} \times 9.8 \quad (1)$$

を用いる<sup>2)</sup>。その結果210HV（圧子荷重100gf）のAR材の疲労限度は296MPaとやや高めの推定結果となった。残留応力がある場合は残留応力を平均応力とみなし

$$\sigma_w = \sigma_{w0} \{ 1 - (\sigma_r / \sigma_T) \} \quad (2)$$

を用いて推定する。なお式(2)中の両振り疲労限度 $\sigma_{w0}$ は式(1)で、また真破断力 $\sigma_T$ は次式

$$\sigma_T = \{ (HV/3) + 50 \} \times 9.8 \quad (3)$$

で硬さから推定する<sup>2)</sup>。今回いずれのピーニング材も圧子荷重100gf（圧痕対角線約30 $\mu$ m）で測定した表面近傍硬さに顕著な増加は認められなかったが、残留応力は約-250MPa程度付与されていた。この値を用いて式(2)で推定すると、疲労限度は364MPaとなり実験値にかなり近い。このことは対角線30 $\mu$ m程度の圧痕で得られた硬さ値がマクロな疲労強度を決定付けていると考えることができる。ちなみに圧子荷重10gfで測定した表面硬さは400HVであるが、実験値はこの値で推定した疲労限度にはなっていない。

#### 3.2 炭素鋼 S45C

試験片は受け入れのままのもの（AR）とピーニング処理Hを行ったものである。得られたS-N線図<sup>1)</sup>をFig.3に示す。図より疲労限度はAR材が385MPaであるのに対し、H材が438MPaとなり、上昇率は約14%であった。

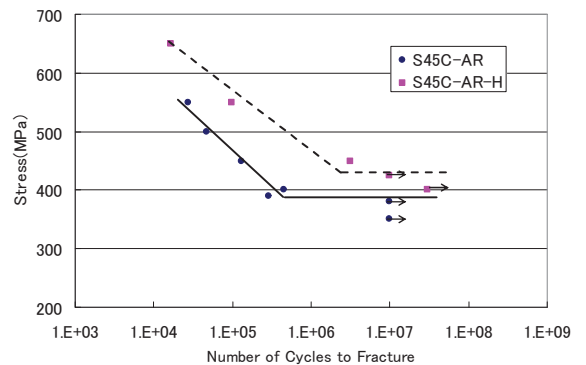


Fig.3 S-N diagram of S45C

つぎに疲労限度を3.1と同様の方法で推定すると、硬さ260HV（圧子荷重100gf）のAR材の疲労限度は358MPaとやや低めであるが、実験値にかなり近い推定結果となった。また、ピーニング処理を施したH材については270HV、残留応力-290MPaから疲労限度の推定を行うと444MPaとなり、この場合も推定値は実験値にかなり近い値となった。

#### 3.3 炭素鋼 S55C

試験片は受け入れのままのもの（AR）とピーニング処理H、B、Dを行ったものあわせて4種類である。得られたS-N線図<sup>3)</sup>をFig.4示す。図より疲労限度はAR材が390MPaであるのに対し、H材、B材がともに445MPa、D材が435MPaで、上昇率は14~11%であった。

疲労限度について3.1と同様の推定を行うと、硬さ



270HV (圧子荷重300gf) のAR材が370MPa, 硬さ255HV, 残留応力-290MPaのH材が429MPa, 硬さ260HV, 残留応力-280MPaのB材が432MPa, 硬さ250HV, 残留応力-300MPaのD材が425MPaとなり, これらはいずれも5%以内の誤差で実験値とよくあった.

ついで微小切欠きについて検討した. 試験片はAR材で Fig.1 の長手方向中央部に機械加工によって半径 300 μm の半球切欠きを付けたもの (以下 S と表記) と深さ 145 μm, 角度 90°, 先端半径 50 μm のストレート V 切欠きを付けたもの (以下 V と表記) の 2 種類とした. これらの切欠き部投影面積はほぼ同じになっている. 応力集中率は前者が 2.2, 後者が 2.0 程度でそう大きな差はない. ピーニング処理はいずれも H と B とした. 得られた S-N 線図<sup>4)</sup> を Fig.5 に示す. 図より疲労限度は S 試験片, V 試験片ともピーニングなしの場合 225~235MPa であるのに対し, ピーニングした H 材では 290MPa, B 材では 265MPa 程度となった. ピーニングによる疲労限度の上昇率はそれぞれ 25%, 15% である.

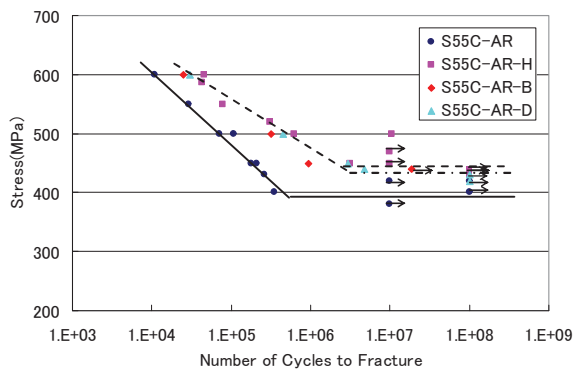


Fig.4 S-N diagram of S55C

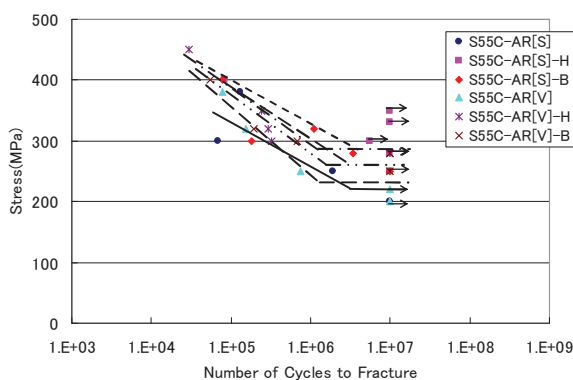


Fig.5 S-N diagram of S55C notched

### 3.4 合金鋼 SCM435

試験片は 1128K 1.8ks 油冷, 873K 3.6ks 水冷の焼入れ焼戻材 (QT) である. ピーニングは H と混合ピーニング (ハイス粒子 30~600 μm, 直圧 0.5MPa, ノズル径 7mm, 距離 150mm, 回転数 6rpm, 時間 60s, 以下 M と表記)

を行った. 得られた S-N 線図<sup>5)</sup> を Fig.6 に示す. 図より疲労限度は QT 材が 450MPa であるのに対し, H 材は 600MPa, M 材は 550MPa, 上昇率はそれぞれ約 30%, 20% であった.

疲労限度の推定には今までと同様に式(2)を用いるが, 式中の両振り疲労限度, 真破断力の推定にはこの場合は式(1), (3)の代わりに焼戻しマルテンサイトに適用できる次式

$$\sigma_{w0} = \{ (HV/8) + 10 \} \times 9.8 \quad (4)$$

$$\sigma_T = \{ (HV/4.3) + 85 \} \times 9.8 \quad (5)$$

を用いる<sup>6)</sup>. HV310 として QT 材の疲労限度は 478MPa となった. またピーニング材は H 材, M 材の硬さが 330HV, 300HV, 残留応力が -400MPa, -330MPa であることから疲労限度は 629MPa, 576MPa と推定できる. 結果は誤差 10% 以内で大略よく推定できているといえる.

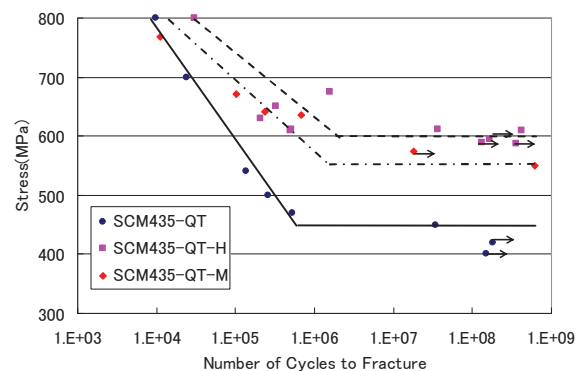


Fig.6 S-N diagram of SCM435QT

### 3.5 合金鋼 SNCM439

この場合の試験片最小径は 3mm である. 試験片は 1123K 3.6ks 油冷, 433K 7.2ks 空冷の焼入れ焼戻材とこれにピーニング処理 H を行ったものである. 得られた S-N 線図<sup>5)</sup> を Fig.7 に示す.

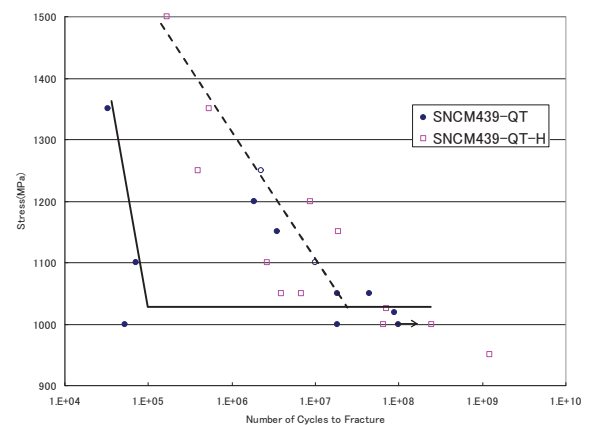


Fig.7 S-N diagram of SNCM439QT

図中オープンマークは内部破壊が明確に認識できたものを示している(以下の図も同じ)。図よりQT材の時間強度線は低寿命側(表面破壊型)と高寿命側(不明確ではあるが内部破壊型と判定)の2箇所に見れ二重S-Nとなっている。しかしH材は高寿命側(内部破壊型)のみに実験点が現れた。また $10^7$ 回強度(第一水平部)は約1050MPaであった。本材料においては、ピーニングの有無にかかわらず内部破壊で疲労限度( $10^7$ 回強度)が決定付けられており、そのことから両者の疲労限度には差が現れなかったものと考えられる。また時間強度域ではピーニング無しのもので低寿命で破壊するものが現れたが、有りのものでは確実に高寿命側で破壊しているので、ピーニングが寿命向上に確実性を与えているといえる。

内部破壊は亀裂の発生進展が真空中で起こるので、疲労限度は高くなる可能性がある。そこで今回の疲労限度の推定には式(4)より高い値を与える次式

$$\sigma_{w0} = 1.6 \times HV \quad (6)$$

を用いた<sup>7)</sup>。推定の方法は、試験片断面の硬さ分布、残留応力分布から式(6)、(5)、(2)を用いて疲労限度分布線を描き、作用応力線との接点として求める。得られた結果はQT材が1020MPa、H材が1030MPa、これらは実験値とかなりよくあっている。参考までに表面近傍硬さと残留応力は、QT材がHV620、-500MPa、QT-H材がHV640、-1150MPaであるから、これらから表面疲労限度を推定すると、前者は1048MPa、後者は1324MPaとなった。前者は内部破壊として求めた疲労限度1020MPaに非常に近い。このことは、どちらで破壊することもありうるということを物語っており、二重S-Nとなった実験結果とよく符合している。

#### 4. 窒化鋼, 浸炭鋼

##### 4.1 炭素鋼 S45C

試験片はガス軟窒化 853K10.8ks (GN), イオン窒化 773K18ks (IN), ラジカル窒化 723K18ks (RN) の3種類の窒化を施したものとそれらにピーニング処理を施したもの(H)である。得られたS-N線図<sup>1)</sup>をFig.8に示す。

図より疲労限度はGN材が663MPa、そのH材が763MPa、前者が表面破壊であるのに対し、後者は内部破壊で上昇率は15%となった。IN材は710MPa、そのH材は760MPa、両者とも表面破壊で上昇率は7%と低かった。またRN材はピーニング処理(H)の有無にかかわらず、682MPaで変わらなかった。

ついで疲労限度推定について述べる。窒化材では一般に最表面に薄い化合物層ができ、その下に拡散層ができ

るが、今回の場合第一近似として表面に形成された薄い化合物層は無視し、拡散層に注目して疲労強度を考える。窒化鋼の場合、拡散層は硬化していることを考え、 $\sigma_{w0}$ の推定には式(4)を、また疲労限度線は修正グッドマン式

$$\sigma_w = \sigma_{w0} \{1 - (\sigma_r / \sigma_B)\} \quad (7)$$

を用いる。式中の $\sigma_B$ は

$$\sigma_B = (HV/3) \times 9.8 \quad (8)$$

で推定する<sup>6)</sup>。まず表面破壊したものについて拡散層の表面近傍硬さ(圧子荷重300gf)、残留応力、推定疲労限度、誤差の順で結果を示すと、GN材450HV、60MPa、623MPa、6%、IN材410HV、-110MPa、638MPa、10%、IN-H材380HV、-430MPa、759MPa、0%、RN材340HV、-190MPa、602MPa、12%、RN-H材357HV、-510MPa、769MPa、13%となった。RN系でやや誤差が大きかったが、他は0~10%の範囲で推定できている。内部破壊で疲労限度が決まっているGN-H材(参考:表面近傍硬さHV470、残留応力-570MPa)については、3.5で述べた方法(ただし使用した式は式(6)、(7)、(8))で疲労限度を推定したが、その結果は710MPa、誤差7%であった。

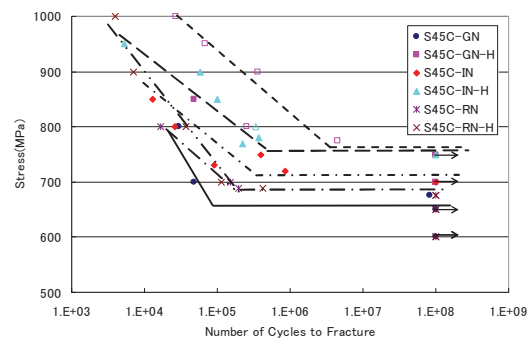


Fig.8 S-N diagram of S45C nitrided

##### 4.2 炭素鋼 S55C

試験片は平滑のほか半球切欠き(S)とストレートV切欠き(V)も加え、それらのそれぞれに4.1と同様、軟窒化(GN)、イオン窒化(IN)、ラジカル窒化(RN)の3種類の窒化を施したものとその後それらをピーニング処理(H)したものである。得られたS-N線図<sup>4) 8)</sup>をFig.9~Fig.11に示す。

図より疲労限度はGN材が625MPa、そのH材は内部破壊に移行し713MPaと14%の上昇、またIN材はピーニング処理(H)の有無にかかわらず内部破壊で700MPa前後、H処理による上昇は認められなかった。RN材は表面破壊でH処理により12%の上昇が認められた。平滑材の疲労限度推定結果については表面近傍硬さ、残留応力、推定疲労限度、誤差の順で結果を示すと、GN材400HV、-70MPa、620MPa、6%、RN材300HV、-250MPa、



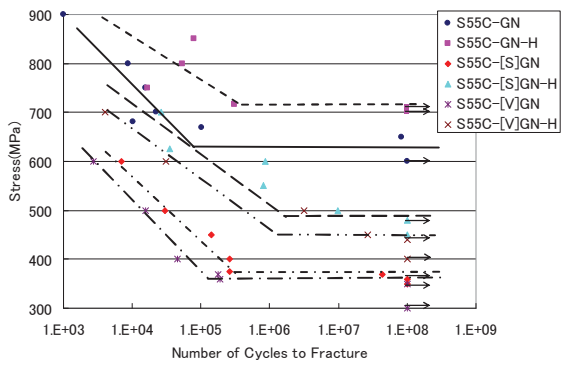


Fig.9 S-N diagram of S55C gas nitrated

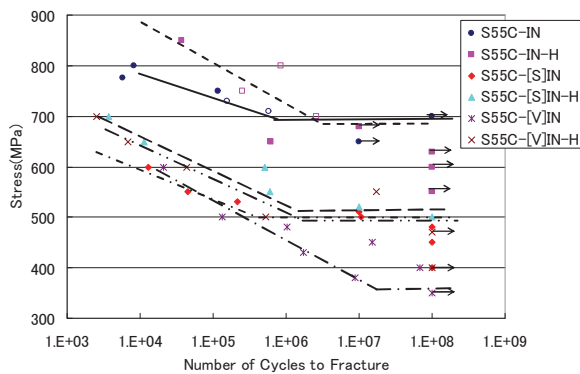


Fig.10 S-N diagram of S55C ion nitrated

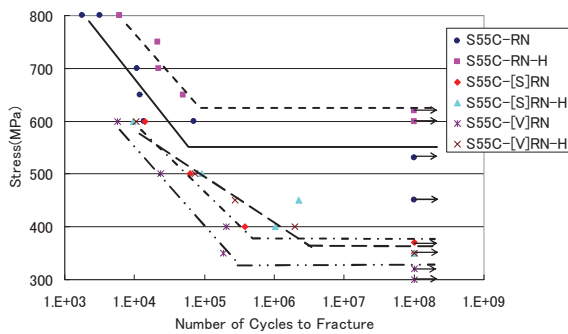


Fig.11 S-N diagram of S55C radical nitrated

584MPa, 3%, RN-H 材 320HV, -250MPa, 607MPa, 4%となった。内部破壊で疲労限度が決まっているものについては4.1で述べた方法で疲労限度を推定したが、その結果はGN-H材が657MPa, 0%, IN材が640MPa, 9%, IN-H材が660MPa, 4%となり、IN材を除きいずれもかなりよい精度で推定できた。

また、半球切欠き、ストレートV切欠きにおけるH処理の効果はいずれの窒化材についても認められ、中でもGN材では疲労限度が30数%と大きく上昇した。

### 4.3 合金鋼 SCM435

窒化処理は4.1と同様とし、ピーニング処理(H)の有無について検討した。窒化による拡散層表面近傍の硬さは600~700HVで、H処理によっても大幅な上昇はなかった。一方、残留応力は窒化した状態では-200~-400MPa程度であるがH処理で-1200~-1600MPaと大幅に変化した。得られたS-N線図<sup>9)</sup>をFig.12に示す。

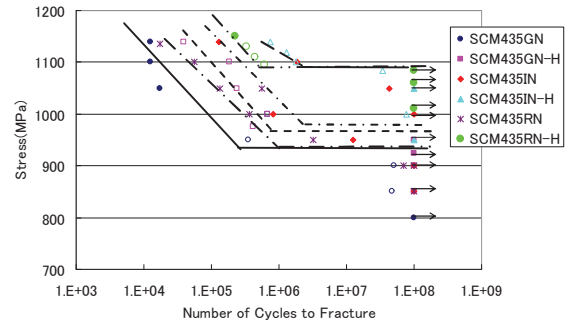


Fig.12 S-N diagram of SCM435 nitrated

GN材はH処理の有無にかかわらず内部破壊で $10^7$ 強度(疲労限度)が決まっており、H処理によるその上昇率は高々4%であった。IN材、RN材では、表面破壊がH処理することにより内部破壊に移行し、上昇率は14~18%と比較的大きかった。

次に浸炭材(Cと表記)についてピーニングの有無を検討した。この場合のピーニング条件は今までのものと異なり、微粒子にWC(9 $\mu$ m)を用い、圧力0.6MPa、距離50mm、時間60sとした(以下Wと表記)。試験材はC材、C-W材とも表面に浸炭異常層があり、その硬さは500HV程度、その後の浸炭部は750~800HVであった。また表面残留応力は前者が90MPa、後者が-490MPaであった。得られたS-N線図<sup>10)</sup>をFig.13に示す。

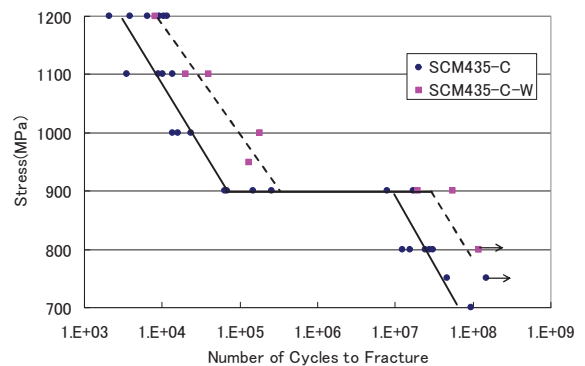


Fig.13 S-N diagram of SCM435 carburized

この場合は $10^7$ 回以下と以上のところに別なS-N線図が現れるいわゆる二重S-N線図となった。一段目のS-Nでも二段目のS-Nでも、ピーニング処理で寿命が延びて

いることが判る。なおこの場合は内部破壊が不明確であったので、破壊起点によるプロットの区別は付けていない。

### 5. 特殊用途鋼

#### 5.1 軸受鋼 SUJ2

この場合の試験片最小径は 3mm である。試験片は 1008K 2.4 ks 油冷、453K 1.2 ks 空冷の焼入れ焼戻しを行ったもの (QT) で、その後のピーニング処理 (H) の有無について検討した。QT 材の表面硬さは 760HV (圧子荷重 100gf) であったが、H 処理により 830HV となり、-1200MPa の残留応力が付与された。得られた S-N 線図<sup>11)</sup>を Fig.14 に示す。時間強度線は QT 材では低寿命側 (表面破壊型) と高寿命側 (表面破壊型と内部破壊型が混在) の 2 本となり、1400MPa 付近に第一水平部が現れたが、H 材ではその高寿命側 (内部破壊型) の関係線に近いところに結果が現れた。本材料では一段目の寿命は H 処理によって高寿命となっているようであるが、二段目はあまり変わらず、どちらかという若干低寿命となった。

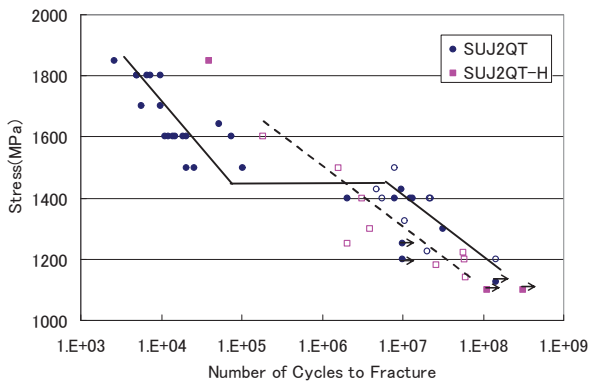


Fig.14 S-N diagram of SUJ2QT

#### 5.2 ステンレス鋼 SUS304

試験材は受け入れのままのもの (引抜き材) (AR) に対するピーニング処理 (H) の有無について検討した。またプラズマ浸炭を施したもの (C) に対するピーニング処理の有無についても調べた。表面近傍硬さは AR 材が HV280, AR-H 材が HV350, C 材が HV530, C-H 材が HV620 であった。得られた S-N 線図<sup>12)</sup>を Fig.15 に示す。

図より AR 材に比し H 処理材は疲労強度が上昇していることがわかる。一方プラズマ浸炭すると疲労限度は上昇するが、寿命は下がる。しかしこれに H 処理を行うと、疲労限度の上昇は見られないが、寿命が 2 桁以上も向上した。

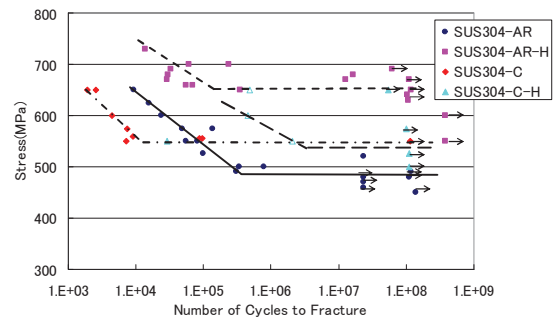


Fig.15 S-N diagram of SUS304

### 6. その他

#### 6.1 球状黒鉛鑄鉄 FCD400

試験材は受け入れのままのもの (鑄放し材) (AC) が表面近傍硬さ 230HV である。それにピーニング処理を行ったもの (H)、浸炭処理を行ったもの (C)、C 後 H 処理および Hp (直圧式) 処理を行ったものについて検討した。それぞれの硬さと残留応力は、AR-H 材が 760HV, -600MPa, C 材が 820HV, 110MPa, C-H 材が 820HV, -1400MPa, C-Hp 材が 790HV, -1700 MPa であった。得られた S-N 線図を Fig.16 に示す。AR 材は H 処理で寿命、疲労限度とも向上したが、この場合も C 材は寿命のみが向上した。

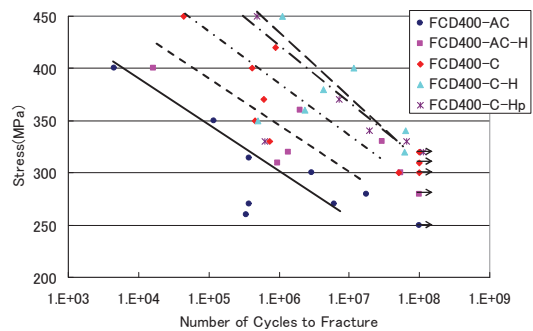


Fig.16 S-N diagram of FCD400

#### 6.2 アルミニウム合金

A5083 は受け入れのままのもの AR (O) 材とそれに二段ピーニングを施したもの (D) について、また A5052 は受け入れのままのもの AR (H34) 材とそれにピーニング処理 B と D を施したもの、A6061 についても、受け入れのままのもの AR (T6) 材とそれに B 処理、D 処理を施したものについて調べた。表面近傍硬さは A5083AR が 95HV, その D 材が 109HV, A5052AR 材が 105HV, その B 材が 115HV, D 材が 145HV, A6061AR 材が 125HV, その B 材が 145HV, D 材が 155HV であった。得られた S-N 線図を Fig.17 に示す。

図より ピーニング処理による疲労強度の向上度合い

は A5083 が最も大きく、ついで A5052 であった。A6061 は硬さは上昇しているが、疲労限度には顕著な向上は認められなかった。

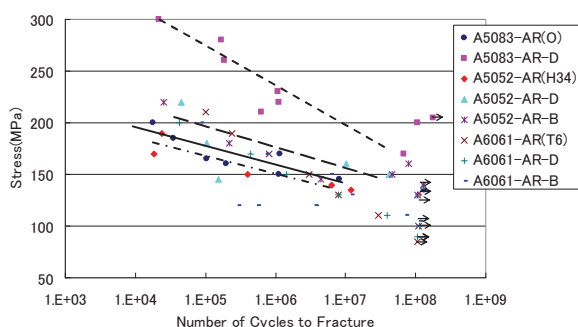


Fig.17 S-N diagram of Aluminum Alloys

### 7. おわりに

微粒子ピーニングによって疲労強度がどの程度向上するか、またそれがどのような要因によっているかについて、蓄積したデータを基に考察した。

(1) 機械構造用炭素鋼 S25C~S55C ではピーニングにより疲労限度に1~4割程度の向上が見られた。なかでも炭素量の低い S25C の上昇割合が大きかった。焼入れ焼戻しした合金鋼 SCM435 でも3割程度の向上が見られた。これらはいずれも表面破壊で疲労限度が決まるものであり、疲労限度の上昇には表面およびその近傍に付与された圧縮残留応力が効いていると考えられる。一方 SNCM439 のように表面破壊、内部破壊が同じ強度レベルであるときはピーニングすることによって表面が強化され破壊が内部に限定される。この場合疲労限度の向上にはつながらないが高寿命が保証されることになる。

(2) 窒化材の場合ピーニングしても内部破壊に移行しない S45C-IN 材, SCM435-RN 材で1割程度、ピーニングによって表面破壊が内部破壊に移行する S45C-GN 材, S55C-GN 材, SCM435-IN 材などでは1~2割の疲労限度向上が認められた。これらの場合も疲労限度の上昇には圧縮残留応力が効いていると考えられる。一方、浸炭材 SCM435-C 材は二重 S-N となったが、ピーニングは低寿命側にも高寿命側にも寿命延長効果をもたらしている。

(3) 軸受鋼 SUJ2 にも二重 S-N が現れたが、ピーニングしたものの結果はこのうち高寿命側の関係線の近くのみ現れ、高寿命に確実性を与えていることがわかる。ステンレス鋼 SUS304, 球状黒鉛鋳鉄 FCD400 もピーニングによって疲労限度が向上したが、浸炭した場合は高寿命化に効果を示した。アルミニウム合金については、

A5083, A5052 などではピーニングによる疲労限度の向上が見られたが、A6061 では顕著な効果は見られなかった。

以上、蓄積した微粒子ピーニングに関する疲労強度データを提示し、現在考えられる硬さの上昇と付与された圧縮残留応力から疲労限度や寿命の向上がどこまで説明できるか検討した。なお、提示したデータは投射条件を種々変えて最適な条件を選んだ上で検討したものではないので、疲労強度が向上しなかったものでも投射条件の選び方によっては向上する可能性がある、また今回向上しているものでも条件によってはさらに向上する可能性もある。これらのことは今後の検討課題としたい。

また、ここに提示したデータは必ずしも本目的のために検討したものばかりではなく、窒化処理と疲労強度の関係とか微小欠きと疲労強度の関係など種々の目的に対して検討した結果も含まれている。これらのデータは今後また別な形でまとめていかなければならないことは当然である。

微粒子ピーニングの場合は一般的に表面粗さが通常のショットピーニングより小となるので、そのことは疲労強度に有利となり、表面粗さが疲労強度を低下させるということはあまり考慮しなくてもよいと思われる。したがって本報でも表面粗さについては特に触れなかった。また、白層やナノ結晶の生成などのような微視的考察も本報では行っていない。しかし、このような表面現象が疲労強度にどのような形で効くのかについては、今後さらにデータの蓄積を計るとともに、ミクロな観察と考察を加え検討していかなければならない。そしてそのような詳細な検討の結果を踏まえ、工学的に有用な一般化を進めていく必要がある。まだまだ道は長い、今後期待して筆を置くこととする。

### 謝辞

本研究を遂行するにあたり、微粒子ピーニングの大部分は榊不二機販殿にご協力いただいた。またデータはすべて猿木研究室所属の学生によって取られたものである。記して謝意を表す。

### 参考文献

- 1) 坂東啓至, 猿木勝司: 微粒子ピーニングによる鋼材の疲労強度向上化に関する一考察, 日本材料学会東海支部第2回学術講演会講演論文集, pp.49-50,2008
- 2) 青山咸恒: 自動車構造用鋼板の疲労耐久性 TD-24, 豊田中央研究所, pp.38,1988.

- 3) 日下正造, 猿木勝司: 炭素鋼 S55C の回転曲げ疲労強度特性に及ぼす各種窒化および微粒子ピーニングの影響, 日本機械学会東海支部第 58 期総会講演会講演論文集, pp.11-12,2009
- 4) 日下正造, 猿木勝司: 窒化処理した微小切欠き材の回転曲げ疲労強度特性に及ぼす微粒子ピーニングの影響, 日本機械学 2009 年度年次大会講演論文集, Vol.1, pp. 109-110,2009
- 5) 八田一成, 猿木勝司: 微粒子ピーニングを施した機械構造用合金鋼の超長寿命域を含む疲労特性, 日本機械学会東海支部第 52 期総会講演会講演論文集, pp.271-272,2003
- 6) 青山咸恒: 焼入れ焼もどした構造用鋼の強度特性: REVIEW of TOYOTA RD CENTER, Vol. 5, No. 2, pp. 1-30, 1968
- 7) 日本材料学会: 第 4 章 疲労強度, 改訂材料強度学, p.93,2005
- 8) 日下正造, 猿木勝司: 微小切欠きを付した炭素鋼 S55C の回転曲げ疲労強度特性に及ぼす各種窒化処理の影響, 日本材料学会第 58 期学術講演会講演論文集, pp.411-412,2009
- 9) 鳥居敦厚, 猿木勝司: 窒化および微粒子ピーニング処理を施した SCM435 調質鋼の広寿命域回転曲げ疲労特性, 日本機械学会東海支部第 57 期総会講演会講演論文集, pp.87-88,2008
- 10) 八田一成, 猿木勝司: 微粒子ピーニングを施した機械構造用合金鋼の超長寿命域を含む疲労特性, 日本機械学会東海支部第 57 期総会講演会講演論文集, pp.87-88,2008
- 11) 崔基哲, 猿木勝司: 微粒子ピーニングを施した高炭素クロム軸受鋼 SUJ2 の超長寿命疲労特性, 日本機械学会東海支部第 53 期総会講演会講演論文集, pp.79-80,2004
- 12) 辻俊哉, 猿木勝司: プラズマ浸炭および微粒子ピーニング処理を施した SUS304 の回転曲げ疲労強度特性, 日本機械学会東海支部第 55 期総会講演会講演論文集, pp.207-208,2006

(原稿受理日 平成 21 年 9 月 18 日)

# 液相化学反応を伴う乱流拡散の研究

久保 貴<sup>1)</sup>

## A Study on Turbulent Diffusion with Chemical Reaction in Liquid

Takashi KUBO<sup>1)</sup>

### Abstract

Turbulent diffusion with chemical reactions is of practical importance in many engineering and environmental fields. A diffusion field with a one-step reaction ( $R + B \rightarrow S$ ) in a liquid grid-turbulence has been experimentally investigated. The instantaneous concentrations of two species R and S are measured simultaneously by the light absorption spectrometric method, while the concentration of species B is determined by the conservation law. The statistics of reactive scalar fields are compared with the nonreactive scalar ones. It is ascertained that the mean concentrations of reactants R and B decrease while that of product S increases in the downstream direction because of the chemical reaction. With regard to the scalar fluctuations, it is also observed that the r.m.s. values for species R become smaller than those in the nonreactive case under the present experimental conditions, whereas the r.m.s. values for species B become larger. Furthermore, the correlation coefficient between species R and B is negative and varies from  $-0.9$  to  $-0.95$  in the present measurement region. The present data give very important information for the modeling of the concentration correlation and chemical source term in a turbulent reactive flow.

### 1. はじめに

乱流中における多成分物質の拡散・混合や、それに化学反応が伴う現象は、攪拌器、反応器や燃焼器のような各種工業装置内の流れだけでなく、大気や海洋中の汚染物質の拡散のような自然界の流れにも見られ、その解明が重要な研究課題となっている。

このような現象を実験的に明らかにするためには、反応性乱流場の局所において、多成分の反応性物質の変動濃度を同時測定することが重要である。これまで反応性物質の多成分変動濃度を同時測定した研究として、気相に対しては格子乱流中の混合層<sup>1)</sup>、点源プルーム<sup>2)</sup>および線源プルーム<sup>3)</sup>において、 $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$ を対象とした研究がある。また液相においては、格子乱流中の混合層において各種反応速度をもつ化学反応を対象とした Komori らの実験<sup>4)</sup>や、軸対称乱流噴流における単一の二次反応や連続競争反応を対象とした著者らの実験<sup>5,6)</sup>がある。このように、反応性乱流拡散の実験的研究は近年活発化しており、次第に反応を伴う乱流拡散現象が明らかにされつつある。

一方、数値的研究では、気相における燃焼流の直接数

値計算 (DNS) は数多く行われているが、高 Schmidt 数が特徴である液相においては、濃度変動の最小スケールである Batchelor スケールが Kolmogorov スケールよりも小さくなるため、DNS の実行は非常に困難である。したがって、ラージ・エディ・シミュレーション (LES) などの数値モデルの開発・検証のためには、様々な流れ場における実験データの蓄積が必要である。

そこで本報告では、基本的な流れ場である液相格子乱流中における近似的に一樣な反応性スカラーの乱流拡散を例として、液相化学反応を伴う乱流拡散の研究について紹介を行う。このような研究は、単一の二次反応を対象とした Bennani ら<sup>7)</sup>や連続競争反応を対象とした Mehta ら<sup>8)</sup>の実験があるが、これらはいずれも平均濃度の測定のみで、変動濃度は測定されていない。

本研究で対象とした化学反応は次の単一の不可逆二次反応である：



ここで、R はモノアゾ染料 (赤色)、B はジアゾベンゼンスルホン酸および S はジアゾ染料 (赤紫色) である。また、 $k$  は反応速度定数を表す。この反応は Bourne ら<sup>9)</sup>によって反応速度などの詳細が調べられている連続競争反応の第二反応である。本研究では、物質 B を含む

1) 機械システム工学科

1) Department of Mechanical Engineering



格子乱流中に物質 R の水溶液を格子以上に設置した多数のノズルから注入し、染料である物質 R と S の濃度を吸光スペクトル法<sup>10)</sup>により同時測定した。物質 B の濃度は保存則から求めることができる。

本報ではまず、本研究の格子乱流場の速度場および無反応濃度拡散場の基本的性質を調べる。次に、反応濃度場の測定結果を無反応濃度場と比較することにより、化学反応による濃度場の変化、特に変動濃度特性の変化について考察する。

## 2. 実験方法

### 2.1 実験装置

本研究の反応拡散場の概略を図 1 に示す。測定部は断面 60 mm × 60 mm、長さ 600 mm で、その下側には幅 2 mm、格子間隔  $M = 10$  mm の乱流格子が設置されている。さらに、乱流格子に取り付けられた 25 個のノズル（内径 1.2 mm、外径 1.5 mm）からマルチブルーム状に拡散物質が注入され、格子下流に近似的に一律な反応性拡散場が形成される。拡散物質は乱流格子の横側から供給され、格子の中に設けられた流路を通じて、格子以上のノズルからブルーム状に噴出される。なお、全てのノズルから噴出されるブルームの流量が一定になるように、ノズルの長さが調整されている。

本研究では主に、反応性物質の濃度測定結果について報告するため、流れ方向座標  $x$  の始点を図 1 に示すように、最も長いノズル（長さ  $x_0 = 10$  mm）の先端に置いた。

なお、本研究で使用した吸光スペクトル法による多成分濃度同時測定システムは、軸対称乱流噴流中で本研究と同じ単一反応を扱った実験<sup>11)</sup>と同じものである。多成分濃度測定原理や実際に測定に用いた装置、さらに濃度測定システムの有効性についての詳細は文献(11)を参照されたい。

### 2.2 実験条件

本研究では、格子 Reynolds 数を  $Re_M = UM/\nu = 900$  に設定した。ここで、 $U$  は主流の平均速度で  $U = 0.11$  m/s、 $\nu$  は動粘度である。また、ノズルからの噴出速度は主流の 1.5 倍とした。さらに物質 R および B の初期濃度はそれぞれ、 $\Gamma_{R0} = 12$  mol/m<sup>3</sup> および  $\Gamma_{B0} = 0.2$  mol/m<sup>3</sup> とした。なお、本実験条件の下で反応速度定数は  $k = 0.90$  m<sup>3</sup>/(mol · s) である。

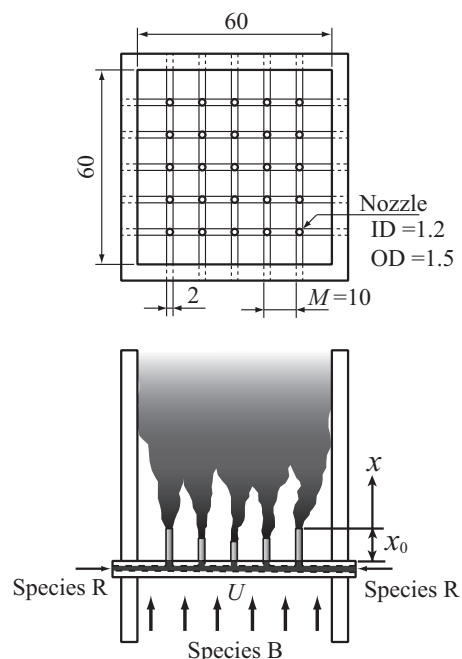


Fig. 1 Schematic of diffusion field and turbulence grid

本研究では、吸光物質である染料の物質 R と S の濃度（それぞれ  $\Gamma_R$  と  $\Gamma_S$  とする）を吸光スペクトル法により同時測定した。このとき、残りの物質 B の濃度  $\Gamma_B$  は次の保存則から求めることができる：

$$\Gamma_B = (1 - F)\Gamma_{B0} - \Gamma_S \quad (2)$$

ここで、 $F$  は化学反応の影響を受けない保存スカラーであり、混合分率（mixture fraction）と呼ばれ、次式で定義される：

$$F = \frac{\Gamma_R + \Gamma_S}{\Gamma_{R0}} \quad (3)$$

なお、式(2)は式(3)を考慮すると、次のモル分率表示の保存則

$$\frac{\Gamma_R}{\Gamma_{R0}} + \frac{\Gamma_B}{\Gamma_{B0}} + \frac{\Gamma_S}{\Gamma_{S0}} = 1 \quad (4)$$

と等価であることに注意されたい。ここで、 $\Gamma_{S0} = \Gamma_{R0}\Gamma_{B0}/(\Gamma_{R0} + \Gamma_{B0})$  である。

さらに、保存スカラー理論<sup>1,11)</sup>を用いると、反応速度定数  $k \rightarrow 0$  の極限（無反応の極限、Frozen limit と呼ばれる）における濃度を次のように求めることができる：

$$\Gamma_R^{(0)} = F\Gamma_{R0} \quad (5a)$$

$$\Gamma_B^{(0)} = (1 - F)\Gamma_{B0} \quad (5b)$$

ここで、上付きの(0)は無反応極限（Frozen limit）を表している。

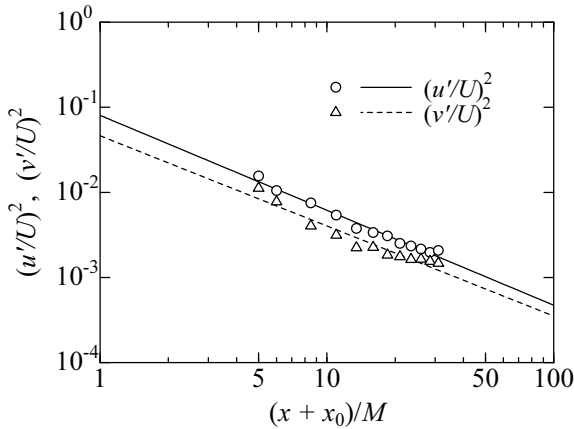


Fig. 2 Decay of turbulent intensities

本研究では以下の 3.2 節で、反応場の測定から得られる上記無反応極限の濃度を、実際の無反応濃度場と比較することにより、本濃度測定の有効性を確認する。

### 3. 実験結果

#### 3.1 速度場

まず、本研究の格子乱流場の基本的特性を明らかにするために速度場の測定を行った。速度場の測定には、レーザードップラー流速計 (LDV) を用いた。

図 2 に乱流強度の下流方向減衰特性を示す。縦軸の  $u'$  および  $v'$  は流れ方向および流れに垂直な方向の速度変動 r.m.s. 値を表している。また、横軸は格子からの距離  $(x + x_0)$  を格子間隔  $M$  で無次元化している。本実験の測定範囲は  $5 < (x + x_0)/M < 30$  と格子に近いものの、この領域では最小二乗近似により次の減衰特性が得られた：

$$\left(\frac{u'}{U}\right)^2 = 0.0804 \left(\frac{x + x_0}{M}\right)^{-1.12} \quad (6a)$$

$$\left(\frac{v'}{U}\right)^2 = 0.0463 \left(\frac{x + x_0}{M}\right)^{-1.06} \quad (6b)$$

さらに、乱流強度の減衰率から本実験の乱流 Reynolds 数  $Re_\lambda$  を見積ると、測定範囲で  $15 < Re_\lambda < 25$  であった。

このように、本研究で用いた格子乱流は格子 Reynolds 数が 900 と多少小さいものの、標準的な格子乱流と同様の指数的な減衰特性を示すことがわかった。

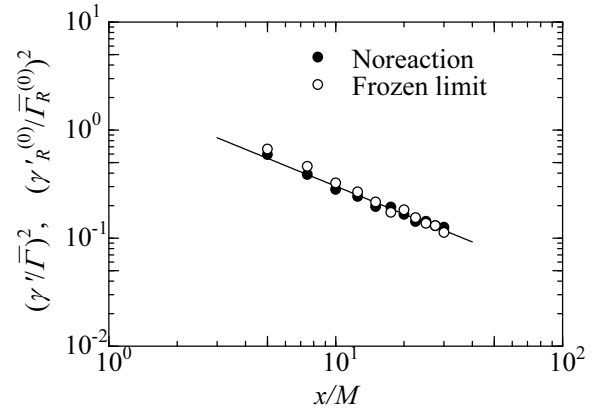


Fig. 3 Decay of concentration fluctuation intensities for nonreactive scalar

#### 3.2 無反応濃度場

次に、本格子乱流場の混合特性を明らかにするために、無反応場において濃度測定を行った。拡散物質としては、本実験のモノアゾ染料 (R) に近い吸光特性を持つ直接染料ローズリンレッド B (C.I. Direct Red 31; C.I. 29100) を用いた。

ここでは詳細は示さないが、測定された濃度の平均値  $\bar{\Gamma}$  は下流方向にはほぼ一定で、ノズル出口での噴出濃度  $\Gamma_0$  で無次元化すると  $\bar{\Gamma}/\Gamma_0 \approx 0.015$  であった。

濃度変動強度の下流方向減衰特性を図 3 に示す。図中 ●印が無反応の場合を示しており、縦軸の  $\gamma'$  は濃度変動 r.m.s. 値を表している。また、横軸はノズル先端からの距離  $x$  を格子間隔  $M$  で無次元化している。図から、濃度変動強度も速度場と同様に指数的な減衰を示しており、本実験の測定範囲で最小二乗近似を行うと次式となる：

$$\left(\frac{\gamma'}{\bar{\Gamma}}\right)^2 = 2.18 \left(\frac{x}{M}\right)^{-0.857} \quad (7)$$

さらに、図中 ○印は反応場の濃度測定から得られる保存スカラー (式 (3)) を用いて求めた無反応極限 (式 (5a)) の結果を示している。縦軸の  $\bar{\Gamma}_R^{(0)}$  および  $\gamma_R^{(0)}$  は、それぞれ無反応極限の平均濃度およびその濃度変動 r.m.s. 値を表している。図から、無反応極限の濃度変動強度の減衰が、実際の無反応の場合とよく一致しており、反応場における 2 成分濃度同時測定が有効であることが確かめられる。

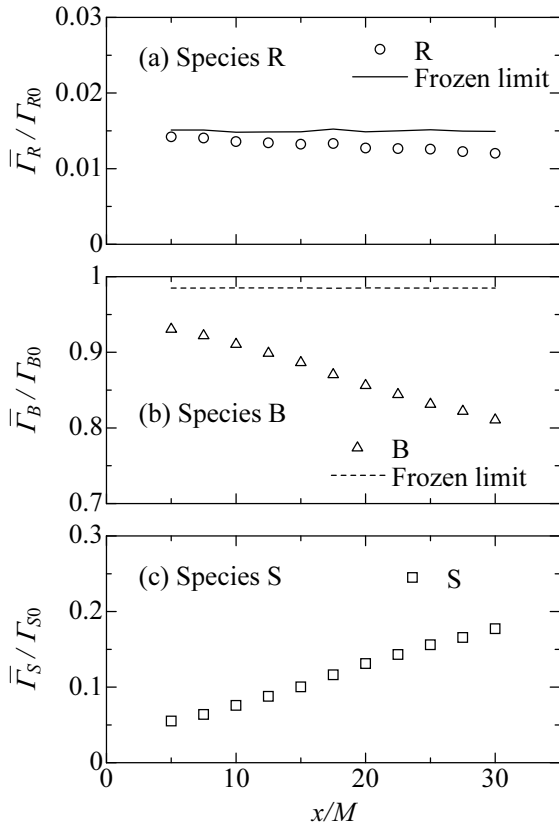


Fig. 4 Downstream variations of the mean concentrations of reactive species

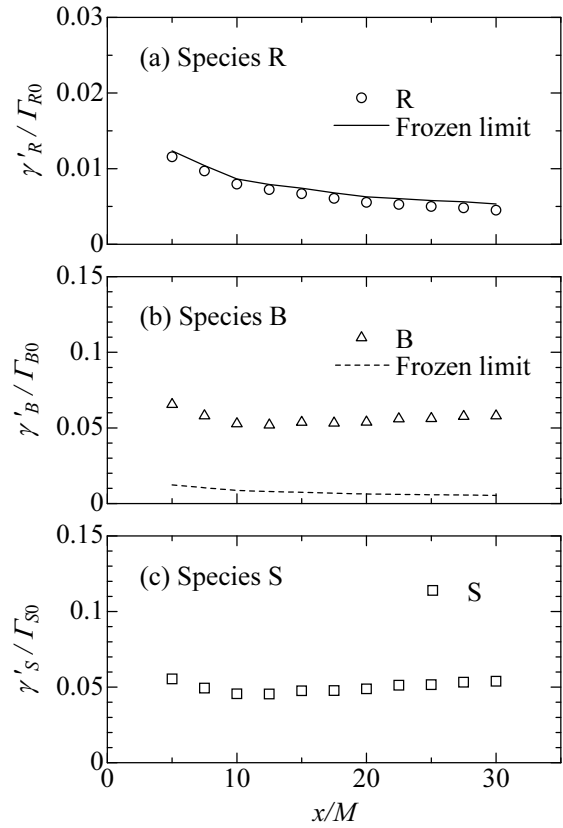


Fig. 5 Downstream variations of the r.m.s. values of concentration fluctuation of reactive species

### 3.3 反応濃度場

さらにこの節では、反応濃度場の測定結果を示していく。

図4に各物質の平均濃度の下流方向変化を示す。縦軸は各物質の平均濃度  $\bar{\Gamma}_i$  を初期濃度  $\Gamma_{i0}$  で無次元化してある。また、横軸は格子間隔  $M$  で無次元化してある。図4(a)および(b)中の実線および破線は、それぞれ物質RおよびBに対する無反応極限の結果を表している。反応物質であるRおよびBについては、下流に行くにしたがって化学反応により物質が消費されるため、平均濃度が徐々に減少することがわかる。逆に、図4(c)の生成物質であるSについては、下流に行くにしたがって生成されるため、平均濃度が徐々に増加している。

各物質の濃度変動 r.m.s. 値の下流方向変化を図5に示す。縦軸は各物質の濃度変動 r.m.s. 値  $\gamma'_i$  を初期濃度  $\Gamma_{i0}$  で、横軸は格子間隔  $M$  で無次元化してある。また、実線および破線は、それぞれ物質RおよびBに対する無反応極限の結果を示している。図から、物質Rの濃

度変動 r.m.s. 値は無反応極限に比べて小さくなり、逆に物質Bの r.m.s. 値は無反応極限よりも大きくなっていることがわかる。

これは次のように説明できる<sup>5)</sup>。本研究では二次反応を考えているため、反応項はモル分率で表すと  $\hat{\Gamma}_R = \Gamma_R/\Gamma_{R0}$  と  $\hat{\Gamma}_B = \Gamma_B/\Gamma_{B0}$  の積に比例する。さらに、保存則(4)を用いて瞬時濃度積  $\hat{w}_{RB} = \hat{\Gamma}_R \hat{\Gamma}_B$  を書き直すと、次のように表される：

$$\hat{w}_{RB} = \hat{\Gamma}_R \hat{\Gamma}_B = \hat{\Gamma}_R (1 - \hat{\Gamma}_S - \hat{\Gamma}_R) = \hat{\Gamma}_B (1 - \hat{\Gamma}_S - \hat{\Gamma}_B)$$

ここで、 $\hat{w}_{RB}$  を  $\hat{\Gamma}_S$  をパラメータとした  $\hat{\Gamma}_R$  または  $\hat{\Gamma}_B$  の関数と考えると、上式より  $\hat{w}_{RB}$  は  $\hat{\Gamma}_R$  軸上の  $\hat{\Gamma}_R = 0$  (または  $\hat{\Gamma}_B$  軸上の  $\hat{\Gamma}_B = 0$ ) の点と  $\hat{\Gamma}_R = 1 - \hat{\Gamma}_S$  (または  $\hat{\Gamma}_B = 1 - \hat{\Gamma}_S$ ) の点を通る上に凸の  $\hat{\Gamma}_R$  (または  $\hat{\Gamma}_B$ ) の二次関数となる(図6)。本実験の測定範囲では  $\hat{\Gamma}_R < \hat{\Gamma}_B$  であり、物質Rの濃度が大きいほど反応項が大きくなり、反応により消費されるため、物質Rの濃度変動 r.m.s. 値は減少する。逆に、物質Bの濃度が小さいほど反応項は大きくなるため、物質Bの濃度変動 r.m.s. 値は増加する。また、物質Sの濃度変動 r.m.s. 値につい

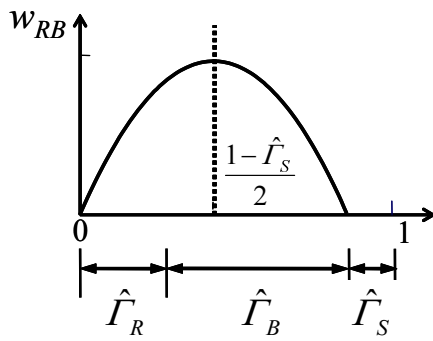


Fig. 6 Profile of concentration product

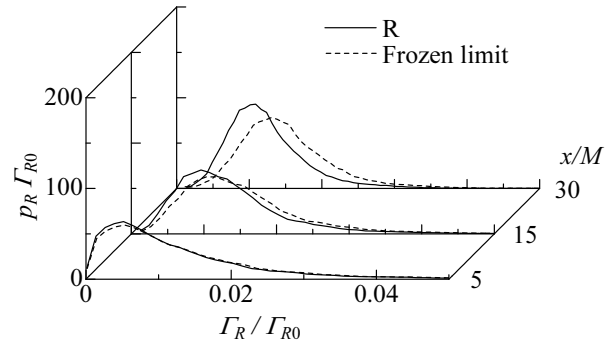
では、下流に行くにしたがって生成される一方で、混合も進むため  $\gamma'_S/\Gamma_{S0} \approx 0.05$  の値をとる。

図7は各物質の濃度確率密度関数 (PDF)  $p_i$  の下流方向変化を示したものである。図4および5の平均濃度と r.m.s. 値の変化でも示されたように、物質 R については無反応極限に比べ、平均値と r.m.s. 値が減少することがわかる。また、物質 R の PDF は正のひずみ度をもつことがわかる。一方、物質 B については、無反応極限と比べると、平均値は小さくなるが、r.m.s. 値は大きくなる。また、物質 B の PDF は負のひずみ度をもつことがわかる。生成物質 S については、化学反応により生成され、正のひずみ度をもっていることがわかる。

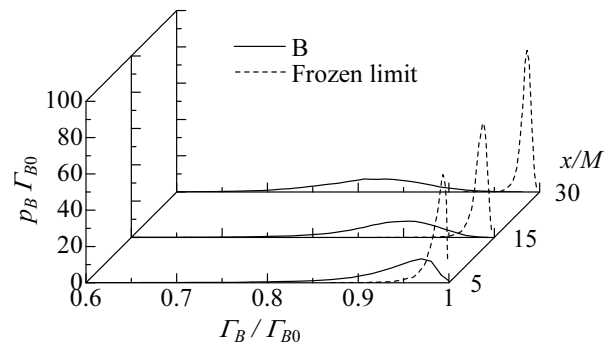
本研究で対象とした反応は二次反応であるため、化学反応項は  $k\Gamma_R\Gamma_B$  で表され、その平均値  $k\overline{\Gamma_R\Gamma_B} = k(\overline{\Gamma_R}\overline{\Gamma_B} + \overline{\gamma_R\gamma_B})$  には濃度相関が含まれる。したがって、反応性乱流に対するモーメントクロージャーマデル<sup>12)</sup>の評価には濃度相関などの濃度結合統計量が非常に重要となる。本研究では、多成分濃度同時測定を行うことにより、このような結合統計量の評価が可能となった。

まず、反応物質 R と B の濃度相関係数  $C_{RB} = \overline{\gamma_R\gamma_B}/(\gamma'_R\gamma'_B)$  の下流方向変化を図8に示す。濃度相関係数は、無反応の場合には  $C_{RB} = -1$  となる。化学反応がある場合、無反応の場合よりも大きくなり、測定を行った範囲では、 $-0.95 < C_{RB} < -0.9$  である。

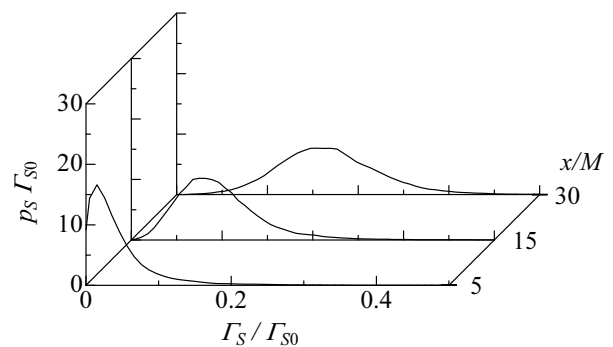
次に図9に濃度相関を平均濃度で無次元化した混合度  $\alpha = \overline{\gamma_R\gamma_B}/(\overline{\Gamma_R}\overline{\Gamma_B})$  の下流方向変化を示す。混合度は  $-1 \leq \alpha \leq 0$  の範囲の値をとり、両物質が完全に混合しているとき  $\alpha = 0$ 、瞬間反応のように完全に分離しているとき  $\alpha = -1$  となる。本研究の格子乱流中の拡散場では、無反応極限の混合度は零に近い値を示すが、下流に行くにしたがって混合が進むため、わずかに大きく



(a) Species R



(b) Species B



(c) Species S

Fig. 7 Downstream changes of concentration PDFs

なっている。化学反応がある場合、混合度は無反応極限よりも小さくなることをわかる。

Fox<sup>12)</sup>によれば、市販のソフトでは濃度相関項を無視して ( $\alpha = 0$  として) 化学反応項を計算したり、無反応の場合の混合度を用いるモデルが使用されるが、このようなモデルでは化学反応項を過大に評価してしまうことがわかる。

さらに、物質 R と B の濃度結合確率密度関数 (濃度結合 PDF)  $p_{RB}$  の下流方向変化を図10に示す。等値線の間隔は 500 であり、図中右下がりの実線は無反応極

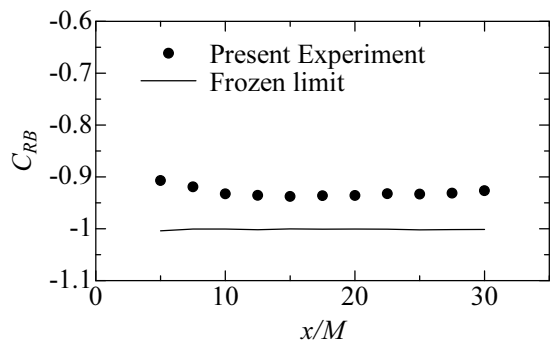


Fig. 8 Downstream variations of the concentration correlation coefficients

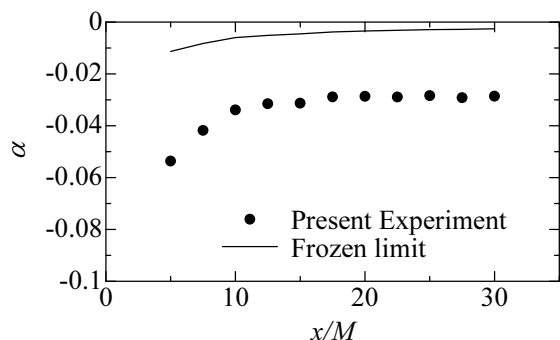


Fig. 9 Downstream variations of the segregation factors

限の濃度結合 PDF を表している。図 8 の濃度相関と同様に負の相関を示し、下流に行くにしたがって、化学反応により結合 PDF が無反応極限から離れていく様子がわかる。

#### 4. おわりに

本研究では、液相における単一の二次反応 ( $R + B \rightarrow S$ ) を伴う格子乱流中の拡散場において、吸光スペクトル法により反応物質 R, B および生成物質 S の瞬時濃度同時測定を行った。具体的には、物質 B を含む格子乱流中に物質 R の水溶液を格子以上に設置した多数のノズルから注入し、格子下流における物質 R, B および S の濃度統計量の特性を調べた。本実験における格子 Reynolds 数  $Re_M$  は 900 である。本研究の内容を以下にまとめる。

- (1) 各物質の平均濃度の下流方向変化から、各物質が混合されながら、反応物質である R と B が消費され、生成物質である物質 S が生成される様子を明らかにした。
- (2) 本実験条件では、拡散物質である R の濃度変動

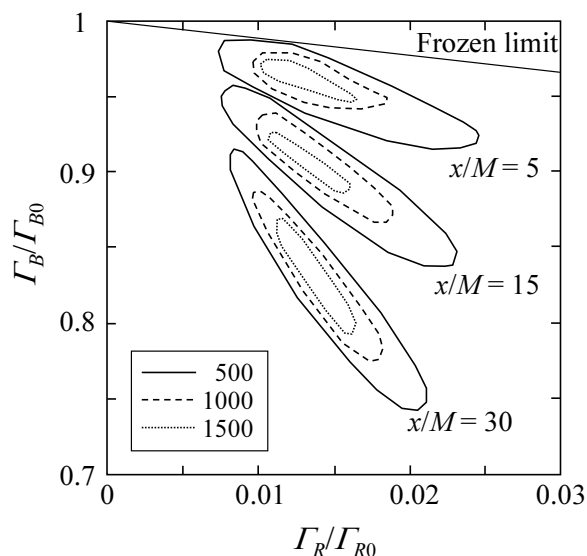


Fig. 10 Downstream changes of concentration joint PDF between species R and B

r.m.s. 値は化学反応がないときに比べて減少し、主流の物質 B については増加することがわかった。この結果は、化学反応項の物質 R および B の濃度依存性より説明することができる。

- (3) 物質 R と B の濃度相関係数は負の値を示し、本実験の測定範囲でその値は  $-0.9 \sim -0.95$  の範囲であった。

#### 5. 今後の展望

第 1 節にも示したように、液相における乱流拡散の問題に対して DNS を実行することは、現在の計算機をもってしても非常に困難である。したがって、実験的研究により液相反応性乱流の現象を明らかにするとともに、数値モデル開発のための実験データの蓄積が求められている。今後も、様々な流れ場における、種々の反応を対象とした実験的研究が必要である。

さらに、本報告では詳しくふれなかったが、反応性乱流の数値的研究も重要である。化学反応がある場合、反応項をモデル化する必要がない確率密度関数 (Probability Density Function, PDF) 法<sup>13)</sup> が有効である。さらに最近では、PDF を LES と同様の考え方に基きフィルター化した、Filtered Density Function (fdf) モデル<sup>14,15)</sup> が注目されている。今後、本報告のような実際の実験データとの比較が期待される。



## 参考文献

- 1) R. W. Bilger, L. R. SaeTRAN, and L. V. Krishnamoorthy: Reaction in a Scalar Mixing Layer, *Journal of Fluid Mechanics*, Vol. 233, pp. 211–242, 1991.
- 2) R. J. Brown and R. W. Bilger: An Experimental Study of a Reactive Plume in Grid Turbulence, *Journal of Fluid Mechanics*, Vol. 312, pp. 373–407, 1996.
- 3) J. D. Li and R. W. Bilger: The Diffusion of Conserved and Reactive Scalars Behind Line Sources in Homogeneous Turbulence, *Journal of Fluid Mechanics*, Vol. 318, pp. 339–372, 1996.
- 4) S. Komori, T. Kanzaki, and Y. Murakami: Concentration Correlation in a Turbulent Mixing Layer with Chemical Reaction, *Journal of Chemical Engineering of Japan*, Vol. 27, No. 6, pp. 742–748, 1994.
- 5) 酒井康彦, 久保貴, 中村育雄: 化学反応を伴う乱流噴流拡散の研究 (第2報, 反応濃度場の特性), *日本機械学会論文集 (B編)*, 第64号, 第628号, pp. 4062–4070, 1998.
- 6) 久保貴, 酒井康彦, 太田功, 中村育雄: 連続競争反応を伴う乱流噴流拡散の研究 (第2報, 反応濃度場の特性), *日本機械学会論文集 (B編)*, 第66号, 第648号, pp. 2014–2021, 2000.
- 7) A. Bennani, J. N. Gence, and J. Mathieu: The Influence of a Grid-Generated Turbulence on the Development of Chemical Reactions, *AIChE Journal*, Vol. 31, No. 7, pp. 1157–1166, 1985.
- 8) R. V. Mehta and J. M. Tarbell: An Experimental Study of the Effect of Turbulent Mixing on the Selectivity of Competing Reactions, *AIChE Journal*, Vol. 33, No. 7, pp. 1089–1101, 1987.
- 9) J. R. Bourne, C. Hilber, and G. Tovstiga: Kinetics of the Azo Coupling Reactions between 1-Naphthol and Diazotised Sulphanic Acid, *Chemical Engineering Communications*, Vol. 37, pp. 293–314, 1985.
- 10) 酒井康彦, 中村育雄, 角田博之, 櫛田武広: 吸光スペクトル法によるファイバ形多成分変動濃度計の開発に関する研究, *日本機械学会論文集 (B編)*, 第56号, 第522号, pp. 518–522, 1990.
- 11) 酒井康彦, 久保貴, 中村育雄: 化学反応を伴う乱流噴流拡散の研究 (第1報, 多成分変動濃度測定システムの有効性), *日本機械学会論文集 (B編)*, 第64号, 第628号, pp. 4053–4061, 1998.
- 12) R. O. Fox: *Computational Models for Turbulent Reacting Flows*, Cambridge University Press, pp. 153–156, 2003.
- 13) S. B. Pope: PDF Method for Turbulent Reactive Flows, *Progress in Energy and Combustion Science*, Vol. 11, pp. 119–192, 1985.
- 14) P. J. Colucci, F. A. Jaber, P. Givi, and S. B. Pope: Filtered Density Function for Large Eddy Simulation of Turbulent Reacting Flows, *Physics of Fluids*, Vol. 10, pp. 499–515, 1998.
- 15) M. R. H. Sheikhi, T. G. Drozda, P. Givi, and S. B. Pope: Velocity-Scalar Filtered Density Function for Large Eddy Simulation of Turbulent Flows, *Physics of Fluids* Vol. 15, pp. 2321–2337, 2003.

(原稿受理日 平成21年9月18日)

# 前方自動車自動追従システムに対するドライバの信頼感

相馬 仁<sup>1)</sup>

## Trust of Driver in Forward Vehicle Automatic Following System

Hitoshi SOMA<sup>1)</sup>

### Abstract

Trust of driver in a driver assist system is important in the development of the system. The trust level may be kept at an appropriate degree as drivers do not put too much or lose confidence in the system. The trust, however, is not yet studied in ITS field. Thus, first we try to measure the fluctuation of trust in a forward vehicle automatic following system using a driving simulator and clarify the relation between the trust and a malfunction of the system. Next we conduct the driving simulator experiment that may lead the subject drivers to over-trust in the system. In this paper the relationship between the trust and psychological factors is examined by factor analysis and we compare the data of subjects having higher trust with those having lower trust. It is found that the psychological factors affecting the trust of subjects with over-trust are different from that of subjects without over-trust.

### 1. はじめに

ITS において様々な運転支援システムが開発されているが、これらは一種の自動化システムである。一般に、人間のタスクを支援するための自動化システムは、人間の慣れ、疲労、油断などのヒューマンエラーに起因する事故の低減を図る上で非常に有効であり、安全性の向上にも貢献する。しかし、100%の信頼性でシステムを運用することは困難であり、一時的な動作不良などの異常は常に発生しうる問題である。したがって、システム全体の安全を確保するためには、人間は自動化システムの動作状態を監視し、また自動化システムは人間のタスクを軽減させるといった関係、すなわち、それぞれの長所、短所を補い合い協調を図ることが、お互いの機能を最大限に発揮する上で重要となってくる。

これまでのヒューマン・マシン・システムに関する研究によれば、システムと人間との協調を考える上で重要な要因の一つに、システムに対する人間の Trust (信頼感) がある。Trust は主に社会学の立場から研究されてきた<sup>1)</sup>。これに対し Muir<sup>2)</sup>は、監視制御系を用いた実験を行い、自動化システムに対する Trust に社会学者らの理論を導入して、監視制御システムに対するオペレータの Trust を解析し、Trust の低下はその自動化システムの使用頻度を減少させることを示している。また、Lee と Moray<sup>4)</sup>

は、同様の実験においてシステムの誤作動がそのシステムに対するオペレータの信頼を失う原因であるとしている。仮にシステムに対する Trust が過度に低ければ(不信)、その使用を中止、もしくはそのシステムからの警報を無視するということがありえる。逆に Trust が過度に高ければ(過信)、何らかの異常が発生した場合に対処できなくなってしまう可能性がある。このことから自動化システムに対する人間の Trust を観察することは、その自動化システムの実用化を考える上で非常に重要である。

しかし、この Trust という考え方を ITS に応用した事例はこれまでほとんどなかった。そこで著者ら<sup>5,10)</sup>は、前方自動車自動追従システムについて Trust に関する実験・解析を試みている。

本報告ではまず、ITS の一つである前方自動車自動追従システムにおける Trust の変動特性について実験結果を示す。次に、ドライバのシステムに対する過信は、自動車走行の安全上好ましくないと考えられるため、ドライバが過信しやすい状況を実験的に作り上げた過信誘発実験を行い、その結果を示す。この実験では、ほぼ自動運転に近いシステム仕様を設定し、さらにシステムを信頼させるためのシーンを体験させて、Trust の急激な上昇を促進している。この実験データから、Trust に影響すると思われる心理的主観項目について因子分析を行う。これにより、過信していると思われる被験者とそうでな

1) 交通科学科

1) Department of Transportation Engineering

い被験者で、Trust に与える影響の違いを述べる。

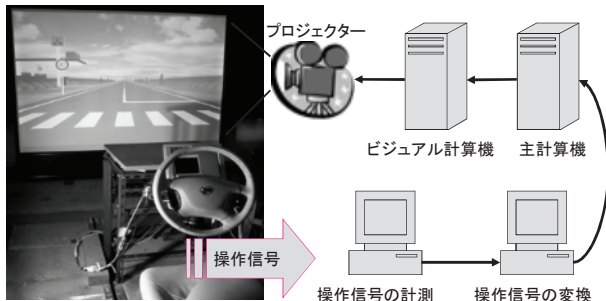
## 2. Trust 変動の実験方法

### 2.1 実験装置

実験にはモーションベースのないドライビングシミュレータを製作して用いた (図 1)。このシミュレータには、前方自動車自動追従システムの状態を示す表示モニターとして 10in の液晶ディスプレイがドライバの正面位置に取り付けられている。車両運動計算および前方視野画像の生成は、それぞれ独立のパソコンで行われ、前方視野画像は 100in のスクリーンに投影される。



(a) Photograph



(b) Block diagram

Fig.1 Driving simulator

### 2.2 異常の定義

実験では、ドライバにわからないように前方自動車自動追従システムに故意に異常を発生させて、そのときの Trust の変化を調べる。ここで異常とは、故障とは異なる状態として定義する。故障はシステム内の部品などが物理的に損傷し、本来の機能をまったく果たせなくなった状態で修理を伴うものであるのに対し、ここでいう異常はシステムの性質上やむを得ず発生して一時的に機能が停止した状態とし、手動・自動で正常動作に復帰することが可能な状態とする。

前方自動車自動追従システムにおいて考えられる異常例は、先行車の後面のよごれ等でセンサーが的確に先

行車を捉えられなかった場合や二車線以上の道路で左側車線を走行中に右側車線で追い抜こうとした車両を先行車と誤認してしまう場合などである。

本実験では、何らかの原因で先行車を見失い、あるタイミングで前方自動車自動追従システムの機能が停止するものとする (電源は入っており、スタンバイ状態となる)。

### 2.3 Trust の評価方法

前方自動車自動追従システムに対するドライバの Trust は、0 から 10 までの尺度で被験者に主観評価させる。0 は「このシステムを全く信頼できない」とし、10 は「完全に信頼できる」とする。被験者は 0~10 の間の数値で回答するものとする。

### 2.4 実験手順

まず走行前に、前方自動車自動追従システムの操作方法とシステムに対する Trust の主観評価方法を説明する。ただし、異常が発生することは説明しない。

開始すると停止している先行車が 5m 先に表示され、5 秒後に加速を始める。道路は終始直線である。先行車の速度パターンは図 2 に示す 2 種類である。速度パターンを 2 種類用意したのは、被験者に先行車の加減速や異常発生タイミングを予測させないためである。

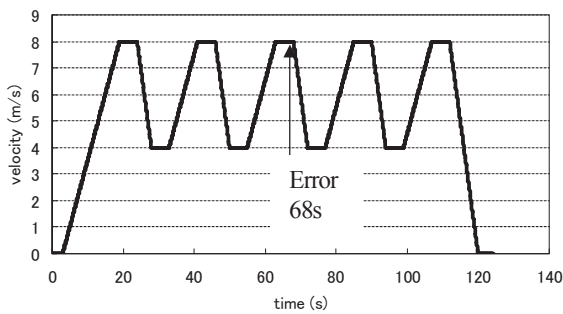
本走行の前に練習走行として前方自動車自動追従システムを使用せずに速度パターン 1 と速度パターン 2 でそれぞれ 1 回ずつ走行させ、自力で先行車に追従することを体験させる。本走行では全て前方自動車自動追従システムを使用して実験を行う。一回の走行の終了ごとに前方自動車自動追従システムに対する Trust の主観評価および感想について記録する。

被験者は、25 歳前後の男性 10 名である。この被験者を 5 名ずつグループ A (走行 5, 10 回目に異常発生) とグループ B (走行 5, 6, 9, 10 回目に異常発生) に分けて実験を行う。表 1 は、両グループについて走行ごとの速度パターンと異常発生の有無を示している。異常は必ず速度パターン 1 で発生させることにし、図 2(a)において 3 回目の減速が始まる直前に前方自動車自動追従システムの機能を故意に停止させる。このとき先行車は減速するため、ドライバは回避行動または手動による機能復帰を行わないと先行車と衝突してしまう。

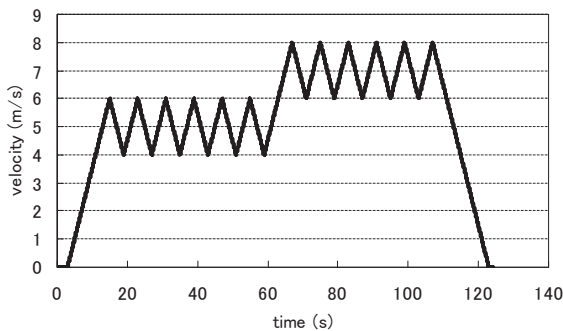
いずれのグループも Trial5 で不測状況における異常が発生する。この走行の終了後に初めて異常が発生する可能性があること (いつ、どのように発生するかは知らせない) を被験者に説明する。これ以降の走行はすべて被験者が異常の発生を予測できる状況 (予測状況) にお

る走行となる。

3章に結果を述べるが、最終的に Trust はある値に落ち着き変動が見られなくなる。最後に異常が発生した走行 (Trial10) 以降である程度 Trust に変動が見られなくなった後、今後もしばらく Trust に変化がないことを被験者に確認できたとき実験終了とする。なお、1回の走行はおよそ3分間であり、一人の被験者について実験時間はおよそ1時間であった。



(a) Pattern 1



(b) Pattern 2

Fig.2 Velocity of the forward vehicle

Table 1 Trial and velocity pattern (MF: Multifunction)

Trial	Group A	Group B
1	1	1
2	1	1
3	2	2
4	2	2
5	1 (MF)	1 (MF)
6	1	1 (MF)
7	2	2
8	2	2
9	1	1 (MF)
10	1 (MF)	1 (MF)
11	2	2
.....	.....	.....

### 3. 実験結果

#### 3.1 Trust の変動

図3は、グループ A とグループ B の走行ごとの Trust 平均値をプロットしたものである。A の付いた矢印はグループ A における異常の発生時点を表し、B 付きの矢印はグループ B における異常の発生時点を表す。

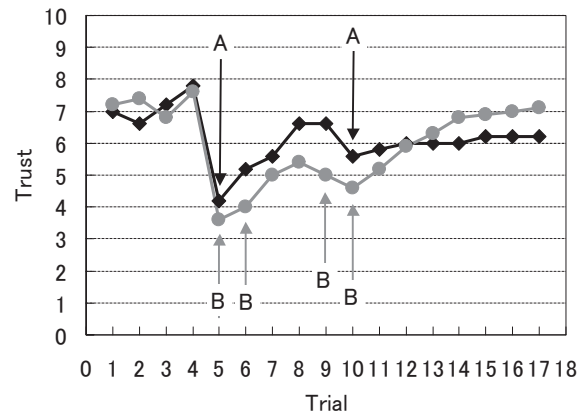


Fig.3 Fluctuation of trust

Table 2 Difference of trust

Subject	Trial4	Trial5 (MF) Unpredictable	Difference	Trial9	Trial10 (MF) Predictable	Difference
a	8	4	-4	6	6	0
b	7	6	-1	9	2	-7
c	7	5	-2	8	9	1
d	9	3	-6	7	8	1
e	8	3	-5	3	3	0
f	7	1	-6	1	1	0
g	7	5	-2	7	4	-3
h	7	4	-3	5	5	0
i	7	5	-2	5	6	1
j	10	3	-7	7	7	0
Average	7.7	3.9	-3.8	5.8	5.1	-0.7

この図からわかるように、最初の異常 (Trial5) が発生するまでは、およそ 7~8 程度の Trust 値を示しているが、異常が発生した Trial5 においては、両グループ共に Trust が大きく低下している。その後、異常が発生しなくなると Trust は回復に向かい、2度目の異常が発生する Trial9 または 10 において再度 Trust が低下している。しかし、2度目のときの異常発生時では、Trust の低下量は少なく、異常発生について予測状況であったためと考えられる。2度目の異常発生後も異常が発生しなければ Trust は回復に向かい、やがて 6~7 前後の値に落ち着いている。



### 3.2 異常発生時の Trust の低下

不測状況と予測状況での異常発生時の Trust 低下量を比較するため、各被験者の Trust 変動を個別に調べる。不測状況については Trial4 (異常発生直前) と Trial5 (異常発生) における Trust 値の差を、予測状況においては Trial9 (最後の異常発生直前) と Trial10 (最後の異常発生) における Trust の差を求める。

その結果を表 2 に示す。不測状況では、すべての被験者で Trust の低下がみられるのに対し、予測状況では、Trust が低下したのはわずかに 2 名である。不測状況と予測状況で Trust の低下について明らかな差があることがわかる。

### 3.3 客観指標と Trust 低下との関係

計測された車間距離などのデータをもとに、異常発生時の Trust の低下と客観的な変量との関係を解析する。ここでは、3.2 節と同様に、異常が発生したときの Trust 値と異常が発生する直前の走行での Trust 値との差を算出し、それを Trust の低下量とする。

(1) 最接近車間距離 前方自動車自動追従システムに異常が発生するタイミングは、先行車が減速を始めるときである。このとき自車は前方自動車自動追従システムの機能が停止し惰性で走行するのに対し、先行車は減速するため、先行車との車間距離が次第に小さくなる。そこで、異常発生後に自車と先行車とが最も接近したときの車間距離を最接近車間距離と定義し、これと Trust 低下量との関係を整理する。ここで、最接近車間距離が大きい場合には早い段階で異常に対応したことを表しており、最接近車間距離が 0m の場合、先行車と衝突したことを示す。

図 4 は、異常が発生したときの、最接近車間距離に対する Trust の低下をプロットしたものであり、直線は回帰直線である。最接近車間距離が小さいほど Trust の低下は大きく、また最接近車間距離が大きいほど Trust の低下は小さくなる傾向となっている。このことより、異常発生時に先行車への衝突や衝突寸前の状況といった危機的状況であるほど Trust の低下が大きいと考えられる。

(2) ブレーキ反応指標 まずブレーキ反応指標とは、異常が発生した時点からドライバがブレーキを踏んだ時点までの時間をブレーキ反応時間とし、この時間の逆数と定義する。被験者の中には異常の発生に何も反応できない者がおり、この場合、ブレーキ反応時間は無限大となる。無限大は解析を行う際に取り扱いが困難となるため、逆数をとってブレーキ反応指標という評価指標を新しく定義する。ブレーキ反応指標の意味は次のとおりである。前方自動車自動追従システムにおける異常の発生

に対し、ドライバが素早くブレーキによって反応した場合、ブレーキ反応時間は短くなる。このときのブレーキ反応指標は、ブレーキ反応時間の逆数であるため高い数値を示す。つまり、この数値が高ければ異常の発生に対するドライバのブレーキによる反応能力が高く、低ければブレーキによる反応能力が低いことを表す。

図 5 は異常が発生したときのブレーキ反応指標と Trust の低下量との関係を表したものである。図中の曲線は多項式回帰した回帰曲線である。ブレーキ反応指標が低いほど Trust の低下は大きく、ブレーキ反応指標が高いほど Trust の低下は小さくなっている。ただし、ブレーキ反応指標が高い領域では、Trust の低下量はほぼ 0 に漸近する。

以上より、ドライバのブレーキによる反応能力が低い場合には Trust の低下は大きくなるが、この反応能力が高い場合には、異常が発生しても Trust の低下に影響しなくなるものと考えられる。

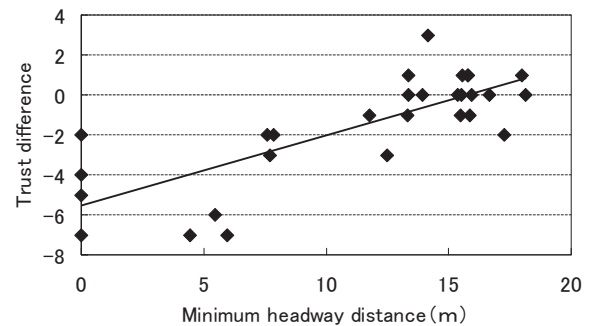


Fig.4 Trust difference vs. minimum headway distance

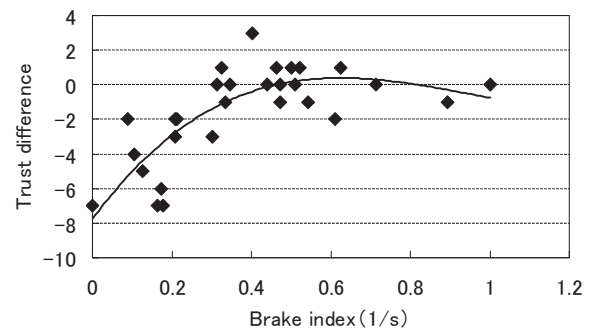


Fig.5 Trust difference vs. brake index

## 4. 過信誘発実験の方法

2 章と 3 章で述べたように、前方自動車自動追従システムに対するドライバの Trust について変動特性が明らかになった。システムの異常に対しては、Trust は大きく低下するが、正常動作の繰り返しにより Trust がある程



度までは回復していくことがわかった。

一方、異常発生が減多に起きなければ、ドライバはそのシステムを信頼し、やがて過信へと至る可能性がある。もし、過信状態になったときに異常が発生すると、ドライバはシステム異常に正しく対応できず、危険な状況に陥ることが考えられる。そこで、本章からはドライバが過信状態になった場合について実験を行い、過信の特性について明らかにする。

4.1 過信誘発実験の共通事項

実験は、一人の被験者当り実施日を変えて2回行っている。まず、2回の実験の共通事項について説明する。

ここで用いた前方自動車自動追従システムは、速度0km/h以上で動作し、発進・停止も自動で行われ、自動停止した後もシステムは作動状態となっている。したがって、被験者は走行を開始して、システムのスイッチを入れた後は、アクセル・ブレーキの操作をしなくても追従走行を続けることが可能である。ただし、ステアリング操作は常に被験者自身が行うものとする。

実験装置としては、先に述べたモーションベースのないドライビングシミュレータを用いている。

走行状況は、片側2車線で車線幅が3.5mの高速道路における渋滞を想定しており、前方にバス、大型トラック、乗用車などを、車線を塞ぐ形で配置している(図6)。前方車両のうち、直前の車両の初期位置として、左側車線前方20mの位置に乗用車を配置し、その先行車より5m後方で右側車線にもう1台の乗用車を配置する。自転車(被験者の運転する模擬車両)は、前方の車群に追従して走行することになる。



Fig.6 Field of view in driving simulator

前方の車群を形成する車両は、0~40km/hの範囲で同じ速度パターンで走行する。速度パターンとして5種類を用意し、走行毎に変化させた。その一つを図7に示す。図中に示された異常は、実験2の最後だけ発生させている。ただし、この異常発生時点で、前方右車線側の乗用

車が左車線(自転車走行車線)に割り込んでくるようになっている。この割り込みは、実験1と実験2の両方で常に行われる。

被験者は、年齢25歳前後の男性計9名で、運転免許を保有する者である。被験者は、指示されたように運転を行うとともに、2.3節で述べたTrustの主観評価および表3のような心理的項目について主観評価を行う。表3の主観評価においても評点は、0~10の点数となっており、例えば、#1の質問に対して、0は「非常に嫌い」とし、10は「非常に好き」とする。

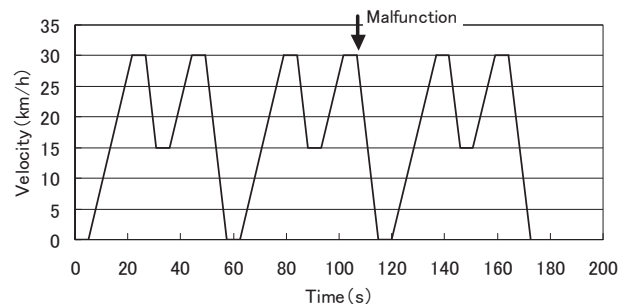


Fig.7 An example of velocity of the foregoing vehicles

Table 3 Subjective evaluation contents

#	Contents
1	この装置の加速の仕方をあなたは好きですか？
2	この装置の減速の仕方をあなたは好きですか？
3	この装置の車間距離のとり方をあなたは好きですか？
4	この装置の動作を全般的にあなたは好きですか？
5	加速操作を任せられますか？
6	減速操作を任せられますか？
7	車間距離調整を任せられますか？
8	全般的にこの装置に運転を任せられますか？
9	この装置の加速の仕方はあなたの方法と似ていますか？
10	この装置の減速の仕方はあなたの方法と似ていますか？
11	この装置の車間距離のとり方はあなたの方法と似ていますか？
12	この装置の動作は全般的にあなたの操作と似ていますか？
13	この装置があれば運転が楽だと思いますか？
14	この装置があれば安全だと思いますか？
15	実際の運転でもこの装置を利用したいと思いますか？
16	この装置の使用に不安、いらら、ストレス、不快感などはありますか？
17	運転負担はありますか？

走行前には、システムの操作方法と主観評価方法を説明する。実験2では、ドライバにわからないようにシステムに故意に異常を発生させている。なお、異常が発生することは被験者に説明していない。

走行では、被験者の加減速操作による自力運転(約3分間)とシステムを利用した運転(補助運転と呼ぶことにする;約4分間)とを行うが、4回の走行中に1回の自力運転を混ぜながら走行を行う。補助運転が終了する毎に被験者に主観評価をしてもらう。

4.2 実験 1

最初に行う実験 1 では、被験者にとって使ってみたいシステムとなるように、走行ごとにシステムの仕様を被験者の希望に沿うように変更する。そのため、被験者の希望次第では、極端に短い車間距離や加速時に極端に早く応答する仕様への変更も可能とする。変更は、各走行終了直後にその都度行い、システムの動作パラメータを修正することで対応する。以上のシステム修正は、ドライバがこれ以上変更する必要がないと申し出るまで続ける。被験者一人当たりの実験の所要時間はおよそ 90～120 分程度である。

4.3 実験 2

後日に行う実験 2 では、より危険な状況を被験者に体験させ、それでもシステムが動作していると安全に危険状況を回避できることを被験者に示す。そのため、本システムは先行車を認識していれば、追突せずに必ず減速することが可能な制御を行うようにした。これにより、システムの安全性・信頼性を強調して、被験者が過信状態に陥ることを促進する。実験での危険状況は、様々な右車線車両の割り込み直後に、前方に入ったその車両が急停車するという場面である。自力走行では、ほとんどの被験者が追突かニア事故の状態となった。

実験 2 の走行の最後に、ドライバが過信状態に陥っていることを確認するため、ドライバにわからないようにシステムに異常を発生させる。この異常は、図 7 に示すとおり、前方車両が減速を開始する時点であるが、同時に右側車線の車両が割り込みを開始する時点でもある。走行回数は全部で 13 回であり、所要時間はおよそ 60～90 分である。

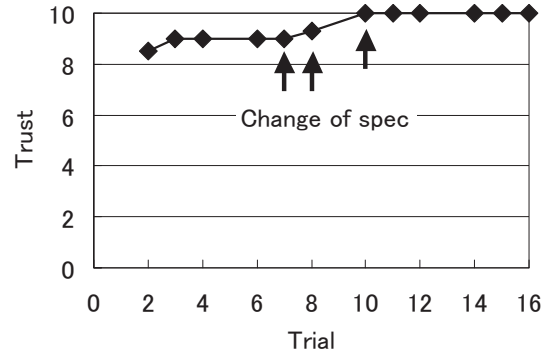
5. 過信誘発実験の結果

5.1 Trust 変動

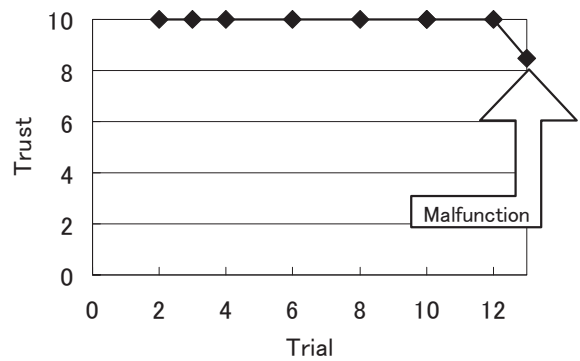
図 8 に実験 1 と実験 2 の被験者 K の Trust 変動を示す。この被験者は、過信状態に陥ったと考えられる者である。走行回数を重ねるごとに Trust が上昇していき、特にシステムの仕様変更に伴って Trust の上昇は大きくなり、Trust10 に達している。実験 2 の最後の走行において異常が発生し、走行終了後の評価において Trust は 8.5 まで低下している。

異常が発生した直後のこの被験者のコメントによれば、「異常発生にはまったく気がつかず、システムは動作していると思い込み、車間距離が急激に短くなったので、理由は分からなかったがとにかくブレーキ操作をした」と回答していた。また、「システムの動作が解除されたの

は自分がブレーキを踏んだためである」とも回答していた。このように、この被験者は本システムを完全に信頼しきっていたものと推測される。



(a) Experiment 1



(b) Experiment 2

Fig.8 Trust of subject K who may become over-trust

Table 4 Comments of subjects with over-trust just after trial run with the malfunction

被験者	コメント
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>システムに頼っていた。</li> <li>理由は分からないが前者に追いついたのでブレーキを踏んだ。</li> <li>ブレーキを踏んだのでシステムがOFFになったと思った。</li> </ul>
G	<ul style="list-style-type: none"> <li>システムに完全に頼っていた。</li> </ul>
J	<ul style="list-style-type: none"> <li>システムに頼っていた。</li> <li>システムOFFになったのは自分の操作ミスと思った。</li> </ul>
K	<ul style="list-style-type: none"> <li>システムに頼っていた。</li> <li>先行車とかなり接近した時点でシステムOFFをモニターで確認した。</li> <li>ブレーキ踏んだが間に合わず。</li> </ul>
N	<ul style="list-style-type: none"> <li>システムに頼っていた。</li> <li>システムOFF気づかず。モニター見なかった。</li> <li>自分がシステムのスイッチを押し忘れたと思った。</li> </ul>

今回の実験に参加した被験者で過信状態になったと推定される被験者は 5 名である。これは、システムに極めて高い機能と能力を持たせ、かつ信頼感を強める経験をさせたことが寄与したものと考えられる。実験 2 の異常発生直後における過信被験者のコメントを整理すると表 4 のようになる。いずれの被験者も「システムに頼っ

ていた」と答え、何人かの被験者は「システムが不動作状態になったのは自分による何らかのミス」と考えている。

5.2 Trust と心理的主観項目の因子分析結果

Trust と心理的主観項目との関係をより詳細に分析するため、実験 1 のデータに関して因子分析を応用して次のような解析を行う。まず、被験者ごとにすべての主観評価項目について因子分析にかける。次に、Trust において因子負荷量の大きかった共通因子を求める。続いて、その共通因子に対して因子負荷量が大きい心理的主観項目 (Trust 以外の主観評価項目) を求める。最後に、この心理的主観項目がピックアップされた被験者の人数をカウントし整理する。これにより、Trust と関連が強く同一の因子が関係している心理的主観項目を求める。

その結果が図 9 である。Trust と同一の共通因子をもつ項目としてカウント人数の最も多かったのは #14 で、ついで #6, #9, #16 および #17 である。つまり、安全性 (#14)、減速操作の委任性 (#6)、加速操作の類似性 (#9)、不安・いらいら・ストレス (#16) および運転負担 (#17) に関する各心理的主観項目となっている。ただし、#14, #6 および #9 については、これらの評価点が高いほど Trust が高く、#16 および #17 についてはこれらの評価点が低いほど Trust が高い傾向となる。

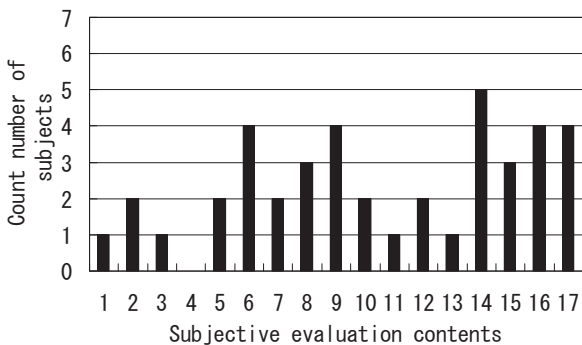
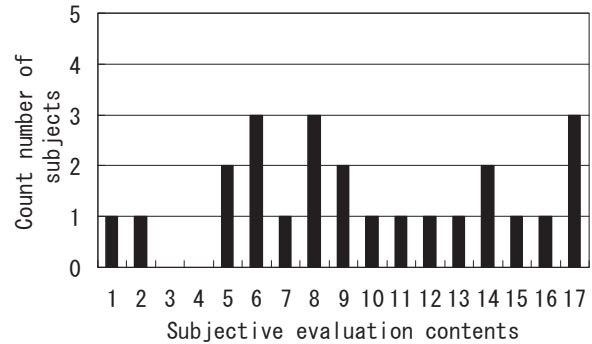


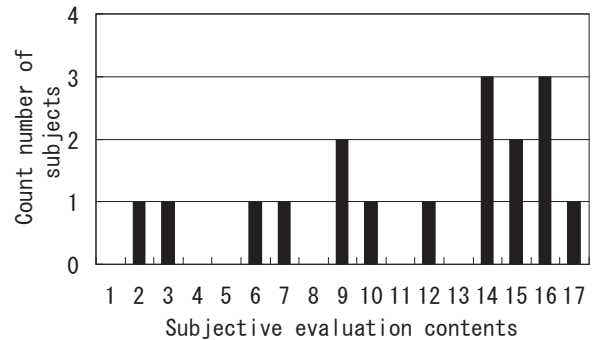
Fig.9 Subjective evaluation factors having the common factor that is the identical in trust

図 9 の結果には、過信状態に陥った被験者 (過信者) とそうでない被験者 (非過信者) の両方のデータが含まれている。そこで、過信者と非過信者に分けて、上記の因子分析結果を示すと図 10 のようになる。過信者では Trust と関連の強い心理的主観項目は、#6, #8 および #17 である。つまり、「減速操作の委任性」、「全般的運転の委任性」および「運転負担」となっている。これに対し非過信者では、#14 および #16 となっており、「安全性」および「不安・いらいら・ストレス・不快感」である。Trust

に影響する心理的主観項目が過信者と非過信者で異なる可能性があると考えられる。



(a) Subjects with over-trust



(b) Subjects without over-trust

Fig.10 Comparison of trust between subjects with over-trust and without over-trust

6. まとめ

前方自動車自動追従システムに対するドライバの Trust 変動、および Trust 変動と最接近車間距離や新たに定義したブレーキ反応指標との関係について、ドライビングシミュレータを用いた実験によりまず調べた。その結果を整理すると次のようになる。

- ① Trust は異常が発生すると大きく低下し、異常のない走行を重ねることで回復してやがてある定常値に落ち着く。
- ② Trust の低下量は、不測状況と予測状況では異なり、不測状況の方が大きい。
- ③ Trust の低下量は、最接近車間距離とブレーキ反応指標が小さいほど大きい。

次に、Trust に及ぼす心理的影響を明らかにするため、過信誘発実験を試みた。因子分析を応用した解析により、次のような結果を得た。

- ④ 過信状態の被験者では、システムに頼っていたとの自覚があり、異常発生に対してシステム異常であ

ることが認識できず、システムの安定した動作に疑問を抱かなかつた。また、システム異常の発生は被験者自らのミスと思ひ込む被験者が多かつた。

- ⑤ 因子分析結果によれば、Trust と同一の共通因子をもつ心理的主観項目は、「安全性」、「減速操作の委任性」、「加速操作の類似性」、「不安・いらいら・ストレス」および「運転負担」であつた。しかし、過信者と非過信者とを分けて整理してみると、両者で異なる心理的主観項目が Trust と強い関連性を示した。過信者と非過信者では Trust に与える心理的影響が異なっている可能性がある。

本報告は、ITS の一つである前方自動車自動追従システムに対するドライバの Trust について実験的に調べた結果であるが、ここで述べた Trust の問題は他の ITS 装置においても同様に關係するものと考えられる。Trust は ITS の開発・実用化において考慮されるべき重要な課題であると考えている。

#### 参考文献

- 1) Barber, B.,: Logic and the Limits of Trust, Rutgers University Press, New Brunswick, NJ, 1983.
- 2) Rempel, J.K., Holmes, J.G and Zanna, M.P.,: Trust in close relationships, Journal of Personality and Social Psychology, No.49, pp.95-112, 1985.
- 3) Muir, B.M.,: Operators' trust in and percentage of time spent using the automatic controllers in a supervisory process control task, Doctoral thesis. University of Toronto, 1989.
- 4) Lee, J. and Moray, N., : Trust, Control Strategies and Allocation of Function in Human-Machine Systems, Ergonomics, Vol.35, No.10, pp.1243-1270, 1992.
- 5) 星, 相馬: 低速域 ACC におけるドライバの信頼感解析, 日本機械学会第 11 回交通・物流部門大会講演論文集, No.2-50, pp.389-392, 2002.
- 6) 相馬仁, 星隆久, 太田滋: 前方自動車自動追従システムに対するドライバの信頼感, 自動車技術会 2003 年春季学術講演会前刷集, No.51-03, pp.5-8, 2003.
- 7) 相馬仁, 白石恭裕, 岩井誠: 自動化レベルの異なる前方自動車自動追従システムに対するドライバの信頼感, 自動車技術会 2003 年秋季学術講演会前刷集, No.67-03, pp.1~4, 2003.
- 8) 太田滋, 相馬仁, 白石恭裕, 渡辺隆行, 高江康彦: 前方自動車自動追従システムにおける信頼感変動とドライバ操作との関連, 日本機械学会第 12 回交通・物流部門大会講演論文集, No.03-51, pp.203~206, 2003.
- 9) 相馬仁, 白石恭裕, 渡辺隆行, 高田裕史, 高江康彦: 前方自動車自動追従システムにおける信頼感 (信頼感の構造と行動影響の分析), 自動車技術会 2004 年春季学術講演会前刷集, No.52-04, pp.1~4, 2004.
- 10) 相馬仁, 松江広武, 白石恭裕, 渡辺隆行, 高江康彦: 前方自動車自動追従システムに対するドライバの信頼感 (心理的要因との関連), 自動車技術会 2004 年秋季学術講演会前刷集, No.113-04, pp.1~4, 2004.

(原稿受理日 平成 21 年 9 月 18 日)



# 冗長自由度を有するマニピュレータのコンプライアンス制御の研究

前川明寛

## Research of Compliance Control of Manipulator with Redundant Degree of Freedom

Akihiro MAEKAWA

### Abstract

A practical compliance control method has been developed for a robot manipulator. The developed method has the following features from its practical point of view; therefore, the easy and continuous mode change between compliance, force and position control is possible and the reference signals to joints of a manipulator are rate signal. In this paper, the compliance control law which satisfies these features was applied to one-degree-of-freedom manipulator and 7-degree-of-freedom articulated manipulator with redundancy. In a rate-input-type manipulator, force and/or compliance control and redundancy degrees-of-freedom control are realized simultaneously, since transformation from orthogonal coordinates to articulated coordinates is carried out with only a Jacobian pseudo-inverse matrix. As a result, the property of the control law has been confirmed through analyses and experiments.

### 1. はじめに

近年、機械と情報を統合化する技術であるメカトロニクスは急速な発展を遂げている。この発展は主としてマイクロプロセッサの高速演算や大量データの処理・記録機能の著しい発達によるものであり、これらの機能と制御技術を有機的に結合させることにより、機械の構造等から決まる本来の特性を制御手段により補償し、これまでにない新しい機能を機械システムに追加できるようになってきた。

一方、制御系設計の際に用いる制御対象の数学モデルと実際の制御対象の特性には多少なりともずれを伴う。また、制御対象の特性も常に一定であるとは限らない。したがって、制御系設計時のモデル誤差や制御対象の特性変動に対してもロバストな制御系設計が望まれる。筆者はこれまで機械メーカーにてアクチュエータ、センサ、コントローラから構成される機械システムを対象に、ロバスト性を考慮しながら制御手段をキー技術とする新技術・新製品開発に取り組んで来た。具体的にはロボットマニピュレータのコンプライアンス制御<sup>1,3)</sup>や制振制御<sup>4,6)</sup>、トンネルリング自動組立装置の視覚フィードバックによる位置決め制御<sup>7)</sup>、大型振動台<sup>8)</sup>、ロケット運搬台車<sup>9,10)</sup>、電動射出成形機<sup>11)</sup>、重量構造物などを対象に複数アクチュエータを用いて1つの制御対象を駆動する多自由度協調制御、ロケット運搬台車<sup>9,10)</sup>や無人潜水艇、

車両などのビークル誘導制御、ロバスト制御及び信号処理と制御技術を融合した大型振動台の加振制御手法<sup>12-14)</sup>などである。本報ではこれらの中からロボットマニピュレータのコンプライアンス制御について詳細を述べる。

### 2. マニピュレータのコンプライアンス制御

工場の生産ラインでは、多数の産業用ロボットが塗装、溶接、組立などに活用されている。それらロボットは高い位置決め精度が要求されるため、各関節のサーボ剛性は非常に高く設定する。一方、原子力用ロボットなどのように遠隔操作主体で移動や手先操作を行い点検や軽作業を行うロボットは、作業対象物とマニピュレータの手先位置が所定の位置関係にならない。たとえば、弁の開閉操作では弁とマニピュレータ手先の回転方向が一致しないと弁を回せないが、カメラを見ながら遠隔操作で弁の回転方向と手先の回転方向を合わせるのは極めて困難であり、マニピュレータ手先の動きを弁の回転方向になじませることで位置ずれを吸収する必要がある。マニピュレータにコンプライアンス制御を適用する目的はマニピュレータの手先を作業対象物の位置や動きに応じてなじませる<sup>15-16)</sup>ことにより、特に遠隔操作時の作業時間短縮を目論むものである。本研究では実用面より次の3条件を満足し、かつ位置制御、コンプライアンス制御、及び力制御の切り替え可能な制御手法を開発する。



- 1) マニピュレータの手先が作業対象物より拘束を受けていない時、コンプライアンスを高く設定しても位置制御の応答性が低下しないこと。
- 2) 位置制御、コンプライアンス制御、及び力制御の切り替えが容易なこと。
- 3) 冗長自由度を持つマニピュレータに適用可能なこと。

2.1 1自由度系での解析及び検証実験

通常のロボットはアクチュエータから負荷軸までの動力伝達をワイヤや減速機を用いて行う。ワイヤや減速機の剛性が低い場合、アクチュエータの出力軸と負荷軸は別な軸として扱う必要がある。本節ではアクチュエータの出力軸と負荷軸を別な軸として扱った場合の解析及び実験結果について述べる。

Fig. 1 に対象とするシステム、Fig. 2 にそのブロック図、Table.1 にその諸元を示す。

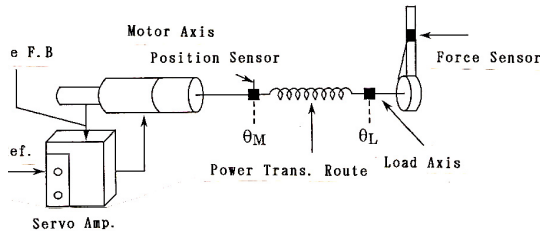


Fig. 1 1 degree-of-freedom system

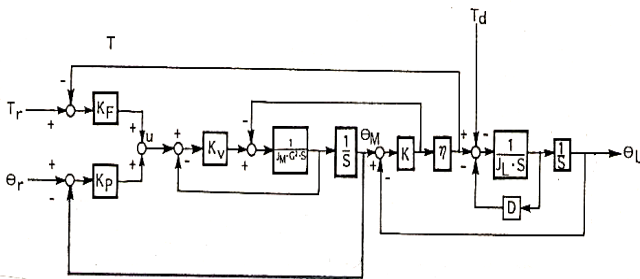


Fig. 2 Block diagram of the 1 degree-of-freedom system

Table.1 Dimensions of 1 degree-of-freedom system

Sign	Contents	Value	Unit
$J_M$	Inertia of Motor	$2.4 \times 10^{-6}$	kgm <sup>2</sup>
$J_L$	Inertia of Load Axis	$1.0 \times 10^{-3}$	kgm <sup>2</sup>
$D$	Damping of Load Axis	$1.3 \times 10^{-1}$	Nm/(rad/sec)
$K$	Stiffness of Power Trans.	$5.0 \times 10$	Nm/rad
$\eta$	Efficiency of Power Trans.	$6 \times 10^{-1}$	—
$G$	Gear Ratio	$1.23 \times 10^2$	—
$K_V$	Rate Control Gain	7.6	Nm/(rad/sec)

Fig.2 で、 $u$  : サーボアンプ入力、 $K_p$  : 位置制御ゲイン、 $\theta_r$  : 位置目標値、 $\theta_M$  : 位置センサ出力、 $K_f$  : 力制御ゲイン、 $T_r$  : 力目標値、 $T$  : 力センサ出力、 $T_d$  : 外力

を示す。このシステムに対して前述の 3 条件を満たす制御則を式(1)に示す。

$$u = K_p(\theta_r - \theta_M) + K_f(T_r - T) \tag{1}$$

2.1.1 位置制御

位置制御を行う場合、式(1)で力制御ゲイン  $K_f$  を 0 とすればよい。この時の位置目標値  $\theta_r$  からモータ軸の位置センサ  $\theta_M$  までの伝達関数  $G_{\theta M}$  は式(2)となる

$$G_{\theta M}(s) = \frac{J_L K_V K_P s^2 + D K_V K_P s + \eta K K_V K_P}{A_1 s^4 + A_2 s^3 + A_3 s^2 + A_4 s + A_5} \tag{2}$$

$$\begin{aligned} A_1 &= J_M J_L G^2 \\ A_2 &= D J_M G^2 + J_L K_V \\ A_3 &= D K_V + \eta G^2 K J_M + K J_L + J_L K_V K_P \\ A_4 &= D K + D K_V K_P + \eta K K_V \\ A_5 &= \eta K K_V K_P \end{aligned}$$

位置ステップ目標値  $\theta_r$  を与えた時のモータ軸位置  $\theta_M$  の応答は式(2)より

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \theta_M(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s G_{\theta M}(s) \theta_r / s = \theta_r \tag{3}$$

となり目標値に収束する。また、式(2)の分母はすべて正であるから位置制御ゲイン  $K_p$  を適切に設定することで系は安定である。ゆえに当然ながら位置制御可能である。

2.1.2 力制御

力制御を行う場合、式(1)で位置制御ゲイン  $K_p$  を 0 とすればよい。この時、外力  $T_d$  は力センサ出力  $T$  と等しいので、力目標値  $T_r$  から力センサ出力  $T$  までの伝達関数  $G_T$  は式(4)となる。

$$G_T(s) = \frac{K \eta K_f K_V}{J_M G^2 s^2 + K_V s + K(1 + K_f K_V \eta)} \tag{4}$$

カステップ目標値  $T_r$  を与えた時の力センサ出力  $T$  の応答は式(4)より

$$\lim_{t \rightarrow \infty} T(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s G_T(s) T_r / s = \frac{K \eta K_f K_V}{K(1 + K_f K_V \eta)} T_r \tag{5}$$

となる。したがって力制御を P 制御で行った場合は定常偏差が残る。一方、力制御を PI 制御で実施、あるいは速度制御を PI 制御で実施した場合は目標値に収束する。また、式(4)の分母はすべて正であるから力制御ゲイン  $K_f$  を適切に設定することで系は安定である。ゆえに力制御可能である。

2.1.3 コンプライアンス制御

コンプライアンス制御を行う場合、式(1)で力目標値  $T_r$  を 0 とすればよい。この時の位置目標値  $\theta_r$  と外力

$T_d$  からモータ軸の位置センサ  $\theta_M$  までの伝達関数は式(6), 式(7), 式(8)となる.

$$\theta_M = G_{\theta C}(s)\theta_r + G_{\theta_M T_d}(s)T_d \quad (6)$$

$$G_{\theta C}(s) = \frac{J_L K_V K_P s^2 + DK_V K_P s + \eta K K_V K_P}{A_6 s^4 + A_7 s^3 + A_8 s^2 + A_9 s + A_{10}} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} A_6 &= A_1, \quad A_7 = A_2, \quad A_{10} = A_5 \\ A_8 &= DK_V + \eta G^2 K J_M + K J_L + J_L K_V K_P + K_J L \eta K_V K_F \\ A_9 &= DK + DK_V K_P + \eta K K_V + DK \eta K_V K_F \\ G_{\theta_M T_d}(s) &= \frac{-(K + \eta K K_V K_F)}{A_6 s^4 + A_7 s^3 + A_8 s^2 + A_9 s + A_{10}} \quad (8) \end{aligned}$$

位置ステップ目標値  $\theta_r$  を与えた時のモータ軸位置  $\theta_M$  の応答は式(7)より

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \theta_M(t) = \lim_{s \rightarrow 0} s G_{\theta C}(s) \theta_r / s = \theta_r \quad (9)$$

となり目標値に収束する.

次にコンプライアンスについて述べる. 本研究ではコンプライアンスの定義を負荷軸の角度/外力とする. 理由は負荷軸に外力が作用するためである. したがって, コンプライアンス伝達関数は式(8)ではなく式(10)となる.

$$G_{\theta, T_d}(s) = \frac{-(J_M G^2 s^2 + K_V s + K + \eta K K_V K_F + K_P K_V)}{A_6 s^4 + A_7 s^3 + A_8 s^2 + A_9 s + A_{10}} \quad (10)$$

式(10)と式(7)の分母は等しいので, 位置制御が安定であればコンプライアンス制御も安定となる. 式(10)より静的なコンプライアンスは式(11)で与えられる.

$$G_{\theta, T_d}(0) = \frac{-1}{\eta K_V K_P} + \frac{-1}{K_P / K_F} + \frac{-1}{\eta K} \quad (11)$$

これは Fig. 3 に示すように位置制御のサーボ剛性  $K_P K_V$ , 力制御による可変サーボ剛性  $K_P / K_F$ , 動力伝達経路のばね剛性  $K$  の3つのばねの直列結合と見なせる.

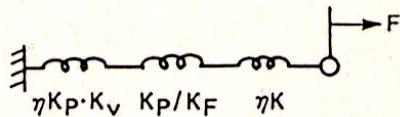


Fig. 3 Spring model under compliance control

Fig. 3 で式(1)の制御則を用いることで剛性  $K_P / K_F$  のばねが新たに加わり, このばねによりコンプライアンスが可変になることがわかる.

次にコンプライアンスの実用的な可変範囲について検討する. まず, 式(2)のボード線図より位置制御の応答性が 1Hz になるように位置制御ゲインを  $K_P = 6.3(1/sec)$  とし, コンプライアンス値  $C$  を 0.01~1rad/Nm と設定した場合の外力に対する負荷角度の時間応答シミュレーションを Fig. 4 に示す.

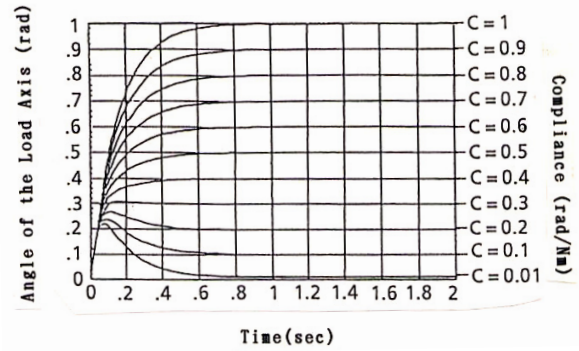


Fig. 4 Time response of a load axis for external force

Fig.4 よりコンプライアンスを低く設定した場合, 応答にオーバシュートを生じる. すなわち, マニピュレータ手先に外力が加わった瞬間, 外力が加わった方向に大きくなじみ, その後, 外力を押し戻し応答が整定する. 手先が作業対象物に触れた瞬間に振動的な動きをするのはマニピュレータに好ましくない. したがって, 本ケースでのコンプライアンスの使用範囲は  $C=0.3rad/Nm$  以上となる. この現象が生じる理由は, コンプライアンスを低く設定すべく力制御ゲイン  $K_F$  を減少させるにつれて式(10)の零点の影響が相対的に大きくなり, 速い応答が誇張されたためである. Table.2 に各コンプライアンスにおける極と零点を示す.

Table.2 Poles and zeros of 1 degree-of-freedom system

Compliance(rad/Nm)	Zeros	Poles
0.01	-209,-0.190	-208,-105,-13.2±2.59j
0.1	-207,-1.91	-207,-104,-19.7,-9.40
0.2	-205,-3.85	-205,-102,-24.4,-7.75
0.3	-203,-5.83	-203,-101,-28.6,-6.76
0.4	-201,-7.85	-202,-98.8,-32.8,-6.06
0.5	-199,-9.92	-200,-96.7,-37.1,-5.51

Table.2 よりコンプライアンスを小さくするにつれて原点に急接近する零点が存在することがわかる. 一方, 極の移動は零点と比して緩やかでとくに  $C=0.1rad/Nm$  以下では極は零点より約 5 倍以上原点から離れている. ゆえに立ち上がり時の振動の原因は零点の影響と断定できる. また, 入力を外力  $T_d$ , 出力を負荷角度  $\theta_L$  とするコンプライアンスの周波数特性を Fig.5 に示す. 時間応答でピークを生じた  $C=0.01$  や 0.1 の場合は, 周波数の低い範囲ではそれぞれの設定値と一致しているが, 周波数が増加するにつれてコンプライアンスは次第に増加し, 2Hz でピークを生じる. このピークは位置制御ゲインに起因する. すなわち, コンプライアンスの周波数特性とは外力に対する負荷軸の応答なので, 位置制御から見れ

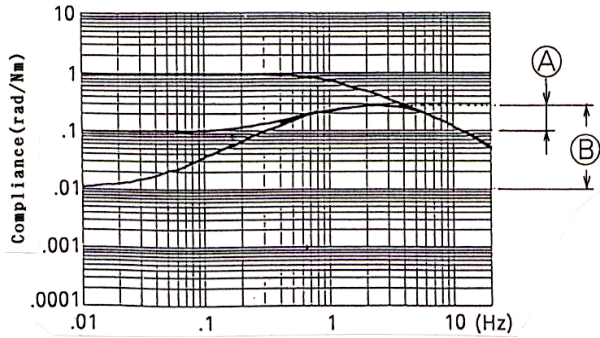


Fig. 5 Frequency response of compliance control

ば外乱除去特性に相当する。したがって、低い周波数では系が 1 型であることにより、一方、高い周波数では制御対象が応答できないためにも低感度となる。そして、中間周波数では感度は高くなる。ここでは、位置制御ゲインを  $K_p=6.3(1/sec)$  と設定したため位置制御の応答性は 1Hz となった。したがって、位置制御の応答が低下し始める 2Hz 付近でコンプライアンスにピークを生じた。2Hz 付近のコンプライアンスは  $C=0.3rad/Nm$  となっている。このコンプライアンスのピーク値に比べてコンプライアンスの設定値が低ければ低いほど Fig.5 中の A, B に示すようにコンプライアンスの設定値を 0dB とみなした場合のピークの高さが相対的に高くなるので応答が振動的になる。逆にコンプライアンスの設定値がこのピーク値より大きければ  $C=1rad/Nm$  の場合のように周波数特性にピークが生じないので、時間応答にもオーバーシュートは生じない。したがって、コンプライアンス周波数特性において生じるピーク値以上がコンプライアンスの実用範囲となる。

さらに、コンプライアンス制御の適用範囲を拡大すべく作業対象物の剛性変化に対してロバスト性を向上させる検討を実施した。負荷軸がばね剛性  $K_{ob}$  より拘束された状態で、位置目標値  $\theta_r$  を与えた場合の反力の応答シミュレーションを Fig. 6 に示す。

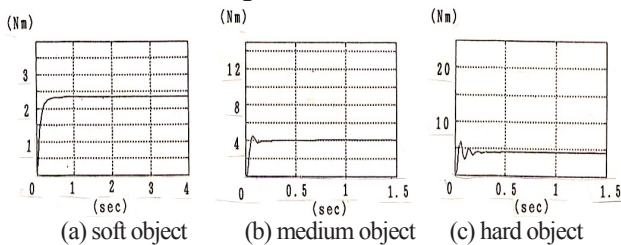
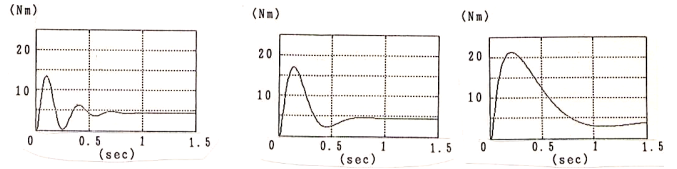


Fig. 6 Simulation of compliance control

Fig. 6 より作業対象物が硬い場合、応答が振動的になることがわかる。これは作業対象物が硬い場合、反力が瞬時に伝わるため振動が発生すると考えられる。応答が振動的になるのは好ましくないため、力センサ信号にローパスフィルタを通してフィードバックした結果を

Fig. 7 に示す。Fig. 7 よりローパスフィルタの折点周波数を低くするほど振動の減衰は速くなる一方で接触力のピーク値は増加する。接触直後に作業対象物に大きな力が加わってしまうことは好ましくない。

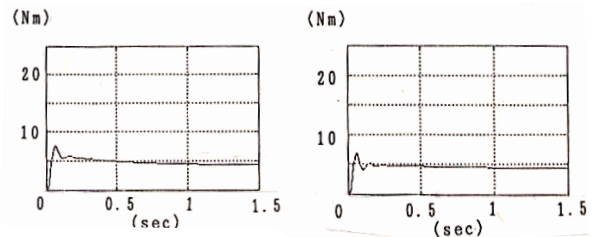


(a) cut-off 1Hz (b) cut-off 0.32Hz (c) cut-off 0.1Hz

Fig. 7 Simulation of compliance control to a hard object with low-pass filter

そこで、ローパスフィルタにより振動の減衰を確保しながら接触力のピーク値を抑えるべく力センサ信号に式(12)に示す特性のフィルタを通してフィードバックした場合の接触力の時間応答を Fig.8 に示す。

$$G_{FC}(s) = \frac{1+T_2s}{1+T_1s} \tag{12}$$



(a)  $T_1=0.5 \text{ sec } T_2=0.3 \text{ sec}$  (b)  $T_1=0.5 \text{ sec } T_2=0.4 \text{ sec}$

Fig. 8 Simulation of compliance control to a hard object with  $G_{FC}$

Fig. 8 より減衰特性、ピーク値ともに改善されていることがわかる。さらに、作業対象物の硬さがふつと柔らかい場合の応答を Fig. 9 に示す。

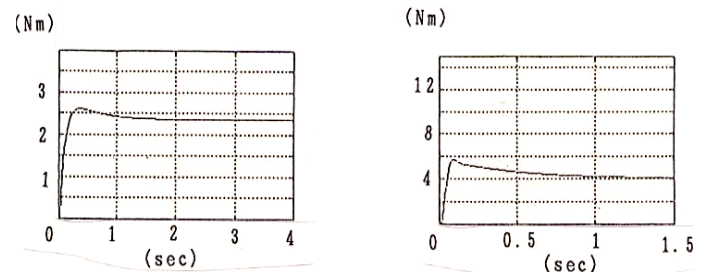


Fig. 9 Simulation of compliance control with  $G_{FC}$  ( $T_1=0.5 \text{ sec } T_2=0.3 \text{ sec}$ )

Fig. 8, Fig. 9 より力センサの信号を位相遅れ補償特性を用いたフィルタを通してフィードバックすれば作業対象物の硬さに対してロバストなコンプライアンス制御が実現できる。



2.1.4 1自由度系での検証実験

これまでの解析結果を踏まえ実験を実施した。実験は Fig.1 に示す対象システムにおいて負荷軸に外力を加え、外力の大きさと負荷軸の角度変化、すなわちコンプライアンスを測定した。結果を Table3、また、実験波形の一部を Fig.10 に示す。

Table.3 Experimental results of compliance control for 1 degree-of-freedom system

Case	Position Control gain $K_P$ (1/sec)	Force Control gain $K_F$ (rad/sec)/Nm	Compliance (rad/Nm)		Deviation by 0.1Nm (deg)	
			Cal.	Exp.	Cal.	Exp.
1	6.3	0	0.36	0.40	2.1	2.3
2	6.3	5	1.2	1.1	6.6	6.5
3	6.3	10	2.0	1.9	11	11
4	6.3	20	3.5	3.5	20	20
5	6.3	30	5.1	4.9	29	28
6	6.3	-1	0.21	0.35	1.2	2.0
7	6.3	-2	0.047	0.14	0.27	0.80

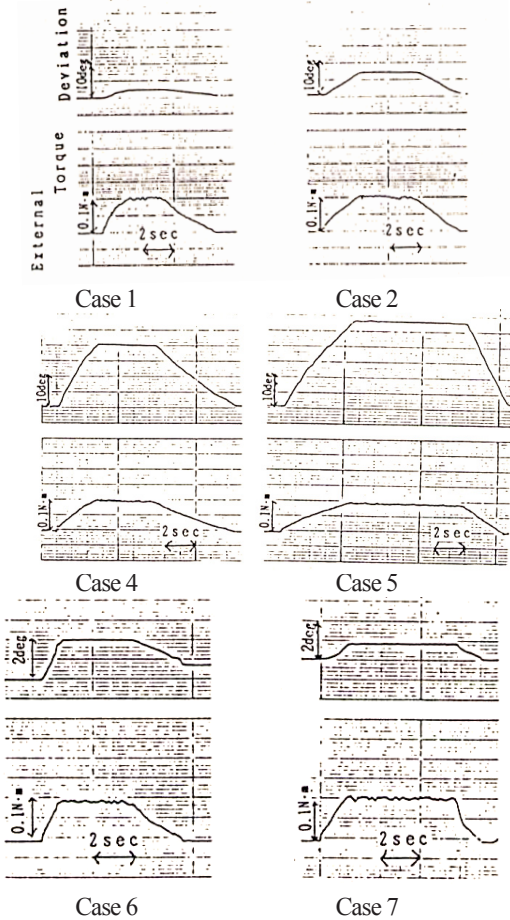


Fig.10 Experimental results of compliance control for 1 degree-of-freedom system

Fig.10 より外力に対する負荷軸の角度変化が比較的大きいケース 1 よりケース 5 については計算値と実験値が良く一致した。一方、ケース 6,7 のように負荷軸の角度変化が小さい場合は相違がある。これは位置センサに用いたポテンシオメータの分解能の悪さが原因である。

2.2 冗長自由度を持つマニピュレータへの展開

本節では Fig.11 に示す冗長自由度を持つ 7 自由度マニピュレータにコンプライアンス制御を適用した結果について述べる。

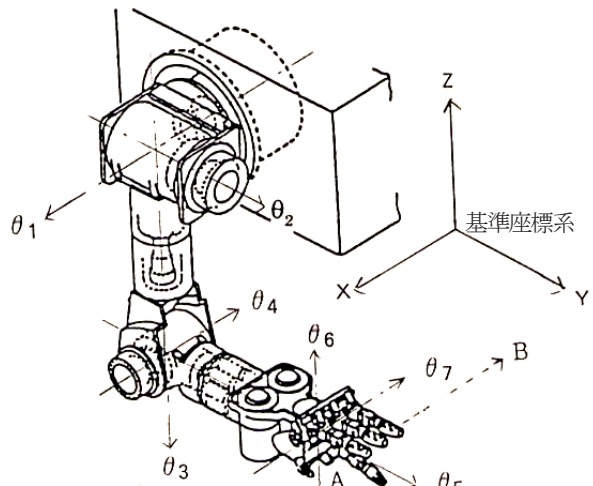


Fig. 11 7 degrees-of freedom manipulator

2.2.1 冗長自由度位置制御

マニピュレータの各関節への指令が速度である場合、RMRC(Resolved Motion Rate Control)が提案<sup>17)</sup>されており、マニピュレータの基準座標系からみた手先速度  $\dot{X}$  と各関節の速度  $\dot{\theta}$  は逆ヤコビ行列を用いて式(13)で与えられる。

$$\dot{\theta} = J^{-1}(\theta) \dot{X} \tag{13}$$

冗長系の場合は、逆ヤコビ行列  $J^{-1}$  に変えて疑似逆ヤコビ行列  $J^\#$  を用いればノルム最少条件での関節速度が求まる。

$$\dot{\theta} = J^\#(\theta) \dot{X} \tag{14}$$

しかしながら、ノルム最少条件でマニピュレータ手先を往復動作させた場合、往路と復路でノルム最少条件が異なるため、手先を前後に往復させる動作を繰り返し行った場合、肩関節角度  $\theta_2$  が次第に増加し、ついには可動角リミットに達してしまうため動作の継続ができない。

そこで式(15)、式(16)に示すように各関節の動作範囲の midpoint が最も評価関数  $q(\theta)$  が大きくなるように各関節の速度  $\dot{\theta}$  を導出<sup>18)</sup>するようにした。

$$\dot{\theta} = J^\#(\theta) \dot{X} + (I - J^\#(\theta)J(\theta))\zeta k_R \tag{15}$$

$$\xi = [\xi_1 \dots \xi_n]^T \quad n: \text{マニピュレータの自由度} \quad (n \geq 7)$$

$$\xi_i = \frac{\partial q(\theta)}{\partial \theta_i} \quad q(\theta): \text{評価関数}, k_R: \text{スカラー}$$

$$q_i(\theta_i) = - \left[ \frac{2}{\theta_{iH} - \theta_{iL}} \right]^2 (\theta_i - \theta_{iL})(\theta_i - \theta_{iH}) \quad (16)$$

ポイントは評価関数  $q(\theta)$  の設定であり、関節ごとに式(16)に示す通り上に凸の二次関数を定めた。  $\theta_{iH}$  は関節  $\theta_i$  の+側機械的リミット角度、  $\theta_{iL}$  は-側機械的リミット角度である。

次に全体の評価関数  $q(\theta)$  は関節ごとの評価関数  $q_i(\theta_i)$  を AND 条件として作業させるべく式(17)とした。

$$q(\theta) = \prod_{i=1}^n q(\theta_i) = q(\theta_1)q(\theta_2) \dots q(\theta_n) \quad (17)$$

以上より、速度フィードバックを有するサーボアンプにより駆動されるマニピュレータを対象とする位置制御系の構成図は Fig.12 に示される。

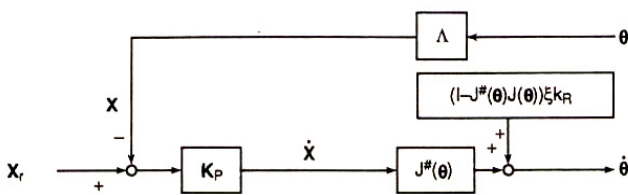


Fig. 12 Block diagram of the position control with redundancy

Fig.12 において、  $X_r$  : 基準座標系から見たマニピュレータ手先目標位置、  $K_P$  : 位置制御ゲイン行列 (対角行列)、  $\Lambda$  : マニピュレータの各関節の角度より手先位置を求めの変換行列である。

2.2.2 位置と力のハイブリッド制御

多自由度系に拡張しても直交座標系での変数でマニピュレータ運動を扱う際には各自由度間に干渉はない、直交座標系より関節座標系への変換はヤコビ疑似逆行列  $J^#(\theta)$  で自動的に行われるので、力制御は Fig.13 に示す構成により実現できる。

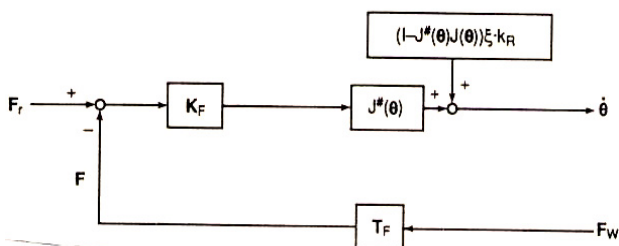


Fig. 13 Block diagram of the force control with redundancy

Fig.13 において、  $F_r$  : 基準座標系から見たマニピュレータ手先での力及びトルク目標値、  $F_w$  : 手首力センサ出力、  $T_F$  : 力及びトルクに関するマニピュレータ手先座標系より基準座標系への変換行列、  $F$  : 基準座標系から見たマニピュレータの手先に作用している力及びトルク、  $K_F$  : 力制御ゲイン行列 (対角行列) である。また、 Fig.12, Fig.13 より関節形マニピュレータの運動は直交座標系で扱われるため各自由度間の干渉はないので、たとえば  $X$  及び  $Y$  方向を位置制御、  $Z$  方向を力制御とする位置と力のハイブリッド制御が実現できることが推測できる。ここで、位置と力のハイブリッド制御とは直交する自由度毎に位置または力制御を行うものである。同一自由度に位置目標値と力目標値を同時に与えることはできない。そこで位置制御選択行列 :  $S_P$ 、力制御選択行列 :  $S_F$  を導入した。  $S_P, S_F$  はともに 1 または 0 の要素からなる  $6 \times 6$  の対角行列とし、  $S_P = S_F = I$  ( $I$  : 単位行列) となるように設定する。位置と力のハイブリッド制御の構成図を Fig.14 に示す。速度フィードバックを有するサーボアンプにより駆動されるマニピュレータでは、位置、力ともヤコビ疑似逆行列で変換が行われるので、冗長自由度制御と並行して位置と力のハイブリッド制御が実現できる。

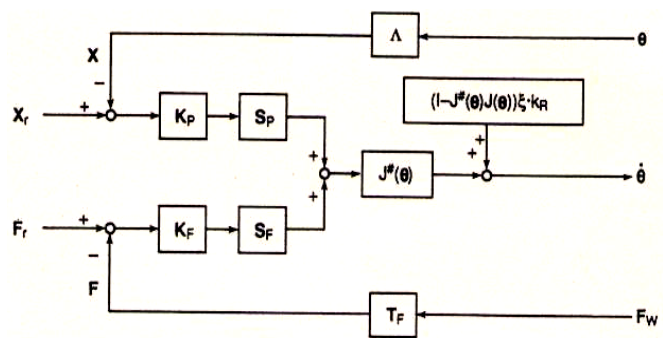


Fig. 14 Block diagram of the hybrid control of position and force with redundancy

2.2.3 コンプライアンス制御

同一自由度に対して位置と力を同時にフィードバックすればコンプライアンス制御が実現できる。コンプライアンス制御の構成図は Fig.14 と同一であり、位置制御選択行列 :  $S_P = I$ 、力制御選択行列 :  $S_F$  はコンプライアンス制御を行う自由度に対して 1、位置制御を行う自由度に対して 0 に設定する。力及びトルク目標値 :  $F_r$  も 0 に設定する。

以上より、位置制御、力制御、コンプライアンス制御の切替は  $S_P, S_F$  の対角要素の 0, 1 を変更するだけで済む。よって、マニピュレータの動作中に各モードの切替も可能となる。



2.2.4 検証実験

(1) 冗長自由度制御

Fig.11 に示す7自由度マニピュレータにおいて図中の点Aより点Bに示す-X方向へ手先を移動させた場合の手先位置の動きを Fig.15 及び Fig.16 に示す。Fig.15 は冗長自由度を積極的に活用した場合、Fig.16 は単にヤコビ疑似逆行列を用いた場合である。Fig.15 では手先はX方向の図中に点線で示す目標位置に達したが、Fig.16 では達していない。

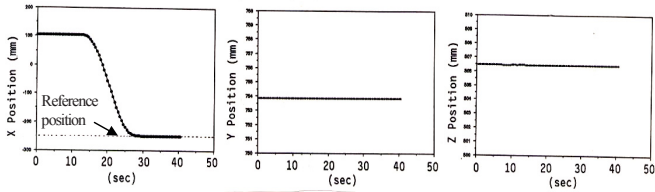


Fig. 15 Movement of the manipulator hand with positive redundancy control

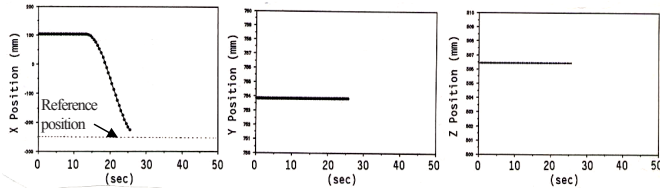


Fig. 16 Movement of the manipulator hand with pseudo inverse Jacobian matrix

その動作時のマニピュレータ肩関節 ( $\theta_1$  軸,  $\theta_2$  軸,  $\theta_3$  軸) の挙動を Fig.17 及び Fig.18 に示す。Fig.17 は冗長自由度を積極的に活用した場合、Fig.18 は単にヤコビ疑似逆行列を用いた場合である。

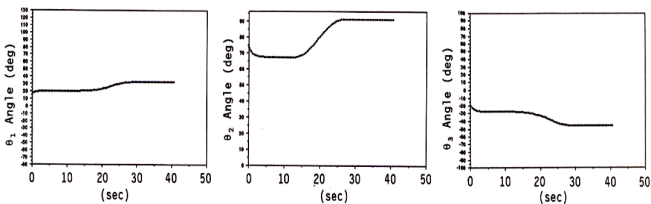


Fig. 17 Movement of the shoulder 3 joints with positive redundancy control

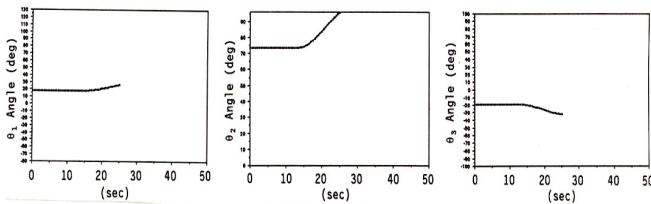


Fig. 18 Movement of the shoulder 3 joints with pseudo inverse Jacobian matrix

Fig.17 及び Fig.18 で縦軸の最大値及び最小値は関節の機械的リミット角度である。ともに同一姿勢から動作を

開始した。Fig.15 及び Fig.17 より動作開始後 2 秒間は手先位置を保ちながら、腕の姿勢が変化していることがわかる。 $\theta_1$ 軸は+,  $\theta_2$ 軸は-,  $\theta_3$ 軸は一側に動いた。これは Fig.11 に示す初期姿勢より脇を少し広げ、腕を内側に回した動作で、肘を張った姿勢になっている。腕の姿勢が一定になった ( $t=13$  秒) 後、手先の移動を開始した。手先移動に伴い、単にヤコビ疑似逆行列を用いた場合は Fig.18 に示すように  $\theta_2$  軸が機械的リミットに達しているが、冗長自由度を積極的に活用した場合は Fig.17 に示すように機械的リミットに達することなく手先を目標位置に到達できた。

(2) 位置と力のハイブリッド制御, コンプライアンス制御

冗長自由度を活用した状態で位置と力のハイブリッド制御, コンプライアンス制御の実験を行った。得られた結果を Table4 に示す。位置制御ゲイン:  $K_P$  はオーバーシュートが発生しない範囲で最大値に設定した。力制御ゲイン:  $K_F$  は位置制御ゲイン調整後コンプライアンス制御モードに変更し、力制御ゲインを次第に増加させてマニピュレータを柔らかくさせることのできた限界値を示す。力制御分解能は、前述のように設定した力制御ゲインを用いて力制御を行った場合の結果である。

Table4 Experimental results of force control and compliance control for 7 degrees-of freedom manipulator

		X	Y	Z	Yaw	Pitch	Roll
$K_P$	Value	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	Unit	1/sec					
$K_F$	Value	0.015	0.021	0.015	0.80	0.80	15
	Unit	(m/sec)/N			(rad/sec)/(Nm)		
Max. Compliance	Cal.	$5.0 \times 10^{-3}$	$7.0 \times 10^{-3}$	$5.0 \times 10^{-3}$	0.27	0.27	0.40
	Exp.	$4.8 \times 10^{-3}$	$7.1 \times 10^{-3}$	$5.0 \times 10^{-3}$	0.28	0.28	0.38
	Unit	N/m			rad/Nm		
Max. Force Resolution	Value	0.3	0.5	0.5	0.04	0.03	0.02
	Unit	N			Nm		

2.3 まとめ

1 自由度系の解析及び実験結果より次のことが言える。

1. 速度フィードバックを有するサーボアンプを用いて、位置制御、コンプライアンス制御、力制御を動作中に切換え可能な制御系を実現できた。
2. コンプライアンスを低く設定すると零点の影響により立ち上がり時にピークを生じる。
3. コンプライアンス制御は、位置制御のもつ低い

周波数領域での外乱除去特性をフィードバックにより変化させていると解釈できる。

4. カセンサ信号を位相遅れ補償特性を持たせたフィルタを通してフィードバックすると対象物が硬くなっても接触に伴って発生する振動を抑制でき、コンプライアンス制御のロバスト性が高まる。

多自由度系の解析及び実験結果より次のことが言える。

5. 速度フィードバックを有するサーボアンプにより駆動されるマニピュレータでは、位置、力ともヤコビ疑似逆行列で変換が行われるので、冗長自由度制御と並行して位置制御、位置と力のハイブリッド制御、コンプライアンス制御を動作中に切り換え可能な制御系を実現できた。
6. マニピュレータの各関節の可動範囲に着目した冗長自由度制御手法を提案した。本手法により直交座標系でマニピュレータを動作させる際、その手先の動作範囲を拡張できた。

今後、制御研究の一環としてメカトロ制御やビークル制御の研究をさらに深めて行く。

#### 参考文献

- 1) 前川明寛, 大道武生, 大西献: 関節型マニピュレータのコンプライアンス制御(第1報, 一自由度系における制御特性の評価と実験), 日本機械学会論文集 C 編, Vol. 58, No.545, pp. 186-192, 1992.
- 2) 前川明寛, 大道武生, 大西献: 関節型マニピュレータのコンプライアンス制御(第2報, 冗長自由度を考慮した多自由度系への展開), 日本機械学会論文集 C 編, Vol. 59, No.559, pp. 845-849, 1993.
- 3) 大道武生, 前川明寛, 川内直人, 大西献: 極限作業ロボットマニピュレータの設計法の研究(その 3)-多感覚バイテラル制御の設計法-, 日本ロボット学会誌, Vol. 17, No.5, pp. 54-65, 1999.
- 4) 前川明寛, 川村武也, 田中幸雄, 石井伸也: 2リンクフレキシブルアームの制御(第1報: スピルオーバーに対するロバスト安定性の評価と実験), 日本機械学会論文集 C 編, Vol. 56, No.529, pp. 2441-2445, 1990.
- 5) 前川明寛, 川村武也, 田中幸雄: 2リンクフレキシブルアームの制御(第2報: アームの姿勢及び負荷変動に対するロバスト安定性の評価と実験), 日本機械学会論文集 C 編, Vol. 57, No.539, pp. 2321-2327, 1991.
- 6) 川口正隆, 前川明寛, 小林伸行, 鈴木浩平, 吉村卓也: 建設機械のアーム部のアクティブ振動制御に関する研究(第1報: 数式モデルおよび線形シミュレーション), 日本機械学会論文集 C 編, Vol. 58, No.549, pp. 1417-1423, 1992.
- 7) 前川明寛, 鮫島誠, 佐藤拓志, 森輝幸, 中西信太郎: 視覚フィードバックを用いた高速組立手法, 日本機械学会ロボティクスメカトロニクス研究会 CD-ROM 予稿集, pp. 2P1\_12\_010\_1 - 2P1\_12\_010\_2, 1999
- 8) 前川明寛, 安田千秋, 山下敏夫: H<sub>∞</sub>制御の3次元振動台への適用, 計測自動制御学会論文集, Vol.29 No9, pp. 1094-1103, 1993.
- 9) 古田勝久, 池田雅夫, 木下源一郎, 前川明寛他: キーテクノロジーとしての制御工学 - これまでの貢献とこれからの展開 -, 日本学術会議 自動制御研究連絡委員会 工学共通基盤研究連絡委員会自動制御学専門委員会, pp. 20-22, 2005
- 10) 水沼 渉, 小沼 浩, 白須隆也, 野原 勉, 大倉廣高, 田中辰夫, 虎野吉彦: 移動発射台(ML)運搬台車の開発, 三菱重工技報, Vol. 36, No. 4, pp. 192-195, 1999.
- 11) 水野貴司, 黒丸廣志, 前川明寛, 松村憲明, 大沼 均: 高速・高応答ベルトレス電動射出成型機, 三菱重工技報, Vol. 40, No. 5, pp. 294-297, 2003.
- 12) 前川明寛, 藤田勝久, 安田千秋, 山下敏夫, 小川信行, 箕輪親宏: 電気油圧式振動台への H<sub>2</sub>制御の適用, 日本機械学会論文集 C 編, Vol. 58, No.555, pp. 3253-3258, 1992.
- 13) 前川明寛, 安田千秋, 広江隆治, 井手和成, 作野 誠: 三次元地震振動台の高機能制御, 三菱重工技報, Vol. 36, No. 6, pp. 332-335, 1999.
- 14) Y. Okuda, A. Maekawa, C. Yasuda and M. Sakuno: Development of the Control Method of Shaking Table for Collapse Test, ASME Pressure Vessel and Piping Conference, pp. 227-231, 2001
- 15) 金子 真, 横井一仁, 鈴木夏夫, 谷江和雄: プーリ・ワイヤ駆動系におけるトルクセンシングとトルク制御- 張力差動形トルクセンサの提案とトルクサーボ系への組み込み -, 日本ロボット学会誌, Vol. 10, No. 2, pp. 203-208, 2003.
- 16) 新井健生: 作業用ロボットの機構と制御に関する基礎研究, 機械技術研究所報告第138号, 1987.
- 17) D.E. Whitney: Resolver Motion Rate Control of Manipulators and Human Protheses, IEEE Trans. on Man-Machine Systems, Vol.MMS-10, No.2, pp.47-53, 1969.
- 18) 吉川恒夫: 冗長性を有するロボットの制御, 日本ロボット学会誌, Vol.2, No.6, pp. 587-592, 1984.

(原稿受理日 平成21年9月18日)

# 内燃エンジン小研究の48年

石原荘一<sup>1)</sup>

## My Studies on Internal Combustion Engines for 48 Years

Soichi ISHIHARA<sup>1)</sup>

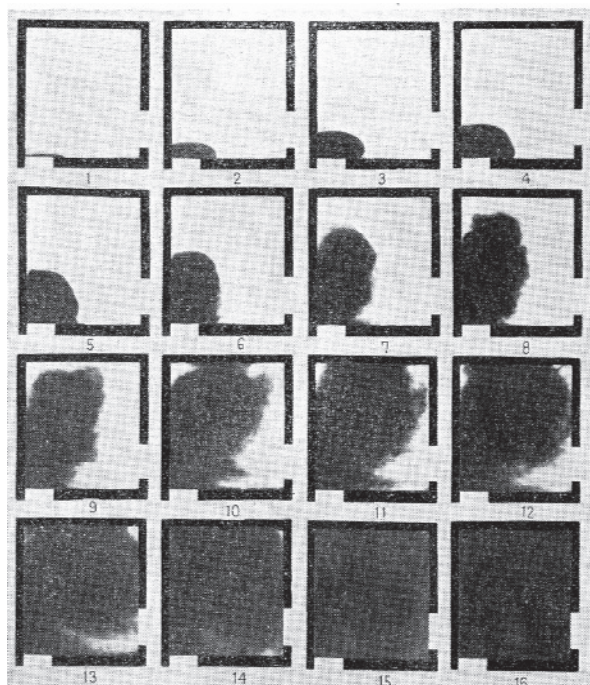
### Abstract

I have worked for Meijo University for 40 years. Before I joined in Meijo University, I had studied at Meiji University Graduate School for 8 years. So I have investigated internal combustion engines for a total of 48 years. This paper reports on summaries of my past studies.

### 1. はじめに

名城大学を定年退職するにあたり、「これまでの研究をまとめるように」と、この誌の編集委員会より、依頼された。以下は、これを謹んでお受けし、まとめたものである。

### 2. ニストロークエンジンの掃気特性



Delivery ratio=1.57, Volumetric efficiency=86.1%,

Trapping efficiency=54.7%,  $k=1, m=0.86$

Fig. 2-1 Example of scavenging flow

掃気流動と掃気性能との関係は、一般に、完全層状掃気あるいは完全混合掃気の仮定に基づく掃気特性線図で示される。更に、細かい仮定を設けた例として、短絡損失と拡散損失とを考慮しての掃気機構が前川の研究にある。そこで、この掃気機構を参考にしつつ、掃気流動と掃気性能と関係を実験によって調べた。

すなわち、掃気流動の性能を Fig. 2-1 のように数量的に明らかにし得るようにし、各種の掃気形式について実験した。ここで  $k$  は短絡せず、掃気作用に参加した割合であり、 $m$  は拡散の度合いである。もし、 $k$  が 0.9 ならば掃気の 10% が短絡したと考え、 $m$  が 0 ならば完全層状、1 ならば完全混合で、この中間値の場合はそれなりの度合いと考える。

前川の掃気機構の全貌を線図の形で表すには、給気比の他に、 $k$  および  $m$  のファクターが加わるので、立体図（3次元）にせざるを得ない。そこで、「実質的にあり得る場合のみを表示すればよい」の考えに基づいて、Fig. 2-2 のような線図を作成した。

(2-1) 石原荘一・岡剛：二サイクル機関の掃気の流動と効率との関係、日本機械学会論文集、287、1970-7、p.1173.

(2-2) 石原荘一・岡剛：二サイクル機関の掃気の流動と効率の関係（第3報、水による二次元MAN掃気）、日本機械学会山梨地方講演会講演論文集、1969-11、p.37.

### 3. ニストロークでの新気（混合気）漏れ

ニストロークエンジンの場合、「新気の吹き抜け」といって、新気の一部が燃焼に参加せず、シリンダ内で、掃気中に排気ポートへ短絡することがある。さらに、別の一部が Fig. 3-1 の Gh のようにクリアランスを通して排気

1) 交通科学科

1) Department of Transportation Engineering



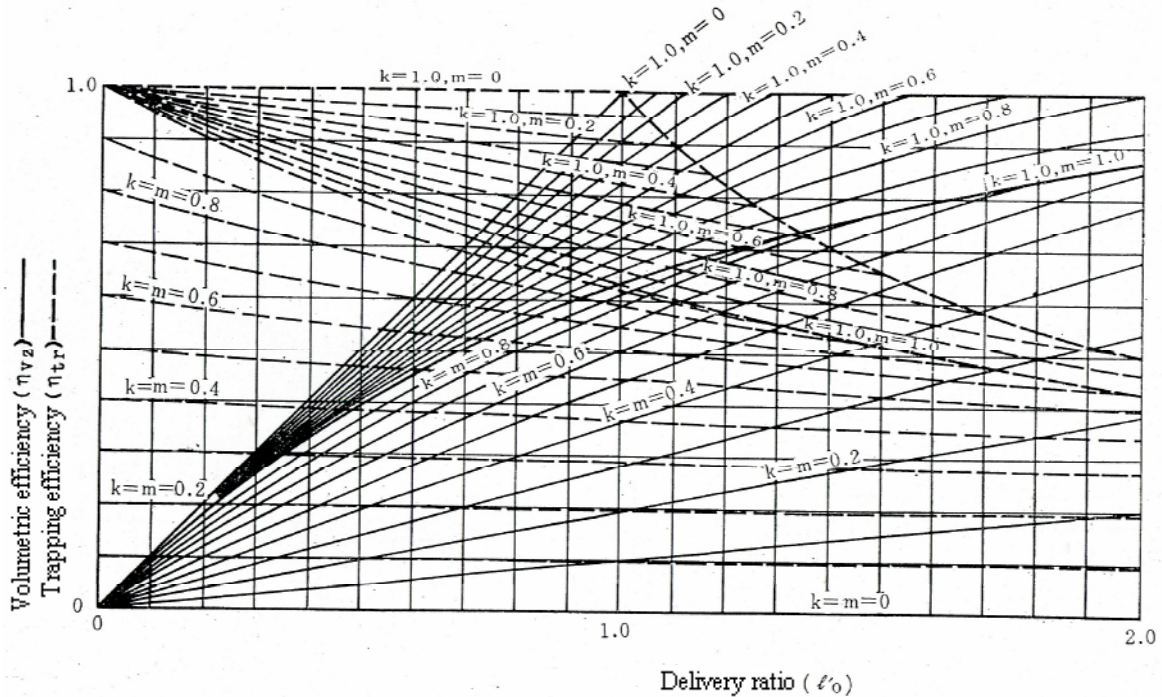


Fig. 2-2 Scavenging characteristic curve

ポートへ短絡することがある。さらには、掃気ポートさえ通らずに、Gvのようにクランクケースからクリアランスを通して排気ポートへ短絡することがある。

ここで、GhとGvとの和を「新気漏れ」とし、新気漏れと新気供給量との比を「新気漏れ率」とした。新気漏れ測定用模型エンジンを製作し、これらの値を実験によって求めた。その結果、実質、「新気の吹き抜けが無く、かつ良好な燃焼をしている」と考察される場合でも、排気中に相当なHCが存在することが多いが、これはこの新気漏れに原因していると推定されることがわかった。

(3-1) Soichi Ishihara, Yoshio Murakami : Estimation of the Fresh Mixture Leakages During the Scavenging of Two-Stroke Engines, SAE Paper 891804, 1989-9.

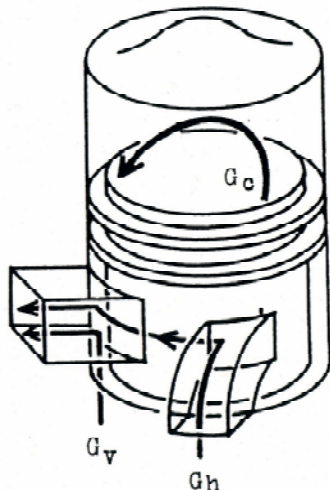


Fig. 3-1 Path of fresh mixture

#### 4. 内燃エンジンの排気特性

燃料CやHが燃焼した場合の排ガス組成の量は、昔から、モル計算によって算出できる。しかし、四ストロークエンジン、二ストロークエンジン、それぞれの全貌を図の形で見渡せるような資料があれば何かと便利である。したがって、計算法はモル計算そのものであるが、四ストロークについて計算すると Fig. 4-1、二ストロークについて計算すると Fig. 4-2 を得る。二ストロークエンジンの性能は、給気効率によって大きく左右されるが、Fig. 4-2 に空気過剰率および排気組成をプロットすれば給気効率を読み取ることができる。

(4-1) 石原荘一・岡剛：排気分析による2サイクル機関の給気効率測定法の改善，内燃機関，93，1970-2，p.11.

#### 5. ニストロークエンジンの熱変形特性

内燃エンジンのシリンダ内壁およびピストン外周壁が運転時にかなり熱変形し、潤滑油分布不均一、ガス漏れ、偏摩耗、焼き付き、圧力漏れ増加、騒音増大、摩擦損失増大などの支障原因となることがある。その対策の手がかりとして、現用エンジンの熱変形量を測定し、その特性を調べることにした。

熱変形量は、測定すべきときに、エンジンを急停止し、その直後から完全に放熱するまでの変形経過を測定し、急停止直後の値を運転状態での値と見なして、変形量を

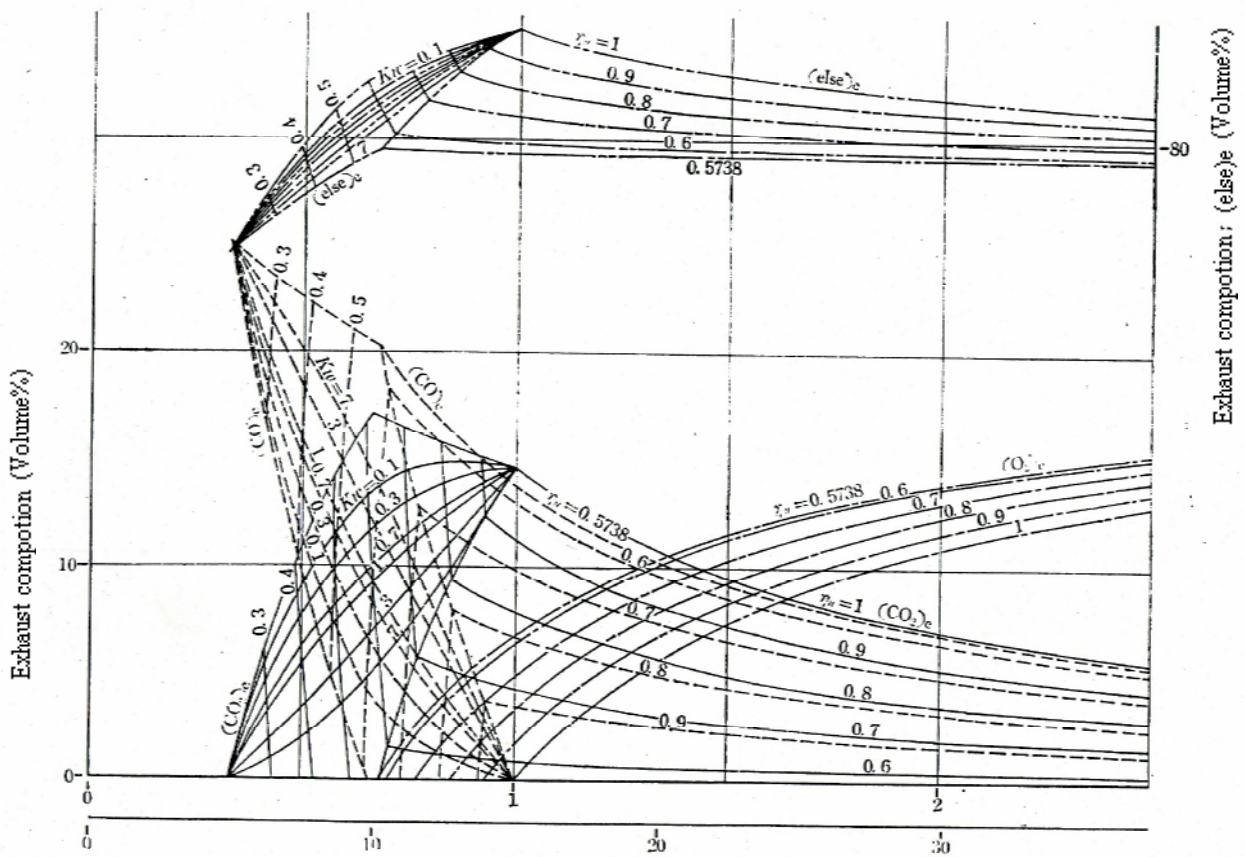


Fig. 4-1 Exhaust gas diagram for four-stroke engine

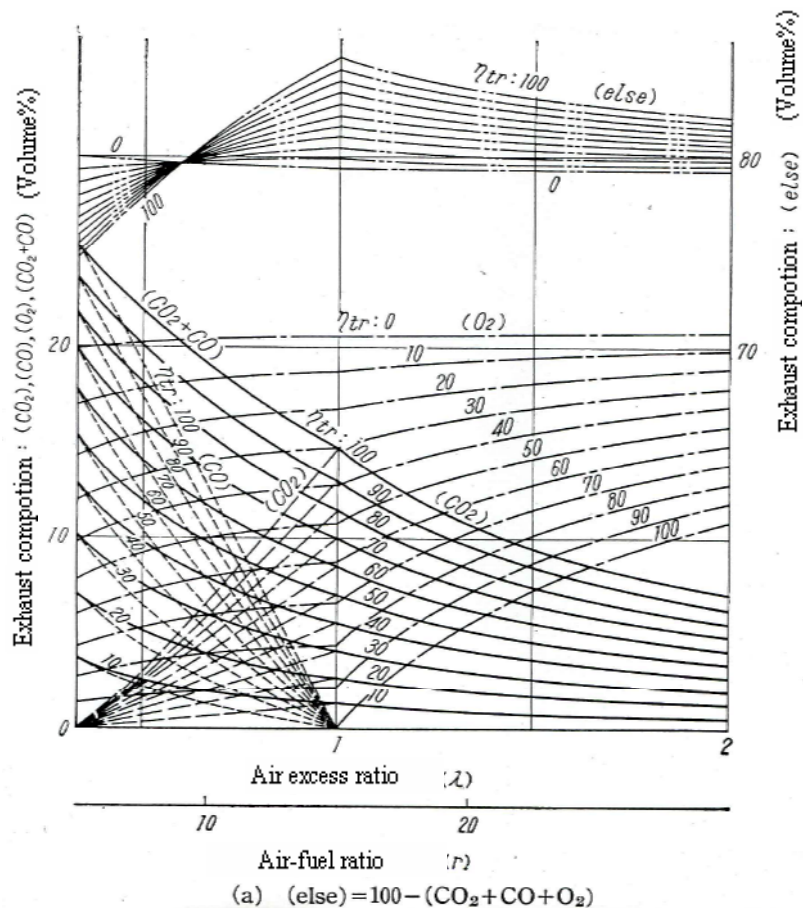


Fig. 4-2 Exhaust gas diagram for two-stroke engine



算出した。変形量測定装置は Fig. 5-1、熱変形の一例は Fig. 5-2、ひずみは Fig. 5-3 のようである。

ここではボトムポート式二ストロークエンジンの一機種の場合、始動30分あたりまでシリンダとピストンとが局部的に縮まりばめになる、始動60分あたりでこの隙間が最良になるなどが明らかとなった。この特性は10機種10通りで、それぞれについての特性を知るには、それぞれを測定する必要がある。

(5-1) 村上好生・石原荘一：シリンダとピストンとのすきまの熱変形，日本機械学会論文集，439-B，1983-3，p.729.

(5-2) 村上好生・石原荘一：空冷二サイクル機関の外形の熱変形，日本機械学会東海支部創立30周年記念講演会講演論文集，813-4，1981-7，p.126.

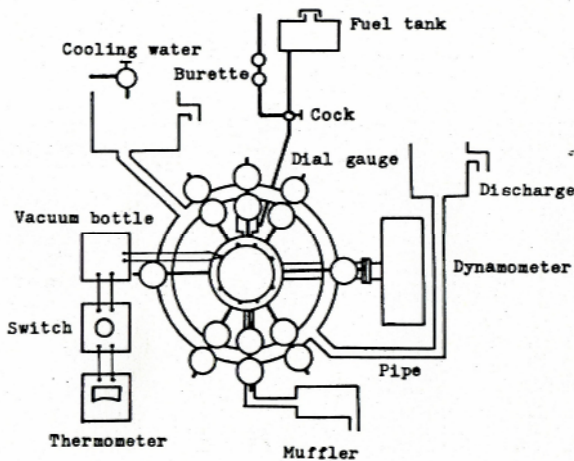


Fig. 5-1 Measuring equipment for thermal deformation

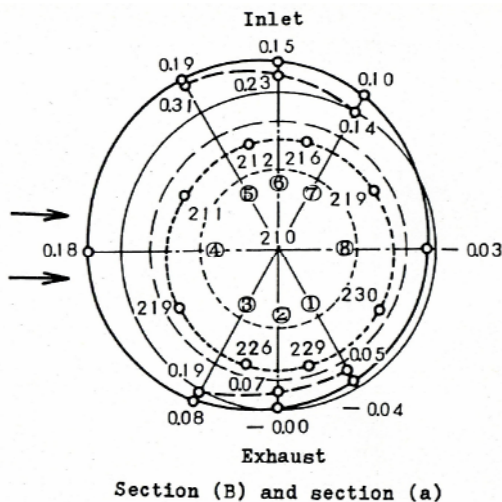


Fig. 5-2 Example of thermal deformation

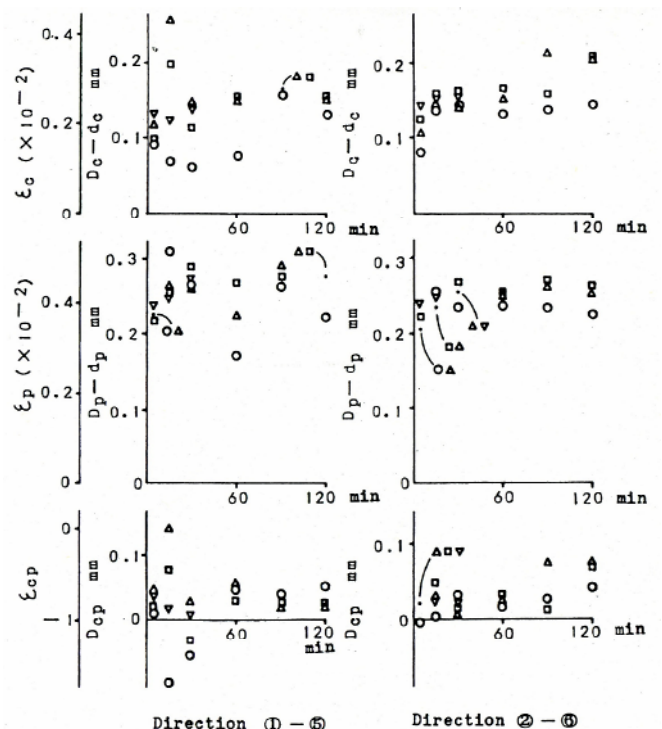
## 6. ニストロークエンジンの空冷特性

二輪車エンジンは、昔はほとんど空冷であったが、近年、水冷が増えている。この原因は、空冷は均一冷却困難のため、設計・試作段階で試行錯誤の回数が増えるためである。そこで、冷却フィンの効果を最大限に発揮するための指針を得るため、Fig. 6-1のような風洞およびFig. 6-2のような空冷模擬エンジンを設置し、いろいろと実験・考察した。

この結果、フィンの枚数を増すと、冷却効果が上がるが、ピッチを小さくし過ぎると、低速で効果が下がる、最適ピッチは停車時では20mm、走行時では8mmであるなどが明らかになった。

(6-1) Masato Yoshida, Soichi Ishihara, Kohei Nakashima, Masago Yamamoto : Development of Air-Cooled Cylinder by Utilizing Natural Convection, SAE 2005 Transactions, 114, Section 3, p.1062.

(6-2) 吉田昌央・石原荘一・村上好生・中島公平・山本匡吾：二輪車エンジンにおけるフィンの空冷効果，日本機械学会論文集，769，2005-9，p.112.



Plots of the same symbol at the same operating time are results which are measured at the same time.

Fig. 5-3 Example of thermal strain

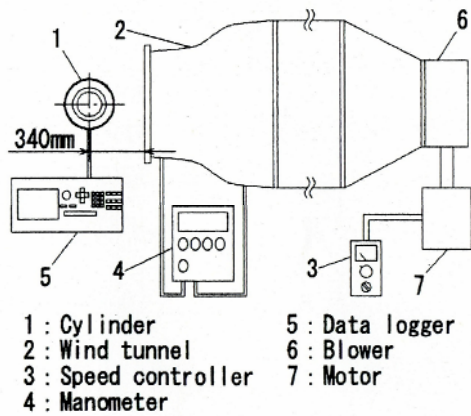


Fig. 6-1 Measuring equipment for cylinder cooling

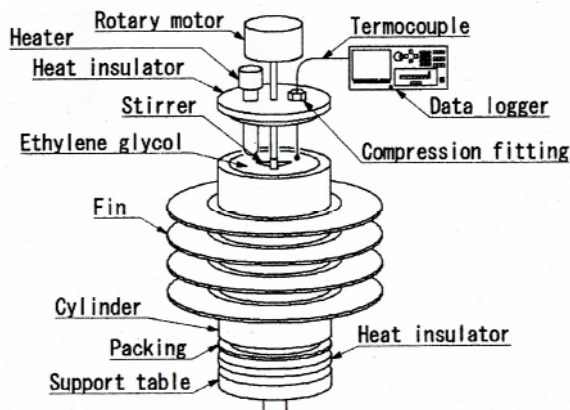


Fig. 6-2 Experimental air-cooled cylinder

7. エンジンオイル上がり

自動車が発動直後、吸気圧力が低くなり、エンジンオイル（潤滑油）がピストンクリアランスを通過してクランクケースから燃焼室へ吸い上げられることがある。この現象は「オイル上がり」と言っており、オイル消費量増大、排煙、ミスト排出などの原因となる。

ガラスシリンダ・モータリング模型エンジンを製作し、オイル上りの様子を観察した。その結果（フィルム写真）をスケッチすると、Fig. 7-1 のようである。すなわち、オイル上りの主流は下段リング合口、上段リング合口を通り、トップランドへ到着し、大半はそこへ置き去りにされる。また、主流とは別に、コンロッドからの飛び出しオイルの一部が、ピストン側壁のスリットを通過してオイルリング溝に流れ込んでいる。つまり、スリットが、あるクランク角の範囲において、オイル上りを助長するためのトンネルの役をしている。

この助長を防ぐため、コンロッドからのオイルがスリットの命中しないように、ピストン内壁のスリットにカバーを付けたり、スリットの形状を変更したりして、最

良の対策法を探した。その結果は Fig. 7-2 のようなカバー付きであった。

(7-1) 中島公平・石原荘一・浦野啓一：エンジンオイル上がりののぞき観察, 日本機械学会論文集, 578-B, 1994-10, p.361.

(7-2) 中島公平・石原荘一・浦野啓一：オイル上がり低減のためのピストン試作, 日本機械学会論文集, 587-B, 1995-7, p.382.

(7-3) Soichi Ishihara, Kohei Nakashima, Keiichi Urano, Katsuhiko Murata : The Designs of Piston Ring to Reduce Lubricating Oil Flow into the Combustion Chamber, SAE 1999 Transactions, 108, Section 3, p.1996.

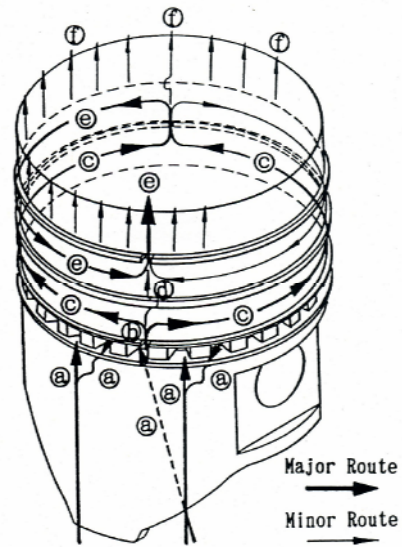


Fig. 7-1 Oil flow path from sump through piston ring belt to combustion chamber

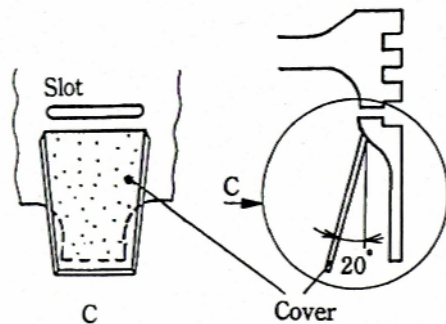


Fig. 7-2 Experimental piston with covers

8. ボール・カップ形粘度計の開発

粘度は正式には JIS の動粘度試験方法 (K2283-1983) に従って、慣用的 (市販品使用の場合) にはレッドウッド粘度計、セイボルト粘度計などを使って測定されている。いずれの方法で測定するにしても、試料が 100cc とか、50cc とか、必要である。また「試料少量で」を目的とした研究発表のなかには、回転式粘度計の一種で、「試料が 1cc あればよい」もある。

しかし、機械が作動しているとき、ある潤滑部位でのオイルの粘度を測定したい場合に、普通、試料が 1cc でも多すぎる。ここに、これまで、オイルが潤滑に供せられつつあるときの粘度を測定することが出来なかった原因がある。

そこで、Fig. 8-1 のような粘度計を開発した。この場合、試料が 1 滴、すなわち、0.1cc あればよい。

(8-1) 石原荘一・村上好生・田村淑・蜂谷千寿子・富塚清：ミッCHEL粘度計の改良，日本機械学会論文集，465-C，1985-5，p.1131.

9. U形ユニフローエンジンの一試作

U形ユニフローの特徴は「掃気形式が一つのシリンダから隣のシリンダへ渡っての逆U字形の一方流れをするため、新気が吹き抜けしにくく、ニストロークであるにもかかわらず、排気中の HC が少ない」と言える。しかし、この種のエンジンは 1955 年にオート三輪車用に市販されたが、以後現在まで市販例は無い。

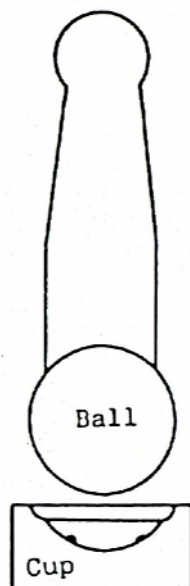


Fig. 8-1 Viscometer with ball and cup

1975 年ごろ、「排ガスを厳しく取り締められ」の声が世論として拡大しつつあったので、「U形ユニフローエンジンを再評価してはどうか」と考えた。そこで、1955 年市販の U形ユニフローエンジンおよび研究当時 (1975 年)、市販のニストローク・シュニユール掃気・エンジンを用意し、それぞれのエンジンの性能を測定した。そして、更に、1975 年現在市販のエンジンをベースにして、Fig. 9-1 のような U形ユニフローエンジンを試作した。ここでの三機種を、本論では、記述順に「原形 U形」「現用形」「試作 U形」と呼ぶことにする。

三機種それぞれの性能を測定し、それらを一覧すると、次のことが言える。(1) 原形 U形の行程容積は現用形の 94%であるが、最高出力は 3000rpm において約 64%である。原形 U形の実用回転速度は 3000rpm であるが、現用形は 4000rpm である。(2) 試作 U形は現用形に比べて、いろいろな性能を僅かに向上させ、かつ、HC濃度を半減させた。

(9-1) 石原荘一：U形ユニフロー機関の一試作，設計製図 (日本設計製図学会誌)，87，1981-10，p.15.

10. ダブルピストンエンジンの試作

ダブルピストンエンジンとはピストンが 2 個 1 組となって往復する形式をいい、U形ユニフローエンジンがこの形式の一つである。ピストンが 2 個 1 組ならば、U形ユニフローよりも Fig. 10-1 のような形式の方が良いと考え、試作し、性能を測定した。しかし、思いの外、性能は良くなり、Fig. 10-2 のような形式を考案し、試作し、性能を測定した。

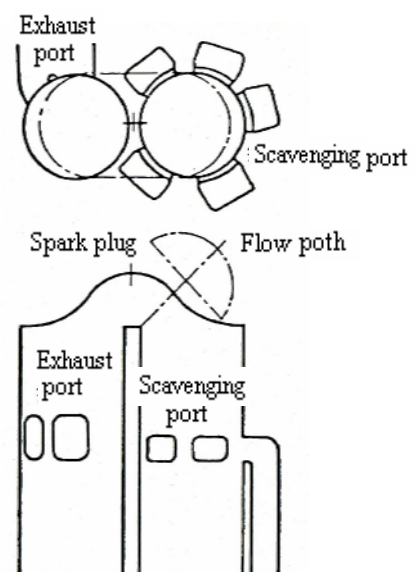


Fig. 9-1 Scavenging type of experimental U-uniflow engine



Fig. 10-1 の設計目的は「エアヘッド (空気先行)・U形ユニフロー掃気」の実現である。Fig. 10-2 の設計目的は、「第1シリンダでシュニユール掃気・燃焼をさせ、その燃焼終了ガスを第2シリンダに導き、空気を供給して、再燃焼させる」の実現である。Fig. 10-2 の実験結果はFig. 10-3 のようである。

(10-1) 石原荘一：新形式ダブルピストン機関の試作2機種，設計製図 (日本設計製図学会誌)，88，1981-11，p.32.

11. 模型飛行機用エンジンの動力計開発

模型飛行機を飛ばす際、所定のプロペラで回転速度がどこまで上がり得るかが重要である。「模型飛行機」と言え、そのエンジンは実機である。この種のエンジンが市販される際、カタログや商品説明書に、普通、出力が記載されているが、その測定方法は公知でない。

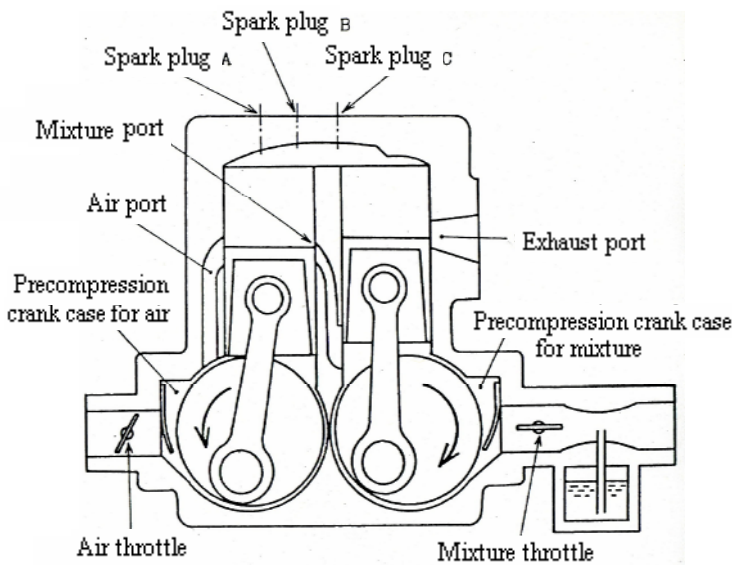


Fig. 10-1 Air-head U-uniflow engine

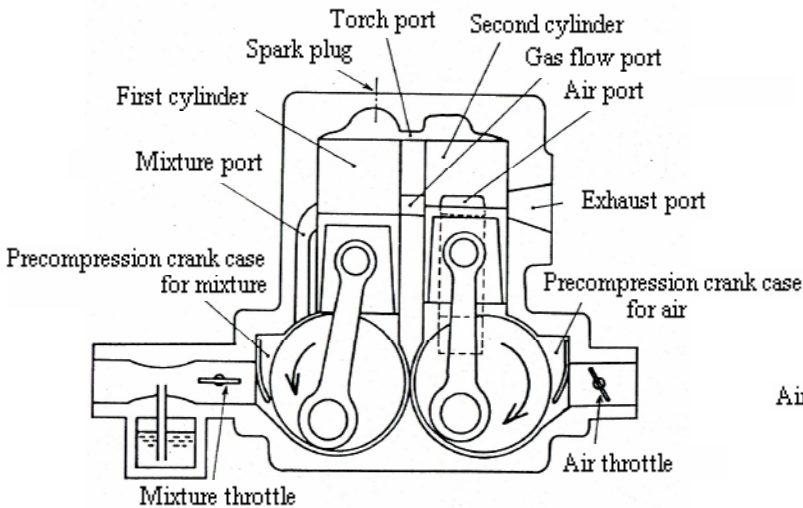


Fig. 10-2 U-uniflow engine with afterburning in exhaust cylinder

ある模型飛行機用エンジン・メーカーに聞くと、「イギリスのある個人に測定依頼しています。測定方法は我々にも見せても、教えてくれません」であった。そこで、Fig. 11-1 のような、プロペラ・揺動運転台方式の動力計を開発した。この動力計によって、1.98cc・アルコール・混合潤滑エンジンの性能を測定したところ、Fig. 11-2 のようであった。

(11-1) 村上好生・石原荘一・古賀良知・佐藤仁・大塚新太郎：模型飛行機用エンジンの性能測定装置の一開発，日本設計製図学会講演論文集，83-1，1983-5，p.93.

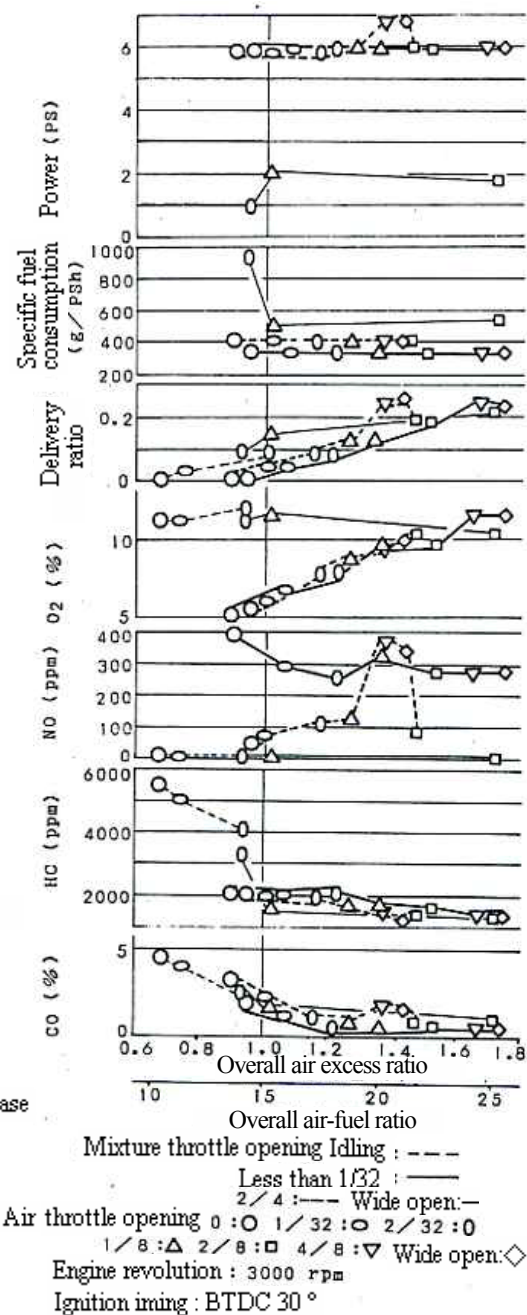


Fig. 10-3 Experimental example of afterburning in cylinder



12. あとがき

名城大学に40年勤務した。その前に大学院の学生生活が8年あるので、計48年、微力であるが、内燃エンジンを研究することができた。大学院においては明治大学の富塚清教授および岡剛教授、本学においては今里隆次教授にご指導いただいた。

いずれのお方も、ひと昔、いや、ふた昔も前にお亡くなりになったが、私の心の中では、至らぬとき、至らぬことをしそうなとき、今なお、お叱り下さる。

また、村上好生准教授、中島公平准教授が共同研究者として、吉田昌央愛知工科大学講師が博士課程学生として、また、そのときそのときのゼミ学生が、多々ご協力下さった。本文をまとめることは、当時を回想することで、改めて、各位へ「ありがとう」と頭を下げる次第である。

(原稿受理日 平成21年9月18日)

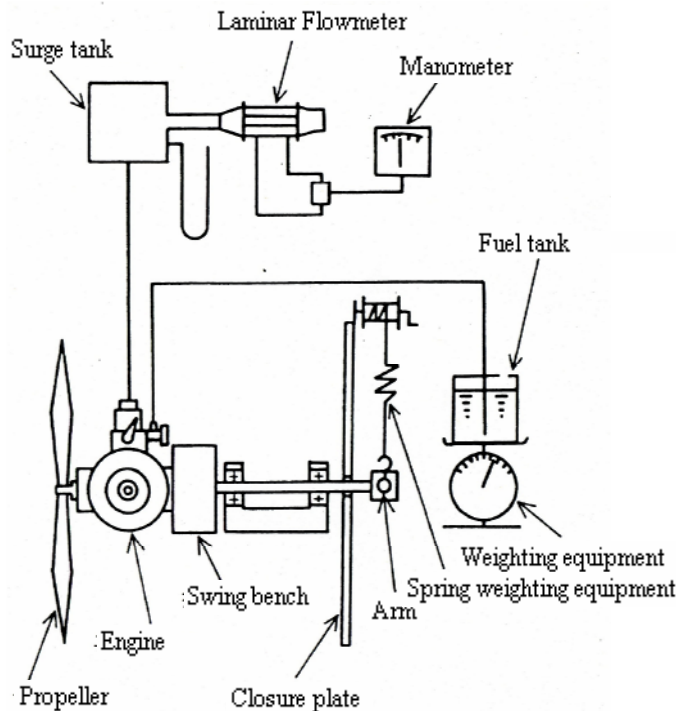


Fig. 11-1 Propeller swing dynamometer

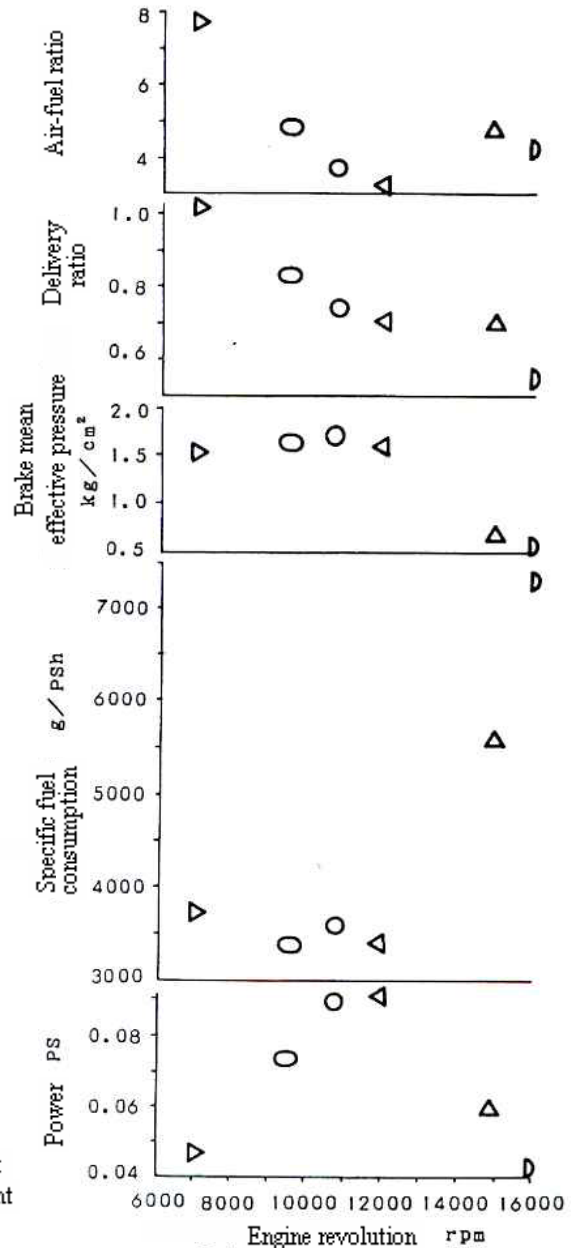


Fig. 11-2 Engine performance of 1.98cc engine with mixed fuel of alcohol and lubricating oil.

# 新製品開発と技術伝承

松原武徳<sup>1)</sup>

Technical Expert Legend through the Development of New Machinery Products

Takenori Matsubara<sup>1)</sup>

## Abstract

There are described the experiences on the technical expert legend through the development of the machinery equipments and systems. We have engaged in the institute of the heavy industry and Meijo University to research and develop for some of the new products, but it was rare to achieve the business chances for the efforts. The social needs and severe usage conditions have improved these performances through the long time maintenances. As for the technical engineering and design of those equipment systems, it would be necessary to look over severely and transfer these business needs and technical potential ground for the next generations.

### 1. まえがき

機械装置およびシステムはその時代背景としてのニーズ、技術力に伴なって生まれ、進化していく。筆者は約30有余年に亘る企業活動のなかで、機械装置に関する新製品として、10数機種の実用化への開発に携わってきた。多くの研究スタッフと研究開発費を使いながら、いわゆる会社を支えるような売れる商品として、世に送り出したのは4機種程度である。

多くの失敗などの経験を通して技術蓄積となっていくが、それをいかに次世代に伝えられるかが肝要と考える。事業化商品として成長するには、先ず顧客に認識され、機種にもよるが、10年規模の年月を要する。それら改良を加え、使用実績を積み重ね、信頼性を得てようやく商品として世に認められることになる。

その必要な期間は、機種の新規性、プラントシステムの規模の大きさに比例するようである。例えば、後述の振動式杭打機は1～3年で改良から機種のシリーズ化に進み、課題にも早く反映されたと言える。

規模が大きいガスタービン発電設備では、製造建設に先ず2～3年を要し、さらに負荷をかけ、運転、保守の実績を積み重ねていく。そして課題の把握、改良および大容量化への集約を果たす期間がさらに、2～3年を要する。丁度、開発に携わった時代背景としても、製品事業が図-1に見られるように、産業構造の急速な転換期にあり、繊維産業から鉄鋼、化学、造船、家電産業、自動車産業、航空宇宙への展開、メカトロニクス、ソフトウェア産業化へと推移してきている。

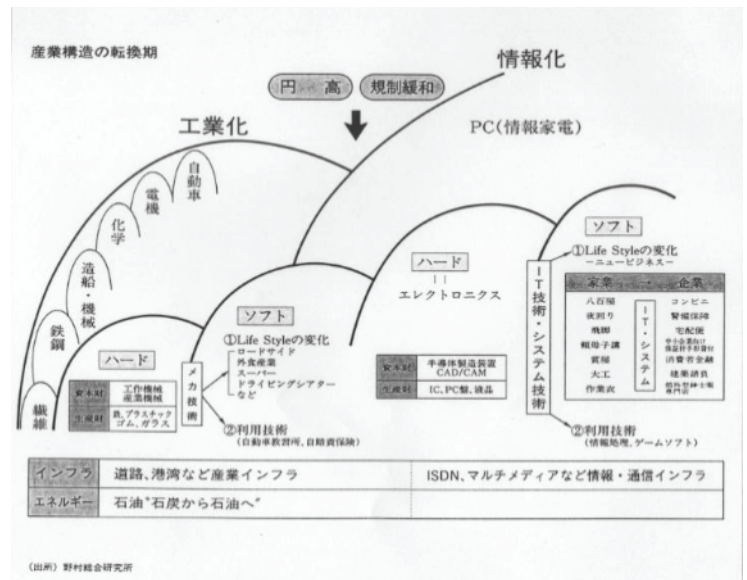


図-1 産業構造の転換期 (野村総研資料から)

俗にいう製品寿命が30年サイクル程度で大きく転換し、かつ進展してきた時期でもあった。そのような高度成長期にあつて、企業も大きく成長していくなかで、若干の関与をしてきた。

ここでは、筆者が携わってきた新製品としての機械装置の消長、それぞれの次に掲げる課題への対処など、それを支えた技術の進展を振り返ってみることとした。

- (1) 顧客のニーズ、社会背景としての受け入れ環境
- (2) 使用環境、負荷条件の把握と設計仕様の設定
- (3) 対応技術力(開発、設計、生産、特許)の評価
- (4) 協力会社(材料、機械要素、保守、販売)の連携

1), 交通科学科

1), Department of Transportation Engineering

2. 機械装置システムの開発に伴う課題

2.1 苛酷な使用条件と多様な仕様の振動式杭打機

振動式杭打機の社会的ニーズは、高度成長期の昭和30年代後半から、臨海工業地帯の造成が京阪神地域の瀬戸内を始め、全国で企画された。その埋立ての盛り土の際に、鋼矢板杭などが土留め用の連続壁として岸壁造成に培われた。それら鋼矢板杭やコンクリート杭の打ち込みには、当初ディーゼルハンマーが用いられていたが、騒音と時間効率の観点で、振動式杭打機の開発が急がれていた。

その構造は偏心モーメントを左右に配置し、双方内向きに回転させて、遠心力を上下方向の起振力として活用するものである。起振力として10～数10tonに到る機種をシリーズ化した。実際の工事現場で苛酷な使われ方をみて、地盤の硬さなどに応じて、振動数(回転数)を調整できるようにした。それは地盤のばね系との共振を避けるためであり、必要な配慮は構成要素である歯車、軸受、電動機、潤滑油などである。

歯車は衝撃荷重に伴い歯の表面にあばた状のピッチングを生じ、歯もとの折損などを引起した。そこで、その衝撃荷重の計測も試みたが、多くの場合難しく、地盤による安全率を加味した。機械の破壊試験のような使われ方に匹敵し、損傷もよく生じた。

設計安全率に関する考え方は、それまでの負荷および応力解析の精度に基づく不確定要素によるものであった。応力評価の観点では、有限要素法などの手法の向上で大幅に改善されたといえる。

次に、機械装置システムを取まとめるために、歯車を始めとする駆動系の軸受、軸、キー、潤滑油の選択など、構成要素のまとめ、機能上のバランスもみていく必要がある。駆動源である電動機の容量の選定が

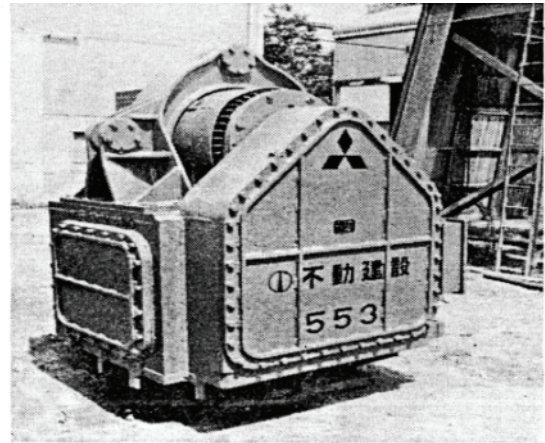


図-3 V-3型振動式杭打機

表-1 V-3型振動式杭打機の主要目

起振力	ton	10
振動数	CPM	700
振幅(標準)	mm	20
電動機容量	Kw	30

議論された。通常の通風式の冷却機能を期待されている電動機の最大容量は巻き線コイルの上昇温度の程度で決められる。特に、連続定格の使用ではなく、間歇的な活用条件ではそのコイルの上昇温度により作動させる時間間隔を決めてゆく。この運用手法は合理的であり、振動式杭打機の事例がそれに該当する。

鋼矢板杭は深く打ち込むのではなく、連続壁の構成が目的である。隣接の鋼矢板杭の両端に設けられた凹凸に互いに嵌め込み、振動を与えながら打ち込むので、この方式が適していた。また、一連の護岸工事がコンクリート壁の打ち込みにより終了すると、鋼矢板杭による連続壁は撤去され、次の場所で活用される。その際の鋼矢板杭の引抜にも振動式杭打機で振動を与え、抵抗を減らしながら引っ張り上げることが必要であった。また、海岸の泥土埋立による軟弱地盤の改良に、碁盤目状に砂柱杭を打ち込んでゆく工法が採用された。砂杭鋼管(直径数百ミリメートル、高さ約20m)を、図-2に示すようにやぐら状に保持案内して、先ず打ち込み、その鋼管に砂を上から順次注入して砂柱を創成してゆく工法である。その際の鋼管の打ち込み、砂柱杭が構築された後の鋼管の引抜きのためにも、この振動式杭打機が適しており、全国で活用された。これらの一連の作業にも、対象の杭の大きさによる負荷の大小があり、機能構成として5機種で10～100Kw級シリーズ化を図った。その代表的機種

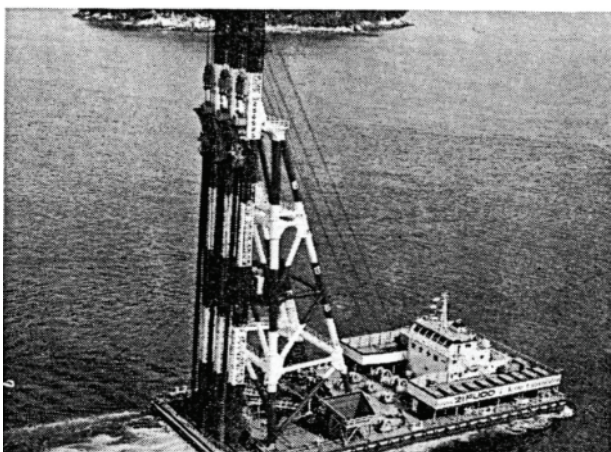


図-2 砂杭工法の振動式鋼管打ち込み軟弱地盤改良船



である V-3 型振動式杭打機（起振力 1 0 ton）を図-3 に示し、仕様の主要目を表-1 に纏めた。

この機械の機能、耐久性などを高めるために、保守・修理を通して、母材の強度向上の熱処理、表面処理（窒化、高周波焼入れ）などを施すことにした。

このように、新製品として、設計仕様、保守管理に関するノウハウを積重ね、改良してゆくことが開発メーカーにとって必須である。機械技術者としては、これら機械要素の活用経験、設計実績、客先の叱責などがいわゆる機械屋の技術力となって育っていくと考える。

その後、市街地での騒音課題などで油圧式杭貫入システムまたはボーリングマシン方式に代わっている。

この他に、歯車系列として取組んだ装置に、船用の逆転減速歯車装置があり、300馬力から1000馬力に近い機種のシリーズ化を果たした。ここでも、システムとして、構成機器である多板クラッチあるいはトルクコンバータとの組合せの総合化が必要で機能の拡大が図られる経験となった。ボルト直結などという緊急安全の手段の必要性も身をもって体験した。

**2.2 特許に泣かされた蒸発式海水淡水化装置**

われわれの扱う機械装置に加えて、発電所プラントのような総合的なプラントでは、ボイラや発電機システムなどのように、関係するシステムの大型化、技術者も多岐となる。

このような大型プラントの取り組みにおいても、規模の大きなシステムの構成がそれぞれに確実にその機能を果たしていくことが基本で、目的に沿って総合調整する機能が必要である。そんな中で、発電と造水という大型プロジェクトに参加する機会を得た。

昭和40年代から、中近東の諸国で用水を得るために、海水淡水化装置がその容量 10 万 t/d に到るプラント設置の計画プロジェクトが発表され、大きな事業となった。調査によると、今日でも世界での新設プラントの設置需要が毎年、中近東・アフリカ地域において、造水容量 70 万 t/d の設備容量に到達するという。

当時から、その淡水化方式の主体は蒸発法で、海水の温度を約 100℃ 近くに上昇させ、順次真空サイドに圧力を下げたフラッシュ室で蒸発させるシステムである。アルミブラス伝熱管束の大きな熱交換器群と海水を再循環させるポンプなどで構成されたものである。相対的にシステムが簡易で故障に結びつく要因も少なかったため、重工業などの企業が大きな輸出工事として展開を果たした。現在でも、その拡大は続いており、経済性に優れた逆浸透膜法も改良されてきている

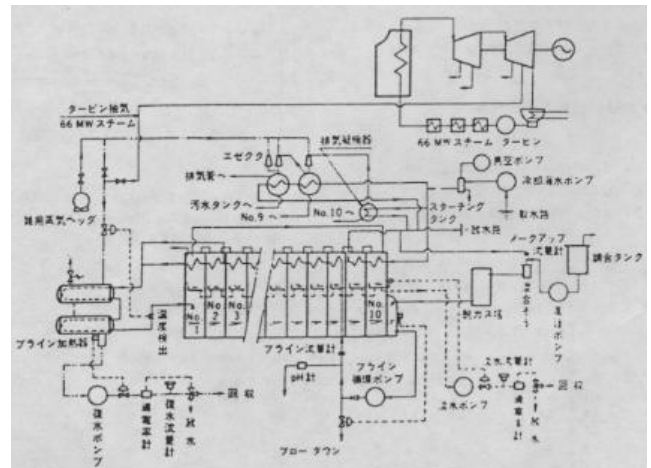


図4 発電所と組合せた蒸発式海水淡水化プラント

表-2 100 t/d 蒸発式海水淡水化装置の主要目

淡水化蒸発量	t/d	100
フラッシュ室段数	段数	10
熱回収方式	ライン再循環	
加熱タービン抽気量	Kg/h	1200
スケール防止法	PHコントロール法	
製造淡水純度	PPM	10

ので、長寿命化を果たしながら、その方式に移行していくことになる。

淡水化コストの観点から、熱源は火力発電所の低熱源の抽気などとの組合せが必要である。図-4は共同研究者である東京電力(株)の火力発電所の抽気を熱源として、組合せ運転を行った造水容量 100 t/d ・パイロットプラントのフローチャートである。これらの実証運転を通して発電所側、海水淡水化装置システム側の運転保守を含めた貴重なデータが得られた。

熱交換器を含めたプラントの応答は緩慢であり、海水中の泥などによる熱伝達係数の低下といった要素も顕著ではなく、数ヶ月規模で現れてくるものである。

発電所側への影響は殆どなく、むしろ、プラントの停止に伴う伝熱管内部の熱伝達への影響(海水側の付着物の乾燥によるこびりつきなど)が再スタート時に大きなものであった。

造水コストの試算例では、大規模プラントでも化石燃料を輸入に依存している大半の地域で、市販の水道水並みになることは難しい状況である。しかし、現に中近東ではこの手段で砂漠の中に都市が生まれている。

このように、3 ヶ年程のフラッシュエバポレータの基礎実験から、蒸気タービンとの組合せ運転の実績を経て、輸出事業に乗り出そうとした矢先、海外企業が



ら出された特許「海水ブラインの再循環による蒸発法」が成立していることを知った。この特許は技術的には公知の基本サイクルであったが、法的手段に訴えても、何年もの時間がかかることが想定された。結局、関係先と話し合うことで業務提携を結び、ロイヤリティのお金を支払いながら事業(商売)を行うことになった。

その特許、実用新案の現実的威力に屈したが、それ

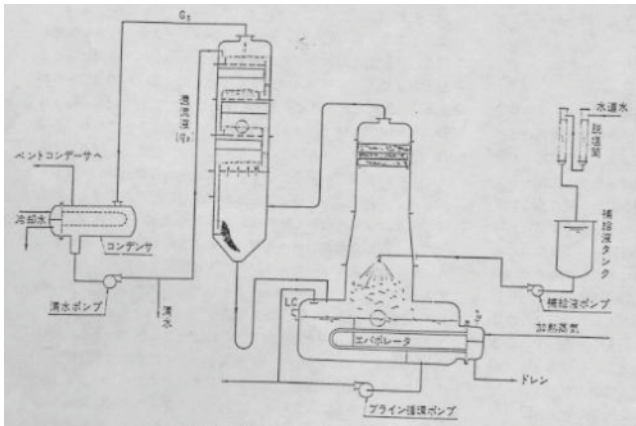


図-5 多段精留方式廃液蒸発処理装置

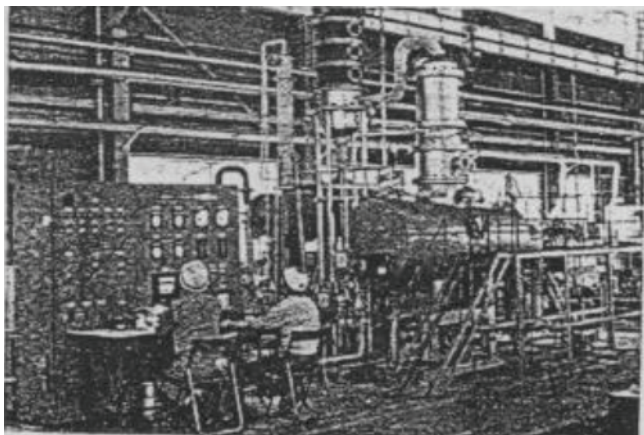


図-6 多段精留方式廃液処理パイロットプラント

でも輸出工事など事業的には魅力的なものであった。

次に、蒸発装置関連の特徴ある製品として開発されたものに、原子力発電所内で発生する極低レベルの放射性廃液の処理のために適用された多段精留方式蒸発装置である。発電所内の廃液にヨウ素など極僅かの揮発性物質が含まれる懸念に対し、廃液の蒸発蒸気にその凝縮水を降りかけ、多段で精留するシステムである。既に、化学プラントなどで実用されている方式で、具体的には上部の多孔板から蒸留水を降らせ、水蒸気に含まれるヨウ素などの微量な揮発分圧をさらに少なく、除去するものである。そのシステム構成を図-5に、

またその実証パイロットプラントの概観および運転状況を図-6にそれぞれ示した。

各原子力発電所には数台づつ設置されており、現在も廃液処理に活用されている。

### 2.3 相似則適用を試みたガスタービン燃焼器

企業がどの分野の事業(商売)を展開してゆくかを決めるのはその草創期に、その企業の使命、保有技術力の育成、生産工場有能力、設備投資など戦略的な経営計画、判断である。昭和30年代後半から、重工業各社では造船事業の全盛期を経て、機械産業分野への重点展開が図られた。

過去の伝統とこの分野の基幹産業を担う意気込みから、次々と火力および原子力発電所建設の海外メーカとの技術提携に進んだ。具体的には、先ずボイラ、蒸気タービンを基にした発電所の建設、機器製作技術の吸収である。そんななかで発電所容量の規模が昭和40年代に急速に大型化し、数万Kwから数10万Kwに容量アップしていった。

昭和30年代後半に国内では3000Kwの試作ガスタービンがやっと動き始めていたが、技術提携で2万Kw級の技術力の吸収に進んだ。

技術提携を基に最初に取り組んだのが製鉄所の高炉用送風機の駆動ガスタービンである。ただし、燃料がその高炉から排出される高炉ガス(一酸化炭素を主体にしたガス、発熱量  $1,000\text{Kcal}/\text{Nm}^3$ )であった。低品位燃料の高炉ガスということで、燃焼器の形態も単胴型で大きくし、吹き消え、出口温度の均一化に意を用いていた。当時、この高炉ガスを燃料にしたガスタービンは技術提携先でも、USスチール(株)に納めた5000Kw相当のものが最大であった。

与えられた課題は燃焼器の大型化である。入手した設計図の約3倍の燃焼器容量の拡大が必要であった。特にボリュームフローが大きいだけに、吹き消え手段を中心に、流体力学的な相似則、発熱量、燃焼速度の相関の組入れなど検討を行って形状を決定し、大気圧実験で確認して備えた。

実機が製作建設されて、試運転が繰り返されるに及んで、80%負荷に到達すると燃焼器の吹き消えが生じた。納期が迫り、短期で次の対策を実施した。単同燃焼器の中に配置された6個のコーン型の焰炎器からスワールタイプへの工夫などを施すことで関係者と昼夜を徹して乗り切った。この件では、技術提携に基づく基礎技術の浅さを知り、ベースとなる技術伝承の難しさなどポテンシャルアップの必要を痛感した。

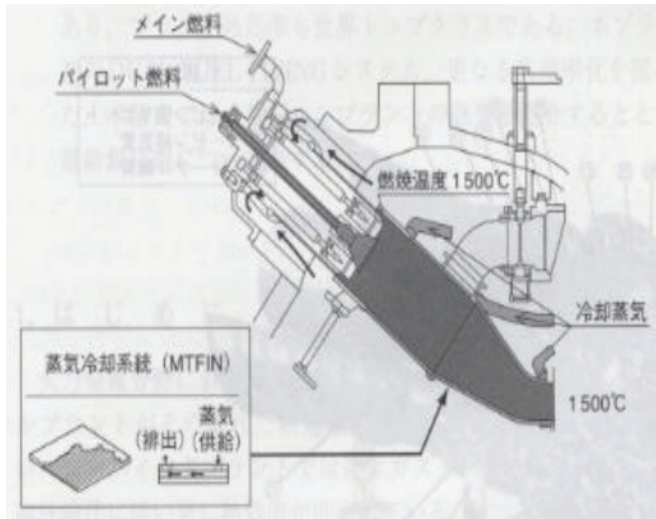


図 - 7 蒸気冷却方式ガスタービン多筒形燃焼器 (三菱重工技報から) <sup>1)</sup>

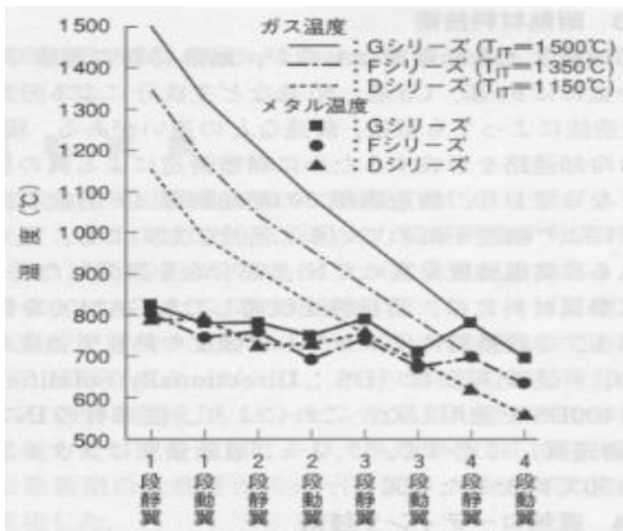


図 - 8 ガスタービンのガス温度と各翼メタル温度 (三菱重工技報から) <sup>1)</sup>

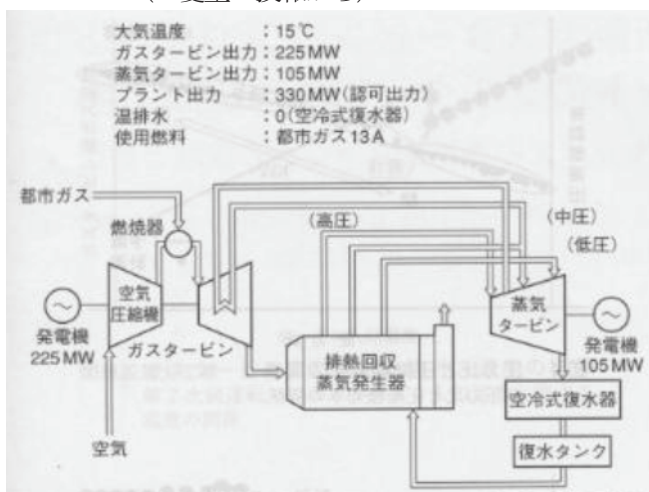


図-9 ガスタービンと蒸気タービンの組合せサイクル (三菱重工技報から) <sup>1)</sup>

当時（1965年）のガスタービンの入口ガス温度は最高700℃近辺が限界で、耐熱材料も急速に開発が進んだ。ニッケル、クロム主体のインコネル系、ハステロイ系からコバルト系のウディメットなどが国産化され、今日ではガス入口温度は1500℃を実用化し、1700℃に挑戦している。勿論、空気あるいは蒸気冷却の翼技術を完成したものであり、圧縮比も約7から20に高められた。

図-7 は組合せプラントの抽出蒸気を用いた冷却式燃焼器の構成を示し、この蒸気冷却方式は1段および2段の動・静翼の冷却にも活用されている。

この約50年を経て、入口ガス温度は約1000℃の上昇を得て大容量化、高効率化を果たしたと言える。

図-8にはガスタービンの第1段静翼の入口ガス温度から順次各段の作動温度と翼メタル温度を表示している。冷却翼の効果を得て、それでも約800℃近辺の高温疲労に耐える材料開発が出来たのである。

一方、燃料も天然ガス（LNG）が多く輸入されるようになり、ガスタービンを駆動原とする発電とその排ガスを再燃焼させたボイラとの組合せプラントサイクルが展開されるようになった。図-9はガスタービン出力225Mw、蒸気タービン出力105Mwで、プラント総出力330Mwの組合せサイクルの稼働事例である。この規模の組合せ発電サイクルの出現で熱効率も50%（HHV）レベルに到達し、CO<sub>2</sub>の削減も石炭火力発電所に比べ、半減している。

国内でのガスタービンの設置は、電力会社の緊急発電用あるいは製鉄所、化学プラントなどの工場を活用事例は多い。また、中近東始め、海外市場でその地域の発電プラントとして、大きく輸出展開される事業になり、企業の柱の一つに成長している。 <sup>1)</sup>

## 2.4 メカトロニクス技術進展の原子力発電プラント

国内での原子力発電プラントは昭和45年の関西電力(株)美浜発電所を1号機として、急速に建設されていった。発電所機器の製作はほとんど、従来技術で大型化を含めて対応できるものであった。さらに、次の項目について、十分な品質管理を徹底的に求められた。

- (1) 機器の規格標準化、クリーンな環境の製作管理
- (2) 品質管理、検査データ記録、保管
- (3) 運転保守、機器の定期検査の実施

これらの項目に対して、実施体制についても企業のなかに品質保証部を設けるなど、本格的に取り組まれた。稼動2ヵ年の昭和47年に蒸気発生器の伝熱管（インコネル）の腐食問題が発生し、具体的な腐食量の検



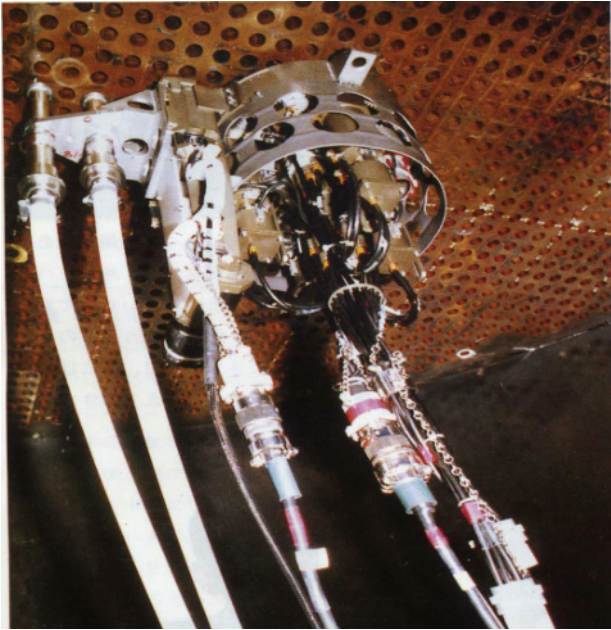


図 - 1 0 蒸気発生器水室設置の伝熱管渦電流探傷装置

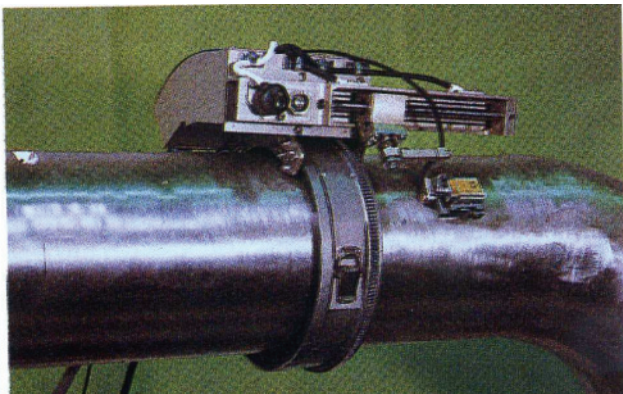


図-1 1 配管溶接部の自動超音波探傷装置



図一 1 2 渦電流および電磁超音波探傷センサ

出法、数千本の伝熱管の遠隔高速検査装置の開発が即求められた。定期検査の実施に当たって、発電所の中で放射線レベルが高いところでは、人が長時間そこで作業をすることが出来なかった。そこで、機器の定期検査について遠隔操作による自動化、高速化が図られた。主な検査として、原子力压力容器類の溶接線の表面検査、超音波探傷検査あるいは配管溶接部の超音波探傷検査である。図-10に蒸気発生器水室に設置され、順次数千本の伝熱管を探傷する渦電流探傷装置システムを、また図-11にステンレス配管の溶接部を自動的に走査する超音波探傷装置を示した。検査の高速化にあわせて、それらのデータ処理、定量的な解析評価の手法が求められた。欠陥の大きさ、形状の同定法が議論され、超音波探傷法による欠陥の定量化および渦電流探傷法による伝熱管の腐食量評価に関する技術の確立に内外の技術者が努力した。非破壊検査技術が世界的にレベルアップの気運が盛り上がり、技術交流を含めて協調の成果も得た。特筆すべきは「渦電流探傷法による欠陥定量評価技術」の確立と水、油などのカップリング材を必要としない「電磁超音波探傷検査システム」を成し得た。これが検査技術の革新に繋がり、毎年大きな保守点検事業にもなった。図-12に渦電流検査および電磁超音波センサの外観を示した。

一連の検査の作業を始め、プラント保守などの不特定な作業を人に代わって、どうロボットにさせるかという切実なニーズもある。人が行うそれら作業をロボットに行わせるには、少なくとも多本指ロボットハンドが必要であり、また教示し易い手法を開発する必要があった。より人に近い大きさ、機能が満たされる作業ロボットに関する国の開発プロジェクトが進められたので参加した。図-13および図-14に示すように、人がグローブで模擬作業をして教える「マスタースレーブ作業ロボット」の開発を受託し、かなりの技術レベルに到達できた。今後、このような技術が義手などへの活用を合わせた発展を望みたい。

### 2.5 将来の海上交通としての地面効果翼艇

海上交通では、その高速化を果たすためには、船体を海面上により早く浮上させ、排水による推進抵抗をいかに減少させるかという方策に尽きる。その具体化手法として水中翼船、ホバークラフトなどが出現している。水中翼に依存することで80Km/h程度のスピードを凌駕し、新潟-佐渡島といった離島間の連絡便に就航している。さらに、これを速度200Km/h以上という高速化を果たすために、船体および翼を海





図-1 3 マスタースレーブ作業ロボット (スレーブ)

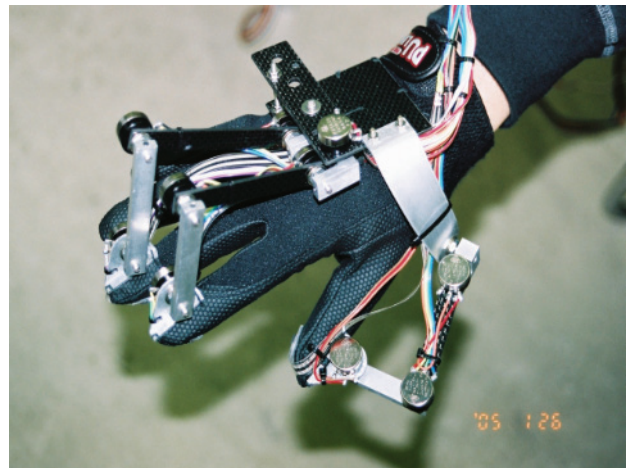


図-1 4 マスタースレーブ作業ロボット (マスタ)

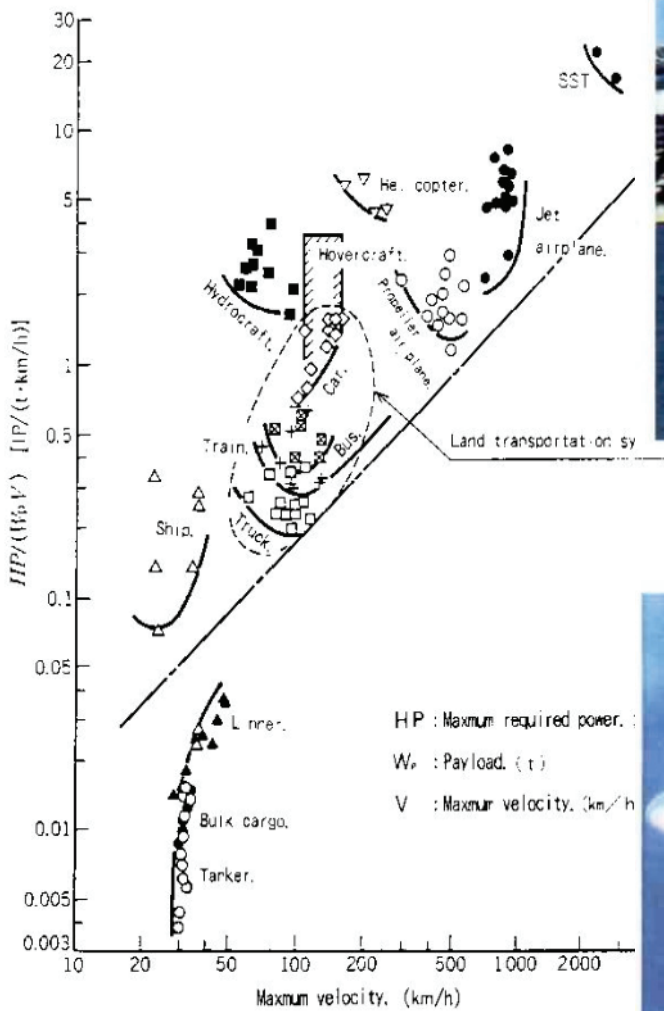


図-1 5 各種海上交通における機種展望

面上のごく近傍に浮上させる方式の地面効果翼艇の実現を目指した。図-1 5に示すように、陸上の車輛相当の利便性をカバーする海上交通の手段が欠落している。



図-1 6 2人乗りの地面効果翼艇  
マリンスライダ―μ-SKY-2



図-1 7 近海航路の地面効果翼艇シャトルバス構想

先ず2人乗りのレジャー艇(商品名;マリンスライダ―μ-SKY-2)を産み出した。その概観を図-1 6に示



したが、ヨットと同様に、マリンスポーツの展開を期待した。大衆向けのレジャースポーツということで、アフタサービスなど保守を含めて、商売に乗り出すか、需要の社会背景とその成熟度などの調査も進めた。商品としてのコスト、完成度なども議論された。当面は、図-17 に示す将来の「地面効果翼艇シャトルバス構想」を着実に展開することが打ち出された。<sup>2)</sup>

### 3. まとめ、新製品開発への技術力育成

これまで、日本は海外からの技術提携で大きく成長し、家電製品を始め、産業機械でも世界を席捲してきた。その技術力は提携先を凌駕するに到っている。

企業、国レベルで常に競争力を保てる開発力、技術力を辛抱強く育て、ポテンシャルアップが肝要である。

#### 3.1 機械要素のデータ蓄積と標準化

(1) 開発を加速するために一般的によく使われる部品などの機能、寿命などについて、データ蓄積と標準化の整備が必要である。JIS などを含めて各社では、関連機種に対する設計標準、あるいは社内規格の設定をより高度のものに整備を進めたい。

(2) 機械システム的设计者はその機械の使われ方、稼働条件などの理解が重要である。汎用の機械装置は一般的に償却を含めて、10数年の稼働を前提にしていると考えられるが、動的な繰返し負荷が殆どである。

(3) 新製品の企画、開発の着手に当たって、先ず特許、実用新案の調査が必要である。新規性の発揮、必要なら特許の購入、業務提携を考えねばならない。

#### 3.2 開発力の維持強化

多様な新製品の開発力を保持するために、技術者を育て、その集団に先端技術をどう維持させるかが企業の実力に結びつく。国も、企業が負担に耐えられない分野の新技术、新材料、微細加工技術などに国家プロジェクトあるいは電力会社などの補助を期待したい。技術者とそのポテンシャルは仕事を通して維持できるからである。図-18 に示す四足歩行ロボットの出現も「つくば科学万博」への機会を得、そのポテンシャルアップが得られ、技術者も育った。

#### 3.3 大学での教育

大学でも教育の実質化が課題となり、JABEE など意欲的に取組まれている。技術者教育は大学の理系学部で基礎教育を受けて、企業ではさらに、必要な各社の専門分野の技術を数年~10年掛けて企業内教育、OJTを通して育てている。

(1) 各学科ではそれぞれの工学基礎教育を徹底するのが第一である。大学院では、もう少し教育目的を持

って、学際領域を含めた科目群の教育が望ましい。ロボット工学コース、自動車工学コースなどのように横断的な教育コース制もより有効と考えられる。

(2) 各教科の実感教育手法、例えばクラブ活動を通じた実践は実力をつける。図-19 は「NHKロボットコンテスト」に参加したロボットクラブの活躍を表す。

(3) 興味ある実データに基づく教科書の充実が必要

(3.1) 松原武徳, 高畑健二, 外, 「メカトロニクス演習」

(3.2) 松原武徳, 「機械要素設計演習」, 三恵社

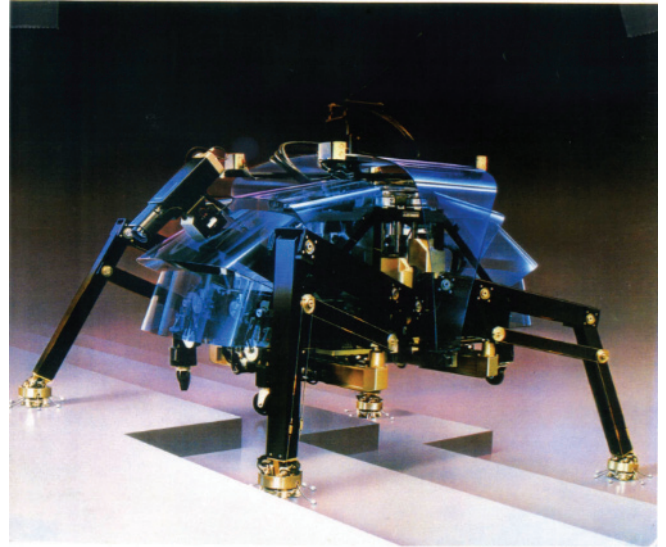


図-18 四足歩行ロボット (つくば科学万博出展)



図-19 「NHKロボットコンテスト」参加状況

### 3. 参考文献

- 1) 福泉靖史, 潮崎成弘, 有村久登, 外: 大容量ガスタービンの最新技術動向, 三菱重工技報, Vol. 40, No.4, pp.194-199, 2003.
- 2) 松原武徳, 松岡利雄, 外: レジャー用高速艇” マリンスライダーの開発, 三菱重工技報, Vol. 27, No. 5, pp.475-479, 1999 - 9

(原稿受理日 平成21年9月18日)

# ウェットボンディングによる FRP-RC ハイブリッド新設構造物の 曲げ構造性能に関する実験的研究

岩下健太郎<sup>1)</sup> 吳智深<sup>2)</sup> 尾崎春平<sup>3)</sup> 三島勇人<sup>2)</sup> 朱海堂<sup>4)</sup>

Experimental Study on Flexural properties of FRP-RC Hybrid structure with Wet-bonding Technique  
Kentaro IWASHITA<sup>1)</sup>, Zhishen WU<sup>2)</sup>, Syunpei OZAKI<sup>2)</sup>, Hayato MISHIMA<sup>2)</sup>, Haitang Zhu<sup>2)</sup>

## Abstract

A novel type of fiber reinforced polymers (FRP) - reinforced concrete (RC) hybrid structure is proposed as a type of new construction. The hybrid structure is composed of an externally bonded hybrid FRP shell and a concrete core reinforced with internal steel reinforcements. The FRP shell includes high modulus type and high strength type of carbon FRP (MC and SC) sheets and glass FRP (EG) sheets with high ductility. Hybrid FRP sheets were axially and wetly bonded to the bottom surface of the concrete core to carry tensile load; while additional EG sheets were hoop-directionally wrapped to bear the shear load. The external FRP shell also provided the concrete core and steel rebars with an effective potential protection against corrosion. A series of 4-point bending experiments were carried out to confirm the structural performances of the proposed structures. Furthermore, the effectiveness of the wet-bonding method was also verified.

## 1. はじめに

鉄筋コンクリート (RC) 構造物の性能や寿命を損なう鉄筋の腐食やコンクリートの中酸化などによる劣化は、近年深刻な問題となっており、高度な耐腐食性、耐薬品性を有する連続繊維複合材 (Fiber reinforced polymers, 以後 FRP) を主構造材や補強材に活用する技術の開発が期待されている。そして、大規模震災時における損傷の軽減や復旧性の向上や、長期的な高寿命化を図る技術の開発が大いに推進されている。著者らは、まず、複数種類の FRP を適材適所に用いて、0.29%程度の小さな引張鉄筋比でも構造体として成り立つ FRP 主体の FRP-RC (FRP-RC) ハイブリッド新設構造を提案し、吸水性の小さいエポキシ樹脂を選定し、所定の形状に成型した FRP とフレッシュコンクリートをこの樹脂により接着する、ウェットボンディングを用いて実現した<sup>1)2)3)4)</sup>。FRP-RC 構造では、RC 構造物の周囲を覆うように FRP が配置されることにより、飛来塩や塩水の浸食が防止されて耐候性が向上され、同時にせん断力を受け持たせた分だけせん断補強筋を減少させることができる。また、構造材の種類ごとに要求される性能を考慮して、曲げを受ける部

位には引張強度、弾性率、そして伸度に関して特徴のある複数種類の FRP を適材適所に適用することにより、曲げ構造性能が総合的に向上される。さらに、比較的多量の FRP を必要とするせん断補強に対して、要求性能と経済性の観点から、比較的安価な E ガラス FRP (以後、EG) を用いて低コスト化され、ウェットボンディングにより接着を確保できるため、コンクリート打設後の表面処理の工程を省略できる。以上の検討結果を踏まえて、新たに引張鉄筋量を考慮した鉄筋主体の FRP-RC 構造物に関する実験的検討を行い、剛性や引張鉄筋降伏荷重、ひび割れ幅といった使用性指標や最大荷重をコントロールできることを明らかにした。そして、引張鉄筋と FRP 使用量のコントロールにより、材料面での低コスト化が図られ、EG によるせん断補強効果も実験的に明らかにし、EG の剥離も考慮した簡易評価手法に関する検討も行った<sup>5)</sup>。本論文は、FRP-RC 構造形式に対するこれまでの研究状況について取り纏めたものである。

## 2. ウェットボンディングによる FRP-RC ハイブリッド構造形式とは

著者らが提案した FRP-RC 構造形式では、Fig. 1 に示

1) 建設システム工学科 2) 茨城大学工学部都市システム工学科

3) 茨城大学大学院理工学研究科 4) 中国鄭州大学環境水利学院

1) Department of Civil Engineering 2) Department of Urban & Civil Engineering, Ibaraki University

3) Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki University 4) School of Environment and Water Conservancy, Zhengzhou University

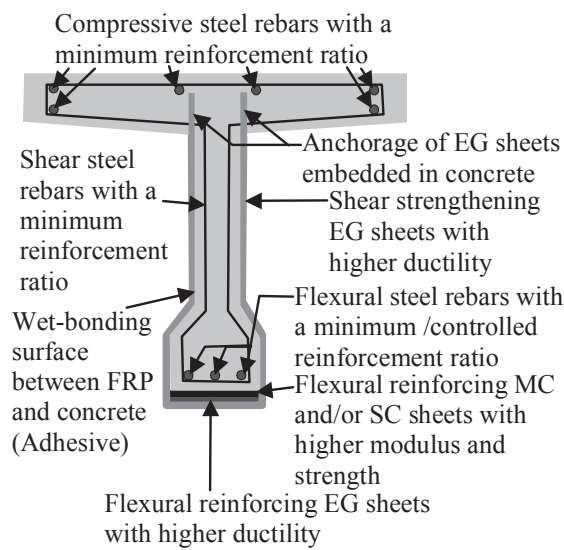


Fig.1. Concept of an FRP-RC hybrid system based on wet-bonding technology.

すように RC 構造物の側表面を全面的に FRP で覆った防食構造とした。ただし、桁の側面に用いるせん断補強 FRP は曲げ補強 FRP に比べて接着面積がかなり大きくなることやせん断補強材の要求性能を考慮して、比較的低価格で高伸度性状を有する EG を用いることにした。また、曲げ補強効果が効果的に得られる引張縁のコンクリート表面には、Table 1 に示すように最高級の引張弾性率を有する高弾性率タイプの炭素繊維 FRP (以後、MC と呼称)、

Table 1 Summary of mechanical properties of different fiber sheets

Type of FRP sheets	MC	SC	EG
Measured average tensile strength (N/mm <sup>2</sup> )	2613	4232	1793
Measured average elastic modulus (kN/mm <sup>2</sup> )	571	243	80
Calculated rupture strain (%)	0.46	1.74	2.24
Nominal thickness (mm)	0.143	0.167	0.118
Unit weight of fibers (g/m <sup>2</sup> /1 layer)	300	300	200

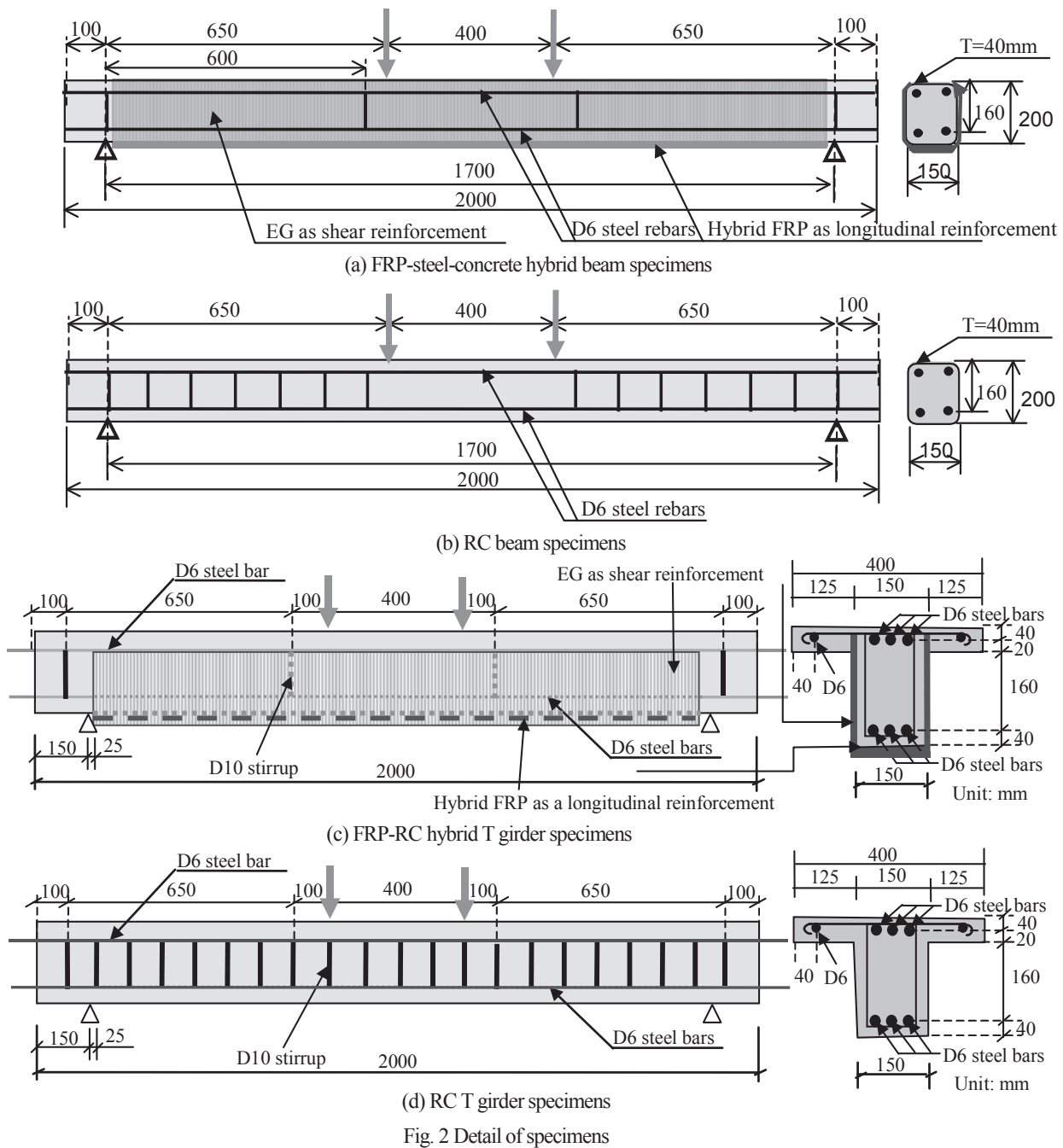
最高級の引張強度や一定の弾性率、伸度を有する高強度タイプの炭素繊維 FRP (以後、SC と呼称) と高レベルな伸度を有している EG を積層して配置し、ひび割れ発生荷重や剛性、鉄筋降伏荷重といった使用性、最大荷重、そして靱性といった曲げ構造性能指標の総合的な高度化を図った。さらに、事前にエポキシ樹脂で含浸、積層、硬化させた FRP の内側表面に常温硬化型のエポキシ樹脂を塗布した上で型枠内に設置して、フレッシュコンクリートを打設する方法により、FRP とコンクリート間の付着を確保する。この方法は過去の研究でウェットボンディングと呼ばれており、エポキシ樹脂とコンクリー

Table 2 Details of FRP-RC specimens

Specimens	Shape of specimen	Steel rebar for longitudinal reinforcement	Fiber sheets for longitudinal reinforcement	Steel rebar for shear reinforcement	Fiber sheets for shear reinforcement
NF-1.66%	Rectangular beam	2-D16 (1.66%)	None	21-D10	None
NF-2.39%	Rectangular beam	2-D19 (2.39%)	None	21-D10	None
1.5MC-4EG-W	Rectangular beam	3-D6 (0.29%)	1.5 layers MC + 4 layers EG	4-D10	4 layers EG
1.5MC-4EG-E*	Rectangular beam	3-D6 (0.29%)	1.5 layers MC + 4 layers EG	4-D10	4 layers EG
2MC-5EG	Rectangular beam	3-D6 (0.29%)	2 layers MC + 5 layers EG	4-D10	4 layers EG
T-NF-1.20%	T girder	2-D16 (1.20%)	None	24-D10	None
T-NF-1.73%	T girder	2-D19 (1.73%)	None	24-D10	None
T-2MC-5EG-0.29%	T girder	3-D6 (0.29%)	2 layers MC + 5 layers EG	4-D10	4 layers EG
T-2MC-6EG-0.29%	T girder	3-D6 (0.29%)	2 layers MC + 6 layers EG	4-D10	4 layers EG
T-2SC-5EG-W	T girder	2-D13 (0.77%)	2 layers SC + 5 layers EG	4-D10	4 layers EG
T-2SC-5EG-E	T girder	2-D13 (0.77%)	2 layers SC + 5 layers EG	4-D10	4 layers EG

\* The hybrid FRP sheets are externally bonded after curing of concrete.





トの養生後には通常の後接着補強の場合と同程度の付着強さが得られることが実験的に示されている<sup>6)</sup>。

### 3. FRP-RC 梁の曲げ構造性能に関する実験的検討

#### 3.1 FRP-RC 梁の製作

矩形梁 3 体と T 形梁 4 体 (曲げ補強 FRP の種類と補強量, 接着工程 (ウェットボンディングと普通接着), そして引張鉄筋量を考慮), 比較対象として主鉄筋比が異なる矩形梁 2 体と T 形梁 2 体の, 全長 2m の RC 梁および FRP-RC 梁を作製した。梁に用いた FRP や鉄筋の状況を

Table 2 に, 詳細寸法を Fig. 2 にそれぞれ示す。ここで, ウェットボンディングによる FRP-RC 梁の作製方法を以下に説明する。まず, 連続繊維シートに 50% の繊維含有率 ( $V_f$ ) 相当量の常温硬化型のエポキシ樹脂を含ませたいうで, 樹脂が未硬化のうちに 150 mm×300 mm の型枠に密着させ, 室温環境下 (16±5°C) で硬化・成形した。ここで, 上記の連続繊維材は 1 層ずつ手作業により樹脂で含浸し, コンクリートに近い方から順に, すなわち, 曲げ補強炭素繊維材, 曲げ補強ガラス繊維材, せん断補強ガラス繊維材の順に積層した。そして, T 型断面の型枠を組み, 成形された FRP と所定の鉄筋比となるように



径と本数を設定した異形鉄筋をその内側に設置し、FRPの内側表面に0.5kg/m<sup>2</sup>相当量のエポキシ樹脂を塗布したうえで、その樹脂が硬化する前にフレッシュコンクリートを打設して作製した。ここで、コンクリートの設計圧縮強度30MPa、スランブ80mmとして配合し、セメントには早強ポルトランドセメントを使用した。また、100mm×200mm円柱コンクリート供試体の圧縮試験において、28日経過時の圧縮強度は矩形断面試験体で29.0MPa、T型断面試験体で35.8MPaであった。

### 3.2 実験方法

載荷試験の方法は4点曲げとし、支点、載荷点の間隔をそれぞれ1700mm、400mmに設定し、2000kN加圧試験機を用いて2kN/分の速度で載荷した。たわみ計測は50mm変位計を支間中央の梁両側面に設置して、両者の値を平均化した値を梁の最大たわみとして採用した。また、FRPひずみは、梁作製前に支間中央及び両載荷点に相当する位置のCFRP表面に設置した検長5mmのひずみゲージで測定した。さらに、鉄筋ひずみは支間中央及び両載荷点に相当する位置における1本の引張鉄筋に設置した検長5mmのひずみゲージで測定した。

## 4. 実験結果と考察

### 4.1 FRP-RC梁の曲げ挙動とEGのハイブリッド化による靱性向上効果

4点曲げ試験において得られた荷重と変位の関係をFig. 3, Fig. 4に示す。まず、荷重をかけ始めてから破壊に至るまでの過程を説明すると、荷重を増加させ始めてから後しばらくして、剛性がやや低下する変曲点がある。ここでは、1本目のひび割れが発生したものと推測される。その後、急激に剛性が低下する変曲点があるが、鉄筋の計測ひずみが降伏ひずみとほぼ一致するため、この変曲点は鉄筋降伏を意味していると考えられる。そして、MCを使用した試験体では、MCの破断ひずみ程度まで到達すると、部分的な破断が開始して荷重が上昇しにくくなり、その後はEGも完全に破断するまでたわみのみが増加する傾向が見られた。このような状況は通常のRC構造物における主鉄筋の降伏状況と類似しており、EGのハイブリッド化により終局状態での靱性が向上していることがわかる。また、SCを用いた試験体では、載荷点直下のFRPひずみが7000 $\mu\epsilon$ 程度まで到達すると載荷点直下付近から剥離音が生じ始め、その後は剥離音が継続するとともにほとんど荷重が増加しなくなり、たわみだけが増加した。このとき、梁の側面はFRPで覆われているために曲げFRPの剥離を外部から確認できないが、側面

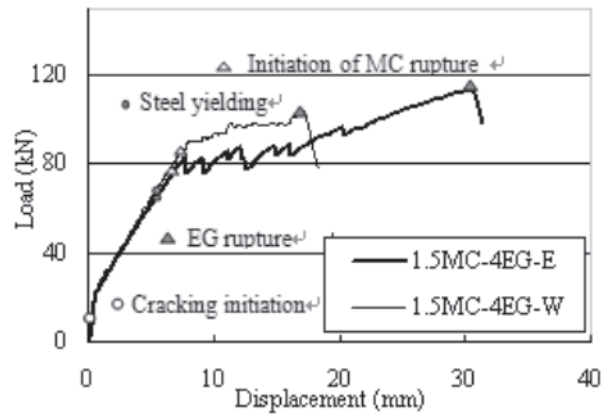


Fig. 3 Comparative results on different FRP bonding processes (Rectangular beams)

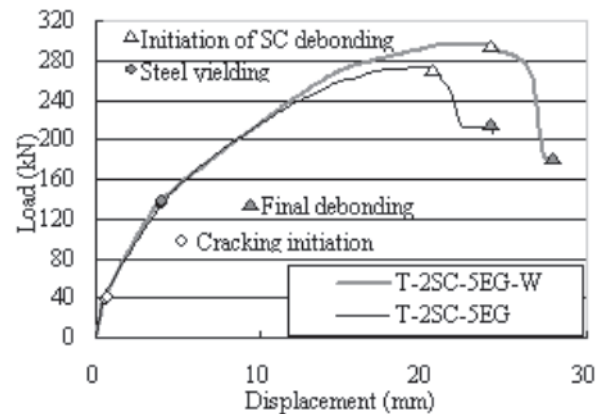


Fig. 4 Comparative results on different FRP bonding processes (T beams)

のせん断補強FRPが載荷点直下から支点方向に剥離していく様子が樹脂の変色と打音検査によって確認され、曲げFRPの剥離進展が推測された。最後に、FRPが接着端部まで完全に剥離するとともに荷重が急激に低下し、その直後に支間中央付近の梁上縁部に圧縮破壊も生じたため、除荷して実験を終了した。このケースでは、FRPが剥離したため、EGによる靱性向上効果はあまり明確に得られていないことから、FRPの端部定着の重要性が再認識された。

### 4.2 ウェットボンディングによる接着性向上効果について

ウェットボンディングによる効果については、Fig. 3において、MCの部分破断開始が遅くなっていることや、Fig. 4において、曲げFRPの剥離に伴う剛性低下がウェットボンディング試験体に対してより遅く発生していることから、ウェットボンディングによりFRPの付着力が向上していることが示唆された。

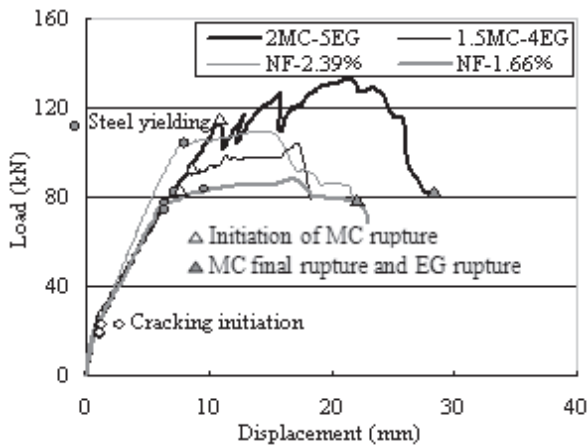


Fig. 5 Experimental result of load versus displacement relationship (Rectangular beams)

#### 4.3 FRP-RC 梁の曲げ構造性能とひび割れ分散状況について

Fig. 5, Fig. 6において、主鉄筋比を1~2%に設定した通常のRC梁とFRP-RC梁を比較して、いずれのFRP-RC梁においても、曲げFRPの補強量の調整により、主鉄筋比1~2%のRC梁における剛性を満たすことができることが明確になった。また、MCの段階的な破断が生じている箇所はほとんど荷重が増加せずに変位のみが増加しており、RC梁における主鉄筋降伏時と類似している。ただし、段階的な破断時に微細ながら荷重が増減しているため、今後、FRPの配合と荷重低下量の関係を明らかにし、荷重の安定性向上を図りたいと思う。次に、Fig. 7, Fig. 8にひび割れ発生状況を示す。FRP-RC梁に対しても、通常のRC梁のケースと同程度にひび割れが分散することが実験的に示された。ただし、T形断面の試験体については、ひび割れ間隔にやや大きなムラがあり、施工時のエポキシ樹脂塗布量のムラがFRP接着によるひび割れ分散効果に影響することが明確になった。

#### 4.4 各種曲げ構造性能に対する簡易算定手法の検討

鉄筋およびコンクリートの圧縮、引張挙動に対しては、コンクリート標準示方書〔設計編〕(土木学会編)<sup>7)</sup>に示されている挙動を用いた。また、FRPシートに関しては、完全弾性体と考える。ひずみについては、破断ひずみが小さいFRPシートから順に破断していき、残されたFRPシートのみで補強されているものとして考える。まず、各種材料の弾性係数をコンクリートの弾性係数  $E_c$  で除した値(弾性係数比)を各種材料の断面積に乘じ、コンクリートとして断面積を換算する。なお、弾性係数比は異形鉄筋では  $n_s = E_s/E_c$ 、そして、FRPでは  $n_f = E_f/E_c$  である。次に、式(1)から中立軸位置  $h_c$  を求める。

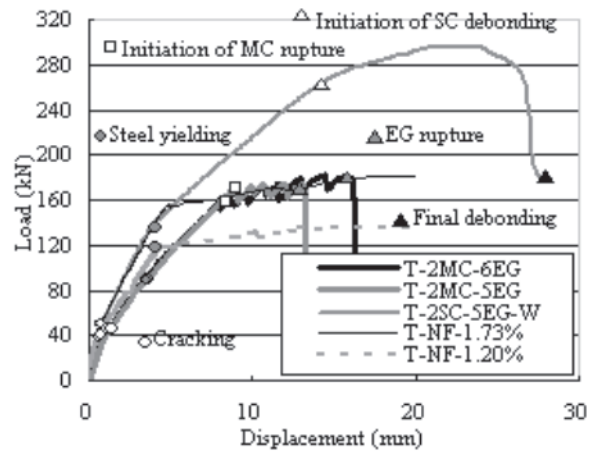


Fig. 6 Experimental result of load versus displacement relationship (T beams)

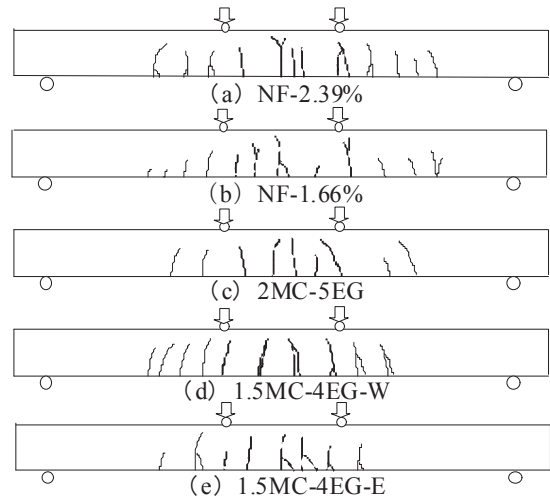


Fig. 7 Crack distributions at ultimate load for rectangular specimens

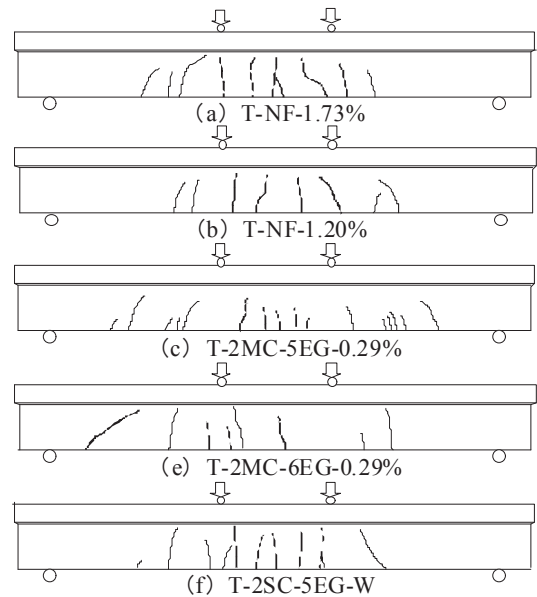


Fig. 8 Crack distributions at ultimate load for T specimens

Table 3 Comparison of experimental and theoretical results

Specimens	Experimental load $P_{exp}$ (kN)			Calculated values $P_{cal}$ (kN)		
	Cracking	Steel yielding	Initial rupture of HM	Cracking	Steel yielding	HM rupture
1.5MC-4EG-W	14.0	76.3	90.4	9.5	68.6	82.2
2MC-5EG	14.9	84.0	114.9	9.6	81.9	100.4
1.5M-4EG-E	14.2	74.1	83.3	9.5	68.6	82.2
T-2MC-5EG	21.7	120.7	160.7	20.3	125.5	152.3
T-2MC-6EG	19.8	125.8	155.8	20.3	121.9	157.1
T-2SC-5EG-W	24.4	132.9	273.0	24.1	120.8	*
T-2SC-5EG-E	24.4	133.4	296.2	24.1	120.8	*

\* These values cannot be calculated because strain gauges are broken before FRP debonding.

$$h_c = \frac{A_c d_c + A_s d_s (n_s - 1) + A_f d_f (n_f - 1)}{A_{total}} \quad (1)$$

ここで、 $A_c$ は梁の断面積、 $d_c$ は梁上縁から梁断面の図心までの距離、 $A_s$ は引張鉄筋の断面積、 $d_s$ は梁上縁から引張鉄筋までの距離、 $A_f$ は曲げ FRP の断面積、 $d_f$ は梁上縁から曲げ FRP までの距離を意味する。また、換算総面積  $A_{total}$  は式 (2) から算出される。

$$A_{total} = A_c + A_s (n_s - 1) + A_f (n_f - 1) \quad (2)$$

そして、梁下縁での引張応力に関するつり合い条件により、ひび割れ発生荷重  $P_{cr}$  は式 (3) から算出される。

$$P_{cr} = \frac{2 \cdot I_g \cdot f_t}{L_2 \cdot h_c} \quad (3)$$

ここで、 $I_g$ は中立軸に対する断面 2 次モーメント、 $f_t$ はコンクリートの引張強度、 $L_2$ は支点-載荷点間距離である。鉄筋降伏荷重を算定するうえで、まず、梁上縁のコンクリートが受け持つ圧縮応力と梁下部の引張鉄筋および FRP が受け持つ引張応力のつり合い条件に基づき中立軸を算定する。このとき、コンクリート標準示方書 [設計編] (土木学会編)<sup>7)</sup>に基づき圧縮鉄筋は無視する。そし

て、中立軸に対する引張鉄筋および FRP の曲げモーメントを算出し、これを荷重に変換する。このとき、引張鉄筋が受け持つ引張応力には、別途、鉄筋径ごとに行った 3 本の引張試験から得られた引張降伏強度の平均値を入力した。また、FRP が受け持つ引張応力には、断面保持の条件に基づき引張鉄筋の降伏強度から梁下縁部における応力に換算した引張応力を入力することで鉄筋降伏荷重が算出される。さらに、FRP に生じるひずみに HM の破断ひずみを入力して、鉄筋降伏荷重の算定方法と同様の方法で、HM 破断開始荷重を算定できる。なお、FRP のひずみに FRP の剥離直前のひずみを入力することで、FRP 剥離モードに対しても算定は可能となるが、本研究ではひずみゲージの損傷によりうまく測定できなかった。以上の方法により求めた算出結果を実験値とともに Table 3 に示す。計算値と実験値はよく一致したことから、実験の再現性が確認された。

## 5. 結論

本研究の実施により、ウェットボンディングによる FRP-RC 構造物の曲げ構造性能に関する検討が進められ、簡易評価手法の検討なども行われてきた。今後、曲げ補強 FRP の剥離モードにも対応した簡易算定手法の検討や、補強材や接着材の改良をさらに進め、FRP-RC 構造形式の確立を目指す。

## 謝辞

日鉄コンポジット株式会社には炭素繊維材および接着材をご提供いただいた。ここに感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 岩下健太郎, 呉智深, 三島勇人: ウェットボンディングによるFRP-RCハイブリッドT型梁の曲げ性能に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.3, pp.1747-1752, 2007
- 2) Wu, Z.S., Li, W., Sakuma, N.: Innovative externally bonded FRP/concrete hybrid flexural members, Composite Structures, Elsevier, Vol. 72, Iss. 3, pp. 289-300, 2006.3
- 3) 呉智深, 岩下健太郎, 李文暁: FRPシートの適材適所接着によるFRP-RCハイブリッド構造物の曲げ構造性能に関する研究, 応用力学論文集, 土木学会, Vol.10, pp.995-1002, 2007.8
- 4) Z.S. Wu, K. Iwashita, H. Zhu: FRP-steel-concrete hybrid member using wet-bonding technique, 16th International Conference on Composite Materials, Kyoto, Japan, 2007.7 (Keynote paper)
- 5) 岩下健太郎, 呉智深, 三島勇人: ウェットボンディングによるFRP-RCハイブリッドT型梁のせん断構造性能に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.3, pp.1747-1752, 2008
- 6) Y. Shao, Z.S. Wu, H. Zhu: FRP-Concrete Composite Beams Using Wet-Bonding Technology, 9th Japan International SAMPE Symposium & Exhibition, Tokyo, pp.1024-1029, 2005.11
- 7) コンクリート標準示方書 [設計編], 土木学会, 2007

(原稿受理日 平成21年9月18日)



# 振動実験による視覚化地震防災教育の試み

松井徹哉<sup>1)</sup>

## Toward Visual Education of Seismic Disaster Prevention Engineering with the Aid of Shaking Table Tests

Tetsuya MATSUI<sup>1)</sup>

### Abstract

This report provides two materials for visual education of seismic disaster prevention engineering with the aid of shaking table tests. One is the multi-story frame models to assist the beginners in learning the basic theory of structural dynamics, and the other is the wooden house model to aid an intuitive understanding of the behavior of building structures under earthquake ground motions.

### 1. まえがき

近年、地震に対する市民の関心が高まってきており、初学者や一般市民にも分かり易い地震防災教育の必要性が増してきている。その背景には、兵庫県南部地震(1995)、新潟県中越沖地震(2007)等の巨大地震の頻発や、近い将来の発生が確実視される南海トラフ地震(東海・東南海・南海地震)等への危機感がある。

初学者や一般市民が地震時の建物の挙動やその基礎となる振動理論を学ぶ上で問題点として、適当な教材の不足が挙げられる。数式を多用した教科書による学習だけでは、実際の現象との対応が理解しにくく、また興味を持つ者も少ない。

筆者の研究室では、初学者や一般市民に振動理論の基礎や建物が地震に抵抗する仕組みを分かり易く教えるために、振動実験による実感教育教材の開発を、ゼミナール活動の一環として学生に実践させてきた<sup>1)</sup>。開発に携わった学生自身にとっての実感教育としての効果とその成果物としての教材の蓄積という二重の効果を狙ったものである。

本稿では、それらの成果のうち、多層ラーメン骨組模型を用いた振動学の基礎教育教材と、木造住宅模型による地震防災教育教材の2つの開発事例を紹介する。

### 2. 多層骨組模型を用いた振動学の基礎教育教材

#### 2.1 教材作成の方針

簡単なラーメン骨組模型の振動実験を通して、振動理

論や建物の地震時の挙動を感覚的に理解させるとともに、実験の映像をビデオ撮影することによって、初学者や一般市民にも分かり易い振動学の基礎教育教材を提供することを目的とする。

教材の作成に当たっては、学習到達目標を以下のように設定した。

- 1) 自由振動実験により計測された各層変位の時刻歴波形およびフーリエ振幅スペクトルから、固有周期および減衰定数を推定する方法を学ぶ。
- 2) スウィープ加振実験により計測された各層変位のフーリエ振幅スペクトルの卓越周期から、固有周期を推定する方法を学ぶ。
- 3) 自由振動実験およびスウィープ加振実験の映像および固有周期の推定結果から、建物の高さ(層数)や質量の変化によって振動特性(固有周期、固有振動モード)がどのように異なるかを理解する。
- 4) 地震応答実験の映像および計測された各層変位のフーリエ振幅スペクトルから、建物には自身の固有周期と等しい周期の地震動成分を選択して振動する性質があることを理解する。
- 5) 建物の固有周期と地震動の卓越周期が一致するとき、共振現象により建物の応答が増幅されることを理解する。

#### 2.2 実験模型

建物の高さ(層数)や質量の変化によって振動特性がどのように異なるかを理解するために、1層(軽い屋根)、1層(重い屋根)、3層(軽い屋根)、3層(重い屋根)および5層(軽い屋根)の5タイプのラーメン骨組模型

1) 建築学科

1) Department of Architecture

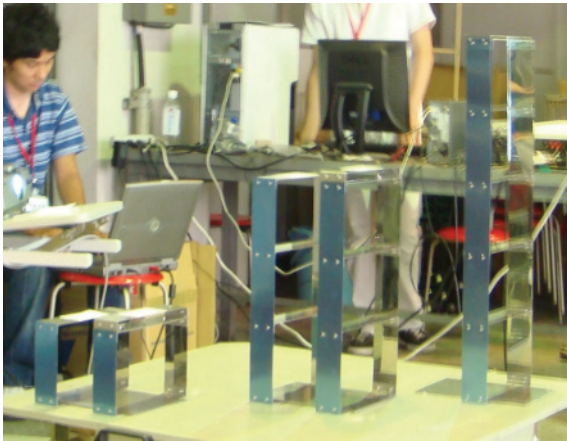


Photo 1 Multi-story frame models

(Photo 1) を作成する。模型材料にはステンレスを使用する。模型の形状・寸法を Fig. 1 に示す。

これらの模型を振動台上に設置し、以下の実験を実施する。

- 1) 自由振動実験：模型の最上層に初期変位を与え、自由振動させる。
- 2) スウィープ加振実験：1Hz から 10Hz まで振動数が連続的に変化する正弦波を入力し加振する。
- 3) 地震応答実験：実地震波を入力し加振する。

### 2.3 教材作成の手順

教材作成の手順を以下に示す。

- 1) 骨組模型を振動台上で加振し、振動の様子をビデオカメラで撮影する。
- 2) 骨組の各節点に計測点となる標的を貼付け、その動きを高速度カメラで追尾する。撮影した映像をモーションキャプチャーで処理してデジタル時刻歴波形に変換し、フーリエ変換処理を行う。
- 3) 以上のようにして得られた動画ビデオおよび時刻歴波形、フーリエ振幅スペクトルなどの計測データを利用して教材を作成する。

## 2.4 作成教材とその活用法

### 2.4.1 実験動画ビデオ

振動実験の様子をビデオカメラで撮影して、以下の 4 編のビデオ教材を作成した。

- 1) 自由振動実験（層数の変化による影響）  
1 層（軽い屋根）、3 層（軽い屋根）、5 層（軽い屋根）と、層数の異なる 3 タイプのラーメン骨組模型を同時に自由振動させたときの映像を観察することにより、建物が高くなる（層数が増える）と、固有周期が長くなる性質があることを実感する。

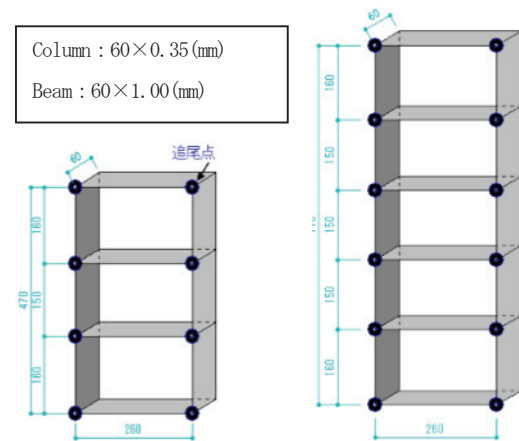


Fig. 1 Dimensions of multi-story frame models

- 2) 自由振動実験（質量の変化による影響）

1 層（軽い屋根）、1 層（重い屋根）および 3 層（軽い屋根）、3 層（重い屋根）と質量の異なる各 2 タイプのラーメン骨組模型を同時に自由振動させたときの映像を観察することにより、建物の質量が増加すると、固有周期が長くなる性質があることを実感する。

- 3) スウィープ加振実験

1 層（軽い屋根）、3 層（軽い屋根）、5 層（軽い屋根）と、層数の異なる 3 タイプのラーメン骨組模型を同時にスウィープ加振したときの映像を観察することにより、建物の振動は自身の固有周期と等しい周期で加振されるとき最も増幅される性質をもつことを実感する。

- 4) 地震応答実験

1 層（軽い屋根）、3 層（軽い屋根）、5 層（軽い屋根）と、層数の異なる 3 タイプのラーメン骨組模型を同時に地震波加振したときの映像を観察することにより、建物には自身の固有周期と等しい周期の地震動成分を選択して振動する性質があることを実感する。

### 2.4.2 計測データ

自由振動実験、スウィープ加振実験および地震応答実験により得られた各層変位の時刻歴波形とフーリエ振幅スペクトルを Figs. 2-4 に、また自由振動実験の時刻歴波形から推定した対数減衰率と減衰定数の推定結果を Table 1 に、スウィープ加振実験により得られたフーリエ振幅スペクトルの卓越周期・振動数から推定した固有周期・振動数の推定結果を Table 2 に示す。なお、地震応答実験の入力地震波には、エルセントロ地震（1940）の NS 成分を使用した。

これらの計測データは、動画ビデオで観察した振動現象を定量的に裏づけ理解を深めるための教材として、また振動学やデータ処理演習の教材として役立つことができる。

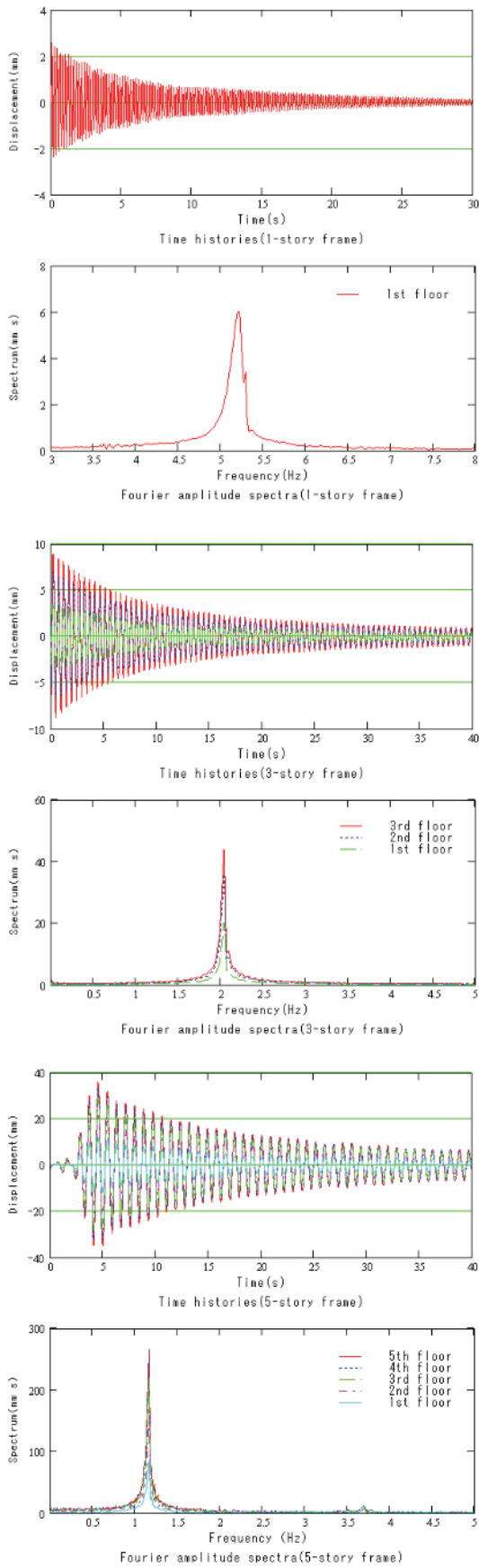


Fig. 2 Time histories and Fourier amplitude spectra of floor level displacements measured by free oscillation tests

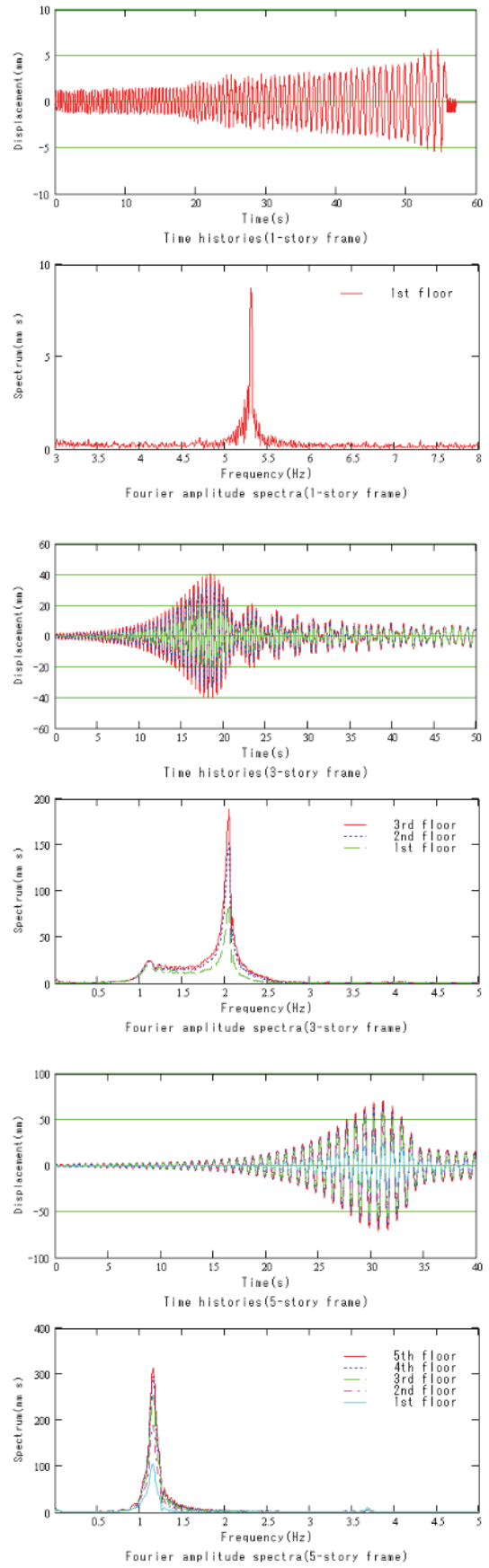


Fig. 3 Time histories and Fourier amplitude spectra of floor level displacements measured by sweep excitation tests

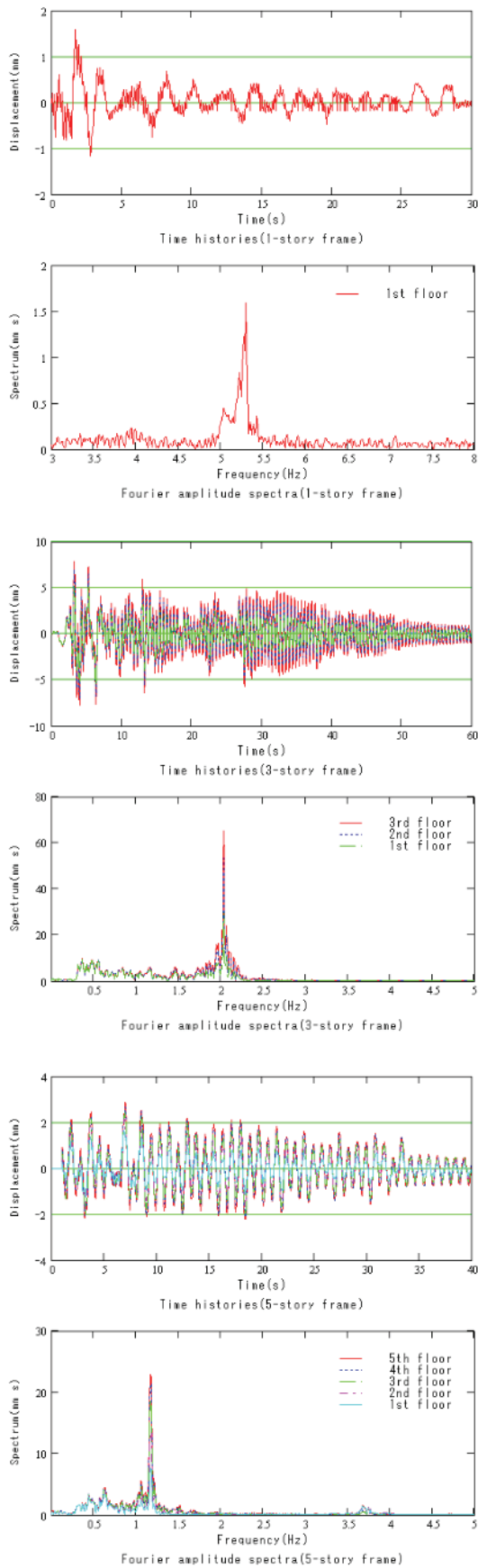


Fig. 4 Time histories and Fourier amplitude spectra of floor level displacements measured by earthquake excitation tests

Table 1 Damping ratios estimated from free oscillation tests

Model	Logarithmic decrement	Damping ratio
1-story	0.019	0.003
3-story	0.037	0.0058
5-story	0.045	0.0071

Table 2 Natural periods and natural frequencies estimated from sweep excitation tests

Model	Natural period (s)		Natural frequency (Hz)	
	1st order	2nd order	1st order	2nd order
1-story	0.19	—	5.3	—
3-story	0.49	0.17	2.05	6.05
5-story	0.85	0.27	1.17	3.69

### 3. 木造住宅模型による地震防災教育教材

#### 3.1 教材作成の方針

木造住宅模型の振動実験を通して、建物の地震時の揺れを実感させるとともに、実験の映像をビデオ撮影することによって、初学者や一般市民にも分かり易い地震防災教育教材を提供することを目的とする。

教材の作成に当たっては、以下を基本方針とした。

- 1) 過去の震災による建物の被害事例を分析し、地震で壊れやすい建物のパターンを抽出し、その揺れの特徴を再現できる教材を作成する。
- 2) 地震に強い建物と弱い建物の差別化や耐震補強の重要性を認識できる教材とする。

#### 3.2 木造住宅模型

模型教材として作成した木造 2 階建て住宅模型を Photo 2 に示す。主要寸法は、梁間方向 450mm、桁行方向 420mm、総高さ 850mm (各階高 300mm) である。骨組はヒノキ材の柱、水平横架材および筋交い等により構成されており、部材同士はネジによりピン接合に近い状



Photo 2 Wooden house model



態で結合されている。筋交いは容易に取り外しが可能であり、それにより様々な筋交いの配置パターンを実現することができる。さらに、2階床面上には家具を模した発泡スチロール製のブロックが設置される。この住宅模型を振動台上に設置し、桁行方向に地震波を入力させて加振し、振動の様子をビデオカメラで撮影する。入力地震波には、兵庫県南部地震（1995）神戸海洋気象台記録NS成分の加速度を縮小して用いた。

### 3.3 作成教材とその活用法

#### 3.3.1 筋交いの重要性を実感させる教材

筋交いとは柱と柱との間を斜めに架け渡す補強材を言い、木造建物が地震力に抵抗するために不可欠の構造要素である。ここでは、1階の片面および両面に筋交いが無い場合の振動実験の動画ビデオを、両面に筋交いがある場合と比較して示し、筋交いの重要性を実感できるような教材とする。

##### 1) 筋交いの偏在により倒壊する建物：1階片面筋交いなし

日当たりの良い住宅の南・東面や道路面には窓や開口部が広くとられるため、他の面に比べて筋交いが不足するケースが多い。このように筋交いが偏って配置されている場合、建物の抵抗中心（剛心という）は筋交いの多い側に偏るため、地震力の作用中心（重心）との間にずれが生じる。このずれを偏心距離という。筋交いが片面に偏在し偏心距離の長い建物は地震時に剛心周りにねじれ変形を起し、大被害を受けやすい（Fig. 5）。ここでは、このような現象を実感させる教材として、1階の片面に筋交いが無い場合の振動実験の動画ビデオをPhoto 3に、道路面に筋交いが無いため傾いた住宅の被害事例をPhoto 4に示す。Photo 3の動画ビデオを見れば、筋交いのない前面のみ激しく振動し、ねじれ振動を起している様子を実感することができる。

##### 2) 筋交いの不足により層崩壊する建物：1階両面筋交いなし

1階を駐車スペースや店舗として利用する高層住宅等では、1階の壁量が不足し、剛性が他の階に比べて著しく低下するケースが多い。このように、建物の各階の間に剛性の偏りがあると、地震時に剛性の小さい階に変形・損傷が集中し、層崩壊を起しやすくなる（Fig. 6）。木造の建物でも1階筋交いの不足により1階部分が倒壊した事例は数多く報告されている。ここでは、このように建物のある階が筋交いの不足によって層崩壊する現象を実感させる教材として、1階の全面に筋交いが無い場合の振動実験の動画ビデオをPhoto 5に、筋交いの不足により1



Photo 3 Animation of wooden house model with bracing only in one side



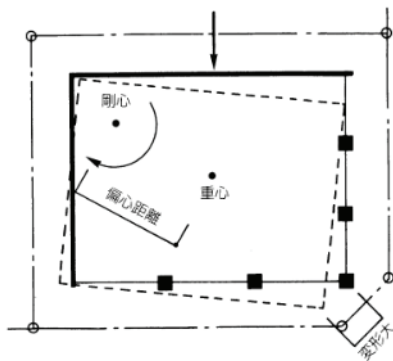
Photo 4 Inclined wooden house without bracing in south side<sup>6)</sup>



Photo 5 Animation of wooden house model without bracing in the first story

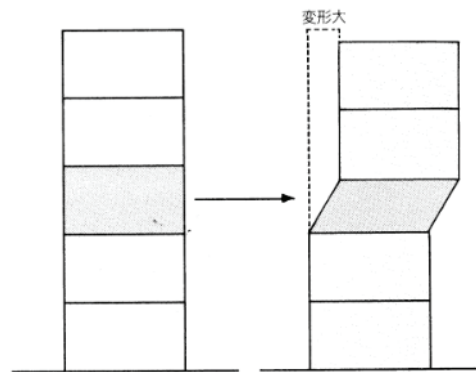


Photo 6 Collapse of wooden house caused by lack of bracing in the first story<sup>6)</sup>



偏心している建物は、揺れによる被害を受けやすい

Fig.5 Unbalanced arrangement of bracing<sup>7)</sup>



剛性が弱い階は変形、損傷が大きい

Fig. 6 Multi-story frame with soft story<sup>7)</sup>

階部分が押しつぶされた住宅の被害事例を Photo 6 に示す。Photo 5 の動画ビデオを見れば、1 階部分が筋交いの不足により層崩壊を起こし倒壊する様子を実感することができる。

### 3.3.2 軟弱地盤上に建つ建物の危険性を実感させる教材

地震の揺れは、柔らかい地盤では増幅されて大きくなる。また建物は自身の固有周期と同じ周期の地震動を選択して共振するため、建物の固有周期と地盤の卓越周期が一致すると、建物は大きく揺れることになる。ここでは、このような軟弱地盤上の建物の揺れを実感させる教材として、木造住宅模型をスポンジ製の人工地盤上に設置して振動させた場合の動画ビデオを Photo 7 に、地震による地盤沈下により被害を受けた住宅の事例を Photo 8 に示す。Photo 7 の動画ビデオを硬い地盤上の建物の振動と比較して見れば、地震動が軟弱地盤上で増幅されて、建物の揺れが大きくなる様子を実感することができる。



Photo 7 Animation of wooden house model on soft soil



Photo 8 Uneven settlement of wooden house on soft soil caused by earthquake<sup>8)</sup>

### 3.3.3 家具転倒の危険性を実感させる教材

必要な量の筋交いがバランス良く配置され、大地震に耐えるだけの耐震設計がなされていても、建物内にある家具が倒れることによって人に危害をもたらす。ここでは、このような家具転倒の危険性を実感させる教材として、家具を模した発泡スチロール製のブロックを2回床面に設置し振動させた場合の動画ビデオを Photo 9 に示す。この動画ビデオを見れば、建物は筋交いが十分に配置され何ら被害を受けていないにもかかわらず、家具が激しく転倒する様子を実感することができる。



Photo 9 Animation of fall of furniture in wooden house model with bracing in both sides

### 3.3.4 免震住宅の効果を実感させる教材

免震構造は、基礎構造下部に水平剛性の小さいアイソレータ（積層ゴム、滑り・転がり支承等）を挿入し建物



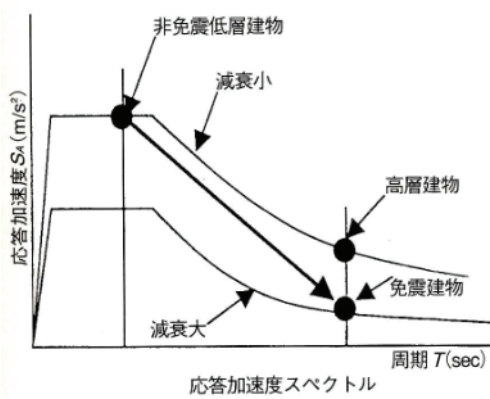


Fig. 7 Principle of base-isolated building<sup>9)</sup>

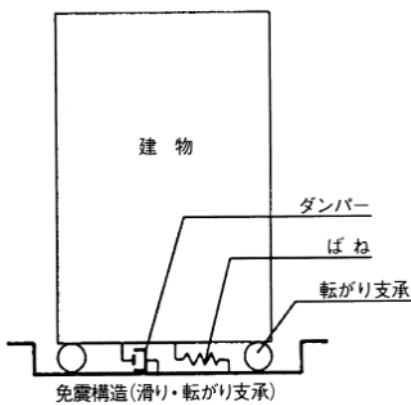


Fig. 8 Base isolation system of roller type<sup>9)</sup>

の固有周期を長くすることによって上部構造に作用する地震力を低減させるとともに、ダンパーにより地震エネルギーを吸収し免震層変位の増大を防ぐもので (Fig. 7)、極めて稀に起きる大地震時にも建物を損傷から防ぐことができ、また家具の転倒や精密機器の破壊等も免れることができるので、住宅のほか災害時の救援拠点となる官公庁、医療機関等の建物や歴史的建造物の耐震改修にも広範囲に用いられるようになってきている。ここでは、このような免震構造の効果を実感させる教材として、免震木造住宅模型の振動実験の動画ビデオを作成した。

ここで採用した免震装置模型は、転がり支承 (Fig. 8) と呼ばれるタイプの免震装置で、Photo 10 に示すように、レール上をローラが滑動し、4 隅の輪ゴムが積層ゴムの代わりとなって復元力を与えるように作られている。作成した動画ビデオを Photo 11 に、免震建物であったためにノースリッジ地震 (1994) の際にも建物内の各種器具類に何ら被害がなく、病院機能が完全に維持され、救援拠点としての役割を十分果たすことができた USC University Hospital の事例を Photo 12 に示す。Photo 11 の動画ビデオを見れば、地震時にも転がり支承が作動して建物の揺れや家具の転倒を防いでいる状況を実感することができる。



Photo 10 Base isolation devices

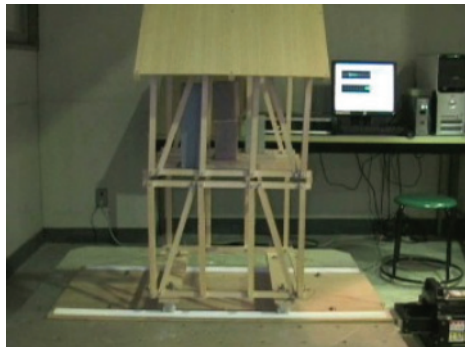


Photo 11 Animation of base-isolated wooden house model preventing fall of furniture



Photo 12 USC University Hospital retrofitted by base-isolation system<sup>10)</sup>

#### 4. あとがき

筆者の研究室では、卒業研究への導入教育として、3



Photo 13 Lecture at the Super Science High-school 2008

年次のゼミナールで耐震工学の入門的教科書の輪読を課してきた。しかし、数式を多用した教科書による学習では、実際の現象との対応が理解しにくく、また学生の興味を喚起するには至らないことに気づき、実感教育の必要性を痛感した。幸いにして、科学研究費を獲得でき地震波振動台を設置することができたのを機に、振動実験を取り入れた視覚化教育教材の作成を思い立った。教材の作成はできる限り学生の自主性に委ねることとしたが、これによって作成に携わった学生自身にとっての実感教育としての効果とその成果物としての教材の蓄積という

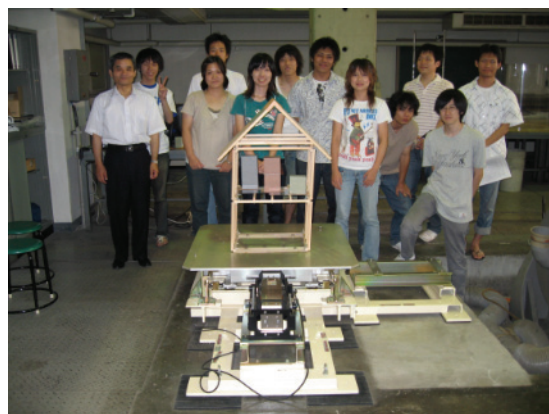


Photo 14 Presentation at the Open Campus 2006



Photo 15 Presentation at the Open Campus 2007

二重の効果を得ることができた。本教材による教育効果を客観的に裏付けるデータは持ち合わせていないが、構造力学、耐震工学等の講義やゼミナールのほか、総合講座、オープンラボ、オープンキャンパス、スーパーサイエンスハイスクール等で使用の機会に恵まれ (Photos 13-15)、その都度、参加者からは「分かり易い」との好評を得ている。まだまだ改善の余地は残されているが、今回、本誌の編集委員会より論文投稿の招待を受けたので、その成果の一端を報告した。本稿が理工学部における実感教育の推進に多少なりとも役立てば幸いである。

最後に、筆者の研究室に在籍し教材作成や振動実験に献身的に協力してくれた多くの卒業生・学生諸君に深い感謝の意を表す。

#### 参考文献

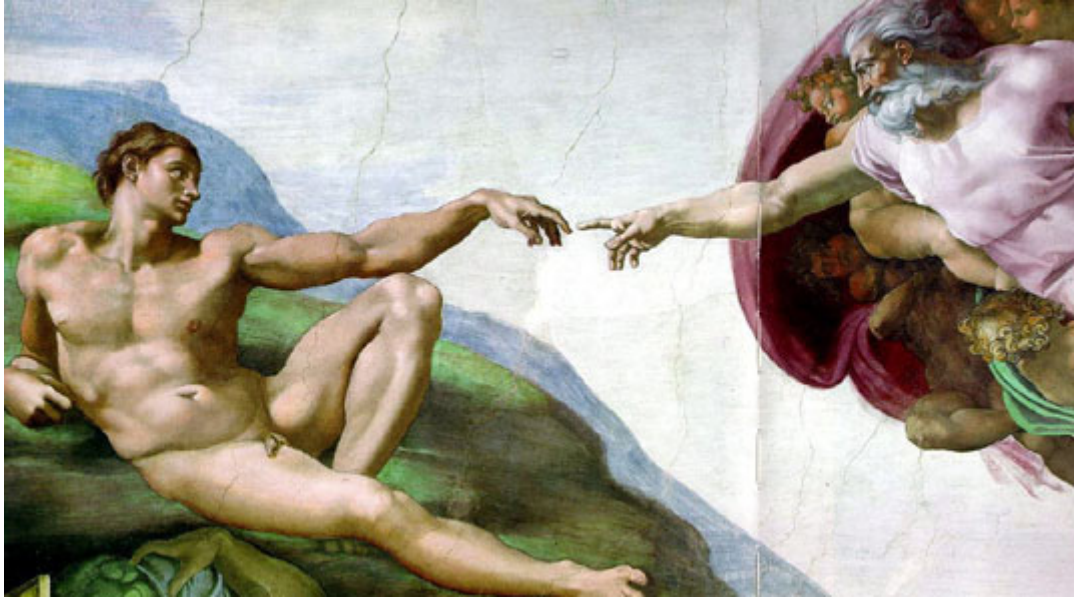
- 1) 吉村卓: 振動実験による構造実感教育の試み—振動学の基礎教材の開発—, 名城大学理工学部建築学科 2005 年度卒業研究・卒業制作梗概集, pp. 49-50, 2006.
- 2) 立松忠道: 振動実験による耐震・防災教育教材の開発—その 1 耐震・防災教育の必要性—, 名城大学理工学部建築学科 2005 年度卒業研究・卒業制作梗概集, pp. 51-52, 2006.
- 3) 三浦崇徳: 振動実験による耐震・防災教育教材の開発—その 2 教育教材の開発—, 名城大学理工学部建築学科 2005 年度卒業研究・卒業制作梗概集, pp. 53-54, 2006.
- 4) 稲垣宏樹: 振動実験による構造実感教育の試み—多層ラーメン模型を用いた振動学の基礎教育教材の開発—, 名城大学理工学部建築学科 2007 年度卒業研究・卒業制作梗概集, pp. 33-34, 2008.
- 5) 伊藤博士: 振動実験による構造実感教育の試み—木造住宅模型の倒壊実験による防災啓発教育—, 名城大学理工学部建築学科 2007 年度卒業研究・卒業制作梗概集, pp. 35-36, 2008.
- 6) 日本建築学会: 1995 年兵庫県南部地震災害調査速報, 1995.
- 7) 梅沢良三: 地震に強い構造設計の考え方, 建築知識緊急増刊 5 月増刊号, pp. 77-83, 1995.
- 8) 日本建築学会災害委員会: 2004 年 10 月 23 日新潟県中越地震の災害調査速報, 2004.
- 9) 日本建築構造技術者協会: 応答制御設計法, 彰国社, 2000.
- 10) 日本免震構造協会: 免震構造入門, オーム社, 1995.

(原稿受理日 平成 21 年 9 月 18 日)



# 『ルネサンス』

市野安昌<sup>1)</sup> 訳  
山本恵史<sup>2)</sup>



アダムの創造（システーナ礼拝堂天井画）

この紀要原稿(翻訳)は、EDITH SICHEL、*The Renaissance*、1969、DAWSONS OF PALL MALL、London を底本に訳出したものである。本書を手にして早や四半世紀が経過した。教養教育の職を退くにあたり、名古屋音楽大学でイタリア語を講ずる山本恵史氏と共に長年温めてきた『ルネサンス』の翻訳原稿を繻き、理工学部研究報告(第 50 号)に掲載することで「再生」を期することにした。

## 第一章

ミケランジェロがシステーナ礼拝堂の天井に新たに創造した偉大なアダムの絵は、ルネサンスの一つの象徴と考えられてもいいだろう。つまり人間が身に何もまとわず、羞恥心もなく、断食によって衰えていない逞しい腕を、生命と光に向けて差し伸ばした、いわば、前の時代よりもっと輝かしい再生された時代である。定義は通常誤解の因となるから、ルネサンスを表わ

すには、定義するよりも象徴によってとらえるほうが容易である。ルネサンスは一つの動きであり、人間の力の蘇生であり、自己の意識と宇宙の意識を再確認することであった。それは西ヨーロッパ全域に拡がり、二世紀以上続いた一つの動きであったと言ってもいい。ルネサンスが隆盛を極めたのは、一四〇〇年から一六〇〇年の間である。ルネサンスは他の動きと同じく、前触れがあったが、他の動きとは違って、いかなる特殊な目的にも制約されていなかった。そ

1) 教養教育 2) 名古屋音楽大学

1) Department of General Education 2) Nagoya College of Music

して、肥沃な波はイタリア、ドイツ、フランス、英国に波及し、また、それよりはるかに弱い程度ではあったが、スペインにも及んで新鮮な世界を遺して行った。この肥沃な波は、歴史の流れというよりむしろ自然の一つの現象である。つまり人間の前に横たわるはっきりした進路というより人間を取りまく雰囲気といったものである。新たに生まれたものは世界的な衝撃の結果であり、その衝撃が起きる前には何か啓示めいたもの、すなわち知性および、人間の可能性の啓示があった。そして精神界におけるキリスト教的啓示と同じように物質界におけるルネサンスは、形となって現われた結果というよりも、精神気質、新しい見方、思想と活動の源泉を意味した。それが審美的な儀式となり果てたときに、<sup>たいはい</sup>頽廢に陥り腐敗してしまった。

ところが、ルネサンスが腐敗する以前に、その真の役割、つまりある種の要素が目立つ複雑な任務は成就されていた。西ヨーロッパのルネサンスが意味する二つの主要なものは「解放と表現」である。ルネサンスは、多くの問題を扱うのに役立つきた曖昧な言葉であり、たとえば、文芸復興、芸術の再興、スコラ哲学者への反逆、そして海を越えて世界がひろがってゆくにつれ、人間の考えも発展してゆくことなどであった。それは大なり小なり多くの外部的な原因に依るとされてきた。封建制の終焉は個人に自由な活動を許し、権威を弱めていた。一四五三年のトルコ人による有名なコンスタンチノープル奪還はギリシア帝国を崩壊させ、ギリシアの学者を世界に放浪させることになったし、<sup>さんぜん</sup>燦然と輝く略奪した写本や彫刻の積荷を西へ西へとイタリアに運ぶことになった。印刷術の発明は、結果的に書物や思想を普及させて、測り知れないほどの変化を生み出した。またその間に、アメリカ大陸の発見とそれが貿易上もたら

した明らかな影響は富の法則と航路の可能性を根本から修正した。けれども、この外部の事件はすべて、内部から成長する大きな原動力の<sup>しるし</sup>徴にすぎなかった。すなわち、禁欲主義に反する自然とその権利の再確認へのあらわれであり、知識そのものを公平に欲すること—それは論理的結果を求めるスコラ哲学者の欲求、または科学を賢者の石の発見の一手段としてみなしたあの錬金術師の欲求でもなく、何かもっと広範囲にわたるものであった。ある祭りの最中に野外で生まれ、ひどく喉が<sup>いのち</sup>渴いて生命に目覚め酒が「欲しい、欲しい」と大声で叫んだあのラブレールの巨人の赤子、王子ガルガンチュアは、ルネサンスの申し子たる意図的な象徴であったに違いない。ガルガンチュアは生まれた後も産衣をまとわれないまま、喉が渴いたとって深々と酒を飲みほし逞しく育った。彼は偽りの障害物をひっくりかえし、宗教が侮むよう教え込んできたあの感覚を取り戻した。人間がキリスト教の大敵としてみなすようになっていたあの「美と喜び」とが今や人の目に新たなものとして映ったのである。そして、人間は新たに発見した大理石の彫刻や写本に<sup>インスピレーション</sup>「靈感」を得て、酔ったように今一度異教精神と自然とを抱きかかえて、人間の肉体というものは、魂を代弁するものではあっても、敵となるものではないことをはっきりと認めたのであった。

さて、今度はルネサンスの第二の大きな要素—「表現」が登場する。表現とは表に現わされるものの、ある意識のことである。中世では言葉や彫刻や絵画による表現は素朴であった。説話と象徴の題材は、伝統によってほとんど規制されていた。個人の力が、もし入り込むとすれば、それは偶然のことであって、例外的に才能に恵まれた人々がたまたま携わっているという場合であった。ところが、人々が自己と世界とを以

前にも増して意識するようになって、世界との関わりを明瞭にしたいと思いはじめた。そしてやっとう美的感覚に再び目覚めたとき、情熱が焚きつけられ、表現が探求され、かつ見出されたのである。純粋な国語熱が、まずイタリアで、ついで他の国々で湧き起こった。燃料が用意されると、古典の再発見がそれを燃えあがらせた。人里離れて忘れられていた修道院にあった写本を発掘したり、ヴェルギリウスやセネカ、プラトンやアリストテレスの作品を、他の何十人という古典作家も含めて世に出したりしたが、これは人々の想像力に影響を及ぼした。当時の学問は全く体系学ではなかった。危険を孕みながらも、未知の展望を広げていた。他の全てのものと同様、また学問そのものと同じく、それは詩の雰囲気につつまれていた。人々は新たに見つかった写本に興奮と畏敬の念に包まれて近づいていった。

ポッジョ・ブラッチョリーニ(1380—1459)がクインティリアスの『弁論術教程』の加筆されていない原典を発見したときには、ほとんど宗教的といってもいい程の高揚があった。一方、あの偉大なロレンソ・ヴァッラ(1406—1457)はラテン語の必要性を宣教師のような熱情で力説した。互いに見ず知らずの学者も研究者も、いたるところで連絡し合い、親交を結んで、原典の校合を行い、学識の新たな微細な相違点を知らせ合った。ベロナのスカリガ学派、フランスのエスティエンヌ学派オランダのあの傑物エラスムス、その他学問を人生に応用しようとして、ヒューマニストの名で通っているあの素晴らしい一群の人々は、国語の力とその可能性を百倍にも示し、かつ増大させたのである。その際、彼らは学問よりもっと重要な仕事を国民に対して成し遂げた。語彙を増加させ、あわせて国民の知性を高めた。言葉も少なければ考えも

乏しくなることから、語彙は一国の知的視野のかなり信頼のおける指標となる。文学は、真先に人を楽しませ、教化する力となるが、知らず知らずのうちに、それ以上の影響力を持つ。文学はより深いものではないが、より遠くに達する力、つまり言葉を普及させかつその範囲を広げる機能を備えている。これがルネサンス初期に興ったものである。だがやがて、学問は詩的情緒を失い、散文的になり、形式張ったものとなっていく。造り出されたばかりの言葉は使い過ぎて嫌われ、結局は陳腐な言葉または美辞麗句となってしまった。人文学者は術学者に屈したが、学者が導入した言葉は、急速に<sup>みづみ</sup>篩に掛けられて一般に使用されるようになった。したがって、自国語が豊かになり、探求心は古典の枠外にまで及んで、古い民謡を再検討したりして、いろいろな流派の大衆詩人を作り出した。ストリネリやリスペッティ(田園歌はその多くが今日なお残っている)、バッラーテ(舞踊歌)、聖歌、即ちラウデ、そしてそれに類した伝承詩歌が、イタリア母国語の円熟と身近なテーマの復活として役に立った。またフランスでは、寓話や騎士物語が同様にしてフランス語を、活気あるものとしておくのに大いに寄与した。文学の世界では、もっぱらラテン語が使われ、中世とルネサンスは繋がりをもっていたし、国語の成長とそれが文学の手段としてラテン語を次第に<sup>お</sup>侵していったことが、現代とも繋がることになった。このようにして、後年国語が成長して、イタリアではロレンツォ・デ・メディチ、ポリツィアーノやブルチのような自然詩人が現われた。文学はそのあるべき姿、国民の財産となったのである。

しかしながら、言語は表現の一部分にすぎず、芸術は、おそらくルネサンスの好む自己啓示の最も遅い、かつ永続する手段であっただろう。

絵画、彫刻、宝石の彫刻、金細工師の作品においては、あの驚異の時代が、さながら独自の法則と四季とを備えたもう一つの自然であるかのように、豊かに開花し実を結んだ。しかしやがて表現はその度が過ぎて墮落し、芸術は頹<sup>たいはい</sup>廢して過飾で自滅した。

この解放と表現の力とはあらゆる方面に顕われてきた。人間の精神は愛につつまれていた、つまり知識の全領域を通じて、無味乾燥の場所の一つとしてなかった。言語の探求が詩的であるとすれば、文法の研究は高度な冒険ということになるし、法律学はロマンティックなものとなった。というのは今こそ偽りの教皇令、神学者たちが正当な大系の拠り所としていた、いわゆる『シビラの書』（ギリシア語で書かれた古代ローマの神託集）が、はっきりと贋物だということが分かったからである。しかも多くの人々が、ローマ法の中に卓越した知恵の言葉を見つけ、その一方で、戦争と通商の複雑な関係が国際法の必要性とその基本的要素を生み出したからである。フランス人、キュジャのような大法律学者の先駆的な仕事が干涸びたものに生気を与えている。また同時にオリент学への熱狂が湧き起こり、大群のオリент学者や、サンスクリット語、またはヘブライ語の学者たち、タルマッド(ユダヤ律法とその解説の集大成の書)やコーランの研究者が輩出して、間接的に思考を刺激し、教会の教えに対する人々の見解を修正した。また自然物質界では、ヨーロッパ以西の世界の発見、例えば、コロンブス(1492)やゼバスチャン・キャボットの航海(1497、1499、1526)、ヴァスコ・ダ・ガマの喜望峰回りのインド航路発見(1497—1498)、そしてアメリゴ・ヴェスプッチの大西洋横断(1499)、およびそれ以降のドレイクやホーキンスの探検などが人々の視野を拡大し、国家的協調心を広め、かつ彼ら

の懐を豊かにしたのである。自然科学は思想が充分進展して、そこに出発点を用意しないという成りたちにくいのであるが、これから発展しようとする学問の最後の分野であった。かといって、最も小さいものではなかった。一五〇七年、コペルニクスが、「地球は宇宙の中心ではなく、太陽の周囲を回る遊星の一つにしかすぎない」と宣言したときに起こった大騒動は、おそらく知識人が権威に与えた最大の打撃であつただろう。またガリレオ(1564—1642)とその有名な *Pur si muove*. 『それでも地球は動いている』という言葉がさらに一撃を加えた。少し後になって、ハーヴェイの血液循環の発見、また十六世紀におけるコップやパレ等の内科医、外科医らの出現は、当時広く行なわれていた医術の経験法に終止符を打つことになった。このような人々は皆、知識という外洋に小船で乗り出していったわけで、<sup>エル・ドラード</sup>黄金境を求め、希望に胸ふくらませて、航海したドレイクやホーキンスと同じくいわば探検家たちであつた。

しかしこういった知的な熱狂が、同時にルネサンスの普及手段として生じて来なかったなら、ルネサンスは本物とはなりえなかつただろうし、知識を一般大衆に広めることも出来なかつただろう。実際、それは奔流が激しく突き進むように、ほとんど熱狂それ自体が印刷術の発明をもたらしたように思われる。文学の普及が写字生に頼っていた頃は、幾百という人員がいたにせよ、知識は少数者の所有に限られていた。印刷術の発明者、グーテンベルクの印刷機がロンドンで、一四九四年にはヴェニスで大アルダス印刷機が始まり、まず二つ折り版を出版して、それ自体計り知れないほどの恩恵となった。また、一五四九年にはアントワープのプランタン家もそれらの印刷機と共に世界的な新時代を画したのである。このプランタン家というのは、簡素



なルネサンス風の玄関をあしらい、広々とした幾つもの部屋があり—それは学問の完全な館といった趣であったが—毛皮の黒い服を纏った学者とか、いつも動いている印刷機、また金文字を施した茶皮の二つ折り版を十分に思い起こさせたから、プランタン家に従事してきたものは誰もが、当時の印刷業者を育てるのに役立った、あの弛みない知識欲と繊細な鑑識力と批判精神とを多少とも心得ていたのであった。だからギリシア古典のアルダス版の記述を見たり読んだりしたものは誰も、アルダス・マヌティウスが天才だと悟り、往々にして、ひどく読みづらかった一冊の写本しかなかった時代に、その原典から復元して自分の版にしたのだから、マヌティウスの学問への貢献度がいかに大きなものであったか、誰もが分かるのである。そしてこれらの手を加えた文献の種々様々な読み方が、いずれにせよ向こう見ずな行為であり、正に出版というその事実が生涯にわたる専念を意味した時代には、特にそのように理解されよう。当時本を印刷するということは実質的に「表現」であり、それは本文と用紙から始まって装丁に至るまでどの部分も完全なものであった。即ち最高と目された高尚な芸術であったのだ。そして堰を切ったように、本が安くなり数も増えてゆき、アルダス出版が現在の通貨の一シリング(二十分の一ポンド)か半クラウン(二、六シリング)ほどの値段で本を売り出したときにも、同じことが生じた。印刷術が、相変わらず知的世界を潤す源泉となっていた。

人間が活動を生み出すのか、活動が人間を創り出すのか、これは問題である。そのどちらだと答えても等しく正しかろう。大きな動きには全て前触れがあり、それが次々と続いて、しばしば影響し合い、しまいには個々の動きが繋がって先ず一団となり、その後で、より大きな集

団となる。だから異例であったものが、普遍的なものとなるのである。人間が動きを引き起こす、するとその動きが一旦生じてしまうと、それを充たすべき人材が現われてきて、磁石のように他を引きつけるからである。

ルネサンスには多くの前触れがあった。実際、それは一三〇〇年から一四〇〇年の間には実に頻繁に起きたから、ルネサンスが発生した時期を我々が称えてきたよりも一世紀も早く決めたがる歴史家もいる。だがそれよりずっと以前にも、予言的の神託があったのである。先ず第一に、異端者が全てそうであった。例えば、スコラ学者の敵手、ブルターニュ人アベラール(1079—1142)。そしてまたアラビア人アヴェローズ(1120—1198)。彼がアリストテレスの原典を復刻しようとしたのは、神学者たちによってそれが歪曲されていたからであった。また彼の偉大なパトロン、フレデリック二世。彼は異端の頭目であり、異端者と芸術家の擁護者であって、シチリアの宮廷で短くも早熟なルネサンスを始めたのであった。

フレデリックの時代が終わるともっと速やかに、先ず文学芸術界に、それから暫くして思想界にさまざまな人物が登場してくる。ダンテ(1265—1321)の『神曲』は、それがもつ中世の神学の背後に、いかなる型にも捉われない個人としての精神を表わした。そしてその巨大な作品と『新生』からダンテは国語を築き上げたのである。それは常に「解放」への第一歩となった。絵画では、チマブエ(1240—1302頃)とジョット(1266 または 1276—1336)が、彫刻では、ニコロ・ピザーノが、ダンテと同様に伝統の種々の絆を断ち切り修道院のもつ象徴性を自然によって置き換えたのである。一四世紀を通じて上の人物たちのあとでは、オルカーニャ、シモーネ・メンミ、スピネッロ・アレティーノそ

してニコロの後継者ジョヴァンニ・ピザーノ等の不滅の王朝が続いた。ファン・アイク兄弟の大作『子羊への礼賛』が一四〇〇年以前には着手されていた。

思想界では、聖フランシス(1182—1226)がウイクリフと同じように、それぞれ互いの道で自然の本能に従って常道を大きく踏みはずしたのである。その後フランシスコ派の修道士であり生来の自由思想化たるロジャー・ベーコン(1214—1294)が自然科学に目を向けながら、数世紀も早々と幾多の発見をしたために、同派の僧侶たちによって監禁される羽目に陥る。ところが文学の方はもっと安全な分野であったので、ダンテ以降も休閑の憂き目を見ることはなかった。

ダンテの後にはペトラルカ(1304—1374)とボッカチオ(1313—1375)が現われた。この二人は時代を先んじてルネサンスの完全な人物となった。即ちペトラルカはラテン語の写本をほぼ初めて収集した人であり、その忠実な研究者でもあった。また彼は異端の思想家を憧憬し、自分はアウグスチヌスとヴェルギリウスの間立つ人間だ、と言ったキリスト者でもあった(当時のヴェルギリウスの作品は断片であり、一四六九年になるまではその完本が陽の目を見なかったのだ)。またボッカチオは美と感覚を愛する紛れもない申し子であった。彼の謳う星を鑲めたように輝く草原と緑の薄衣を纏いマートルの花冠をつけた淑女たちは、来るべき時代の画家の前兆となった。その上、彼はその生き生きとした見事な散文でダンテのしたことを継承して、母国語の形成に役立てたのである。『あなたはどんな生活をなさっているのですか』とヴェルギリウスに宛てた想像書簡の中でこう言っている。『…あなたが地上にいた頃の夢と想像とはどれほど真実に近いものでしたか。あの流浪のアイネアースが迎えてくれましたか。そして象牙

の門を歩いていったのですか。それとも、天国の諸聖人を受け入れるあの静寂な天堂に住んでいるのですか。そこでは名立たる人々の安らかな雲の上に、星が優しく光を投げかけていると云うことですが…。あの至高の王キリストが三途を平らげて到着したときに、あなたはそこに迎えられたのですか。王の中の王キリストは、大きな苦しみに勝利を収め、足を打ち抜かれてもあの閻魔を跨ぎ止むに止まれず貫かれた両手で地獄の堅固な門をうち毀して、その門を蝶番から抛り捨てたのです。』

この条のなかからルネサンスは生まれたのである。そこには過去への熱烈な情と古代の神々をキリスト教と和解させようとする決意が籠められている。

ペトラルカがこう書いているときに、イギリスではチョーサー(1328—1400)が詩作していた。彼は禁欲主義と偽善とに鋒先を向けて、「解放されねばならない真理に加勢した」。またラングランドは、誠実と平等を求める叫びを籠めて、『農夫ピアズ』を書いていた。

黎明の後にはその日がやってきたのである。曙光はすぐさま過ぎ去ったが、午後と夕方には思いもかけない成果がもたらされた。ルネサンスはほぼ狂信的とも言える古典学の復活から始まって、結局は反古典主義とロマン主義運動の勝利の中に終わったのである。ルネサンスはポッジオとロレンツォ・ヴァッラに始まり、シェイクスピアで幕を閉じた。というのは、ルネサンスの古臭い形式を後生大事にしている間に、自らの中に芽生えた新しい生命が、将に生まれようとしていたからである。さらにルネサンスは己の抱える矛盾に気づかなかつたのだ。異端を抱え込むことは、「自然」を再び主張することであった。そして芸術と学問が目覚め、美と喜びの感覚が蘇った。生命力とも言うべき「喜び」

はどんな束縛をも受け入れる筈がない。それは自然に発生して来るものであり、独自の法則をうち立てて、生きてゆくに違いない。喜びは過去にではなく、現在に生きなければならないのだ。一六〇〇年までは、世界はシェイクスピアに味方していた。

どの国もルネサンスでは、それぞれの役割を果たしたが、先ず第一にイタリアが登場した。イタリアは源泉となって、そこから他の国々が活力を汲み上げたのである。それは、シャルル八世、ルイ十三世、フランシス一世と続くフランスの侵略者たちが、一四九四年から一五一五年に亘って、フランスへ持ち帰った征服のもたらす不朽の果実であった。ドイツとイギリスは同じ インスピレーション 霊感 を同じ源泉から得た。そしてルネサンスは、各々の国において、独自の特質を形成したので、特殊な形態をとった。ラブレーは、このように語っている。バクビュック神殿を求め求道者たちがやっと殿堂(霊廟)に辿りつき中へ入ったとき、尼僧たちが差し出す葡萄酒は、同じ源泉から由来するものであったが、各人の口には異なった味がしたのであった。どうやらこれはルネサンスの妙なる葡萄酒に関わることであった。

イタリアでは、この活動が一五〇〇年までには、事実上、鎮まっていた。その他の国では、それは一四五〇年において、なお ようらんき 揺籃期にあったが、その世紀の終末になってやっと広く普及するようになった。そして一六〇〇年まで消滅することもなかった。フランスとイギリスでは、実際、一五四〇年を過ぎてから、初めてルネサンスの十分な活力が発揮された。しかし、その時期はどうであれ、崩壊はいずれもほぼ同じであった。即ち、活動は自滅したのである。長い間、抑えつけられていたその脆さは主情主義であった。それで活動の力が衰退すると、この弱

さを補う要素はなくなり、結局は墮落して学術的な感傷に陥ったのである。

ルネサンスには美的感覚と、人間の力と尊厳への確信があったが、いかなる良心も操るべき舵も持ち合わせていなかった。それでいて、ルネサンスは後世に立派な遺産を遺したのである。ルネサンスに終わりが来る前に、その中に脈々と続いていたもの—自然を擁護すること、生の喜びを取り戻すこと—は既に普通に見られるようになっていた。

秋になれば、あらゆるものが死んでゆく姿を見せ、朽ちた葉は次の春に咲く花の沃土となる。ルネサンスの崩壊にも、近代思想の豊かな種となるべき未来への秘密が隠されていたのである。

#### 《参考文献》

『ルネサンスの美術と社会』

会田雄次著 1977年 創元社

『イタリア・ルネサンス』

久保尋二著 1976年 美術出版社

『イタリア・ルネサンス美術史』上巻

マクス・トゥヴォルジャック著 中村茂美訳

1975年 美術名著選1

『イタリア・ルネサンス美術史』下巻

マクス・トゥヴォルジャック著 中村茂美訳

1975年 美術名著選2

『ルネサンスの春』

アーウィン・パノフスキ著 中森義宗・清水忠訳

『ルネサンス様式の四段階』

ワイルー・サイファー著 河村錠一郎訳

『ルネサンスとリアリズム』

ホヰンガ 選集著 里見元一郎訳

『ルネサンス』

山崎功著 1975年 読売新聞社

『西洋美術事典』

Peter and Linda Murray 著

大島清次・瀬戸慶久・新井慎一  
・寺門泰彦訳

1976年 日本印刷株式会社

『ルネサンスとは何であったか』

ルネサンス著作集 1 塩野七生著 新潮社

(原稿受理日 平成21年9月18日)



# タンパク質中電子移動の機構

垣谷俊昭<sup>1)</sup>

## Mechanism of Electron Transfer in Protein Media

Toshiaki KAKITANI<sup>1)</sup>

### Abstract

This is a summary of my research work conducted during six years in Meijo University. Especially the investigated results of the electron transfer mechanism in protein media is described in some detail. We obtained general formulae of the electron transfer rate expressed as a sum of the rate due to the elastic electron tunneling mechanism and the rate due to the inelastic electron tunneling mechanism. In computational calculations by means of molecular dynamics simulations and the quantum chemistry, we focused on the electron transfer from bacteriopheophytin anion to the primary quinone in the reaction center of photosynthetic bacteria *Rhodobacter sphaeroides*. We for the first time obtained the power spectrum for the electron tunneling matrix element due to the inelastic electron tunneling in real system. The obtained power spectrum due to the inelastic electron tunneling decays exponentially as the energy deviates from zero in both directions of positive and negative values, which is different from the Gaussian form of the Marcus energy gap law. Although many of the vibrations due to the protein conformation fluctuation can contribute to the power spectrum of the inelastic electron tunneling to some extent, the predominant contribution comes from the high frequency C-H stretching modes of the protein media and the primary quinone faced to the gap between protein media and the donor or acceptor. It is proposed that the prominent feature of the C-H stretching modes in the power spectrum due to the inelastic electron tunneling can be used as the molecular device which has the property of the variable negative conductance. Model calculations are made for obtaining the I-V characteristic with use of the inelastic power spectrum obtained in this study.

### 1. はじめに

私は名古屋大学大学院理学研究科を定年1年前に退職して名城大学に奉職し、今年(2009年)で6年目になる。名城大学では理工学部教養教育を本務にし、総合学術研究科を併任して学部と大学院の教育研究にあたった。私は来年3月で68歳定年を迎える。本稿では私の研究経歴にふれてから、名城大学で行った研究について報告する。

### 2. 私の研究経歴

私は大阪大学基礎工学部の電気工学科を第1期生として卒業し、大阪大学大学院基礎工学研究科に進み、物性理論の研究室で超電導現象の基礎理論を学び、それをもとに基礎工学博士の学位を取得した。その後日本で勃興の機運にあった生物物理の分野に転向し、化学と生物学を学んだ。新しい生物物理の分野で理論的研究を行うのに指導方針はなく手探り状態が続いたが、最終的に量子化学と分子動

力学シミュレーションと非平衡統計力学に基礎を置いた生物物理として生体電子論の分野にたどり着いた。特に光をエネルギー源とし、光をセンサー源として生命活動が行われている光生物学に着目した。そこではタンパク質等の生体高分子の特異的な構造を生かした効率よい化学反応がシステムチックに起こっており、このことを電子論によって解析することをめざした。これに関してこの6年間で次のような研究を行ってきた。動物の視覚の初期過程で働く視物質ロドプシンの光異性化反応の機構解析を行った<sup>1), 2)</sup>。発色団レチナールがボンド部位特異的に高速度で効率よく光異性化反応を行う機構の分子モデルを提出し、分子動力学シミュレーションによる解析でモデルの妥当性を検証した。また、植物が空間的に希薄な密度の光エネルギーを効率よく捕集し、そのエネルギーを反応中心へ効率よく移動させる機構の解析を行った。<sup>3)</sup> さらに最近では、光合成細菌の反応中心のタンパク質中に内蔵されたドナー分子からアクセプター分子へ電子トンネル移動する反応(酸化・還元反応)の機構解析をメインの研究テーマ

1)教養教育

1)Department of General Education

としてきた<sup>4,11)</sup>。このタンパク質中電子移動は生体エネルギー変換の根幹を成しており、その解析と応用は現在のエネルギー問題や環境問題に対応するために重要な研究課題であると思われる。生体電子論は進歩したコンピュータの技術と結びつき、生物物理の有力な研究分野となってきた。以下このタンパク質中電子移動機構の研究に絞って6年間の研究成果を報告する。

### 3. タンパク質中電子移動機構

#### 3.1 研究の背景

すべての生物のエネルギー源は太陽光にある。太陽光に含まれる可視光が植物や光合成バクテリアに吸収され、植物やバクテリアは体内でATPを合成して自らの命を育むとともに、その生体は他の動物やバクテリアの餌となり、ミトコンドリアでATPに作り変えられ、他の生物を育てる。光合成バクテリアが行う初期段階の反応では、反応中心で光を吸収して、反応中心タンパク質に内包されている補綴分子族間で数種類の連続した酸化・還元反応（電子移動）を起こし、生体内の電気エネルギー（膜電位）に変換する。光合成ではさらに膜電位のエネルギーを用いて、ATP合成酵素の働きによりATPを作る。また、ATPの一部を用いて炭酸ガスと水から糖の合成をおこなう。これら生物反応は系統的・効率的におこる。そのメカニズムを明らかにすることは生体反応の巧みな技を明らかにし、生命科学に寄与するばかりでなく、小型で効率よいエネルギー変換デバイスを開発するのに役立つ。

#### 3.2 研究の目的

本研究では光合成反応のうち特に反応中心における電子移動反応機構の解析を行う。この電子移動反応はタンパク質中に組み込まれたドナー分子からアクセプター分子への電子トンネル効果で起こる。複雑なタンパク質媒体の中を電子はどのような経路を経てトンネル移動していくかを決定することはこの分野の永年の研究課題である。蛋白質の構造は熱揺らぎによって変化する。それによってトンネルする各場所のエネルギー障壁の大きさが変化し、メインのトンネル移動経路が変化するので、そのときの平均の電子トンネル経路を求める。さらに蛋白質構造の揺らぎが非常に速い時には電子トンネルが起こっている最中にトンネル障壁の大きさが変化するため、電子のトンネル移動中に振動エネルギーの授受が行われる可能性がある。このような電子移動を非弾性トンネル移動という。そこでこれらの課題に対応した理論的定式化を行い、実際の

蛋白質電子移動によって、これらが実現されているかを確かめる。さらに非弾性トンネル効果に有効に働いている振動モードの解析をおこなう。そしてトンネル媒体に外部から付加した電圧Vに応答する電流Iの性質を調べ、非弾性トンネル効果によってI-V特性がどのような影響を受けるかの検討を行う。

### 3.3 研究成果

#### 3.3.1 非弾性トンネル効果を含む電子移動理論

私たちはNitzanらの調和振動モデルに基づく形式的な電子移動理論を改良し、タンパク質媒体やドナー・アクセプター内の任意の振動を含んだ実際の系に適用できる非弾性トンネル電子移動理論を構築した。この理論には電子トンネル時における分子振動の非弾性効果によるパワースペクトルを分子振動の電子移動に伴う安定構造緩和の効果によるパワースペクトルとconvolutionの形で組み込まれている。後者のパワースペクトルはマーカスのエネルギーギャップ則としてよく知られている。マーカスのエネルギーギャップ則では、エネルギーギャップ（反応の前後のエネルギー差）が増加するにつれ電子移動速度は上昇するが、再配置エネルギーεで極大になり、それを超えると速度が著しく減少に転じる。全体としてガウス関数形をしている。速度が上昇する領域を正常領域、速度が減少する領域を逆転領域という。私たちの求めた非弾性トンネル電子移動理論はマーカスの式を拡張したものであり、電子移動速度が弾性トンネル項と非弾性トンネル項の和で表せることを初めて示した。（弾性トンネル項はマーカスのエネルギーギャップ則に一致する）。これらの結果を文献5）、8）に報告した。

#### 3.3.2 非弾性トンネル効果

私たちの定式化した非弾性トンネル効果によるパワースペクトルは実際のタンパク質構造の揺らぎのすべての効果を取り入れている。ここでは光合成細菌*Rhodobacter sphaeroides*の反応中心におけるバクテリオフェオフィチン(Bph)アニオンをドナーとして第一キノ(キノンA(Q<sub>A</sub>))ともいう)をアクセプターとする電子移動系について計算を行う。BphとQ<sub>A</sub>の間には3つのアミノ酸(メチオニンMet, ヒスチジンHis, トリプトファンTrp)が挟まっている。タンパク質の構造揺らぎを実現するために、反応中心タンパク質のすべての原子を考量した分子動力学シミュレーションを(0.25fs刻み、または1fs刻みで)1ns走らせる。0.25fs刻みはC-H伸縮振動を追跡する場合に行う。これをnon-SHAKEの取り扱いという。1fs刻みはC-Hボンド

長を固定して伸縮振動を追跡しない場合に行う。これを SHAKE の取り扱いという。通常は計算時間短縮のために SHAKE の取り扱いを行うが、本研究では両方の取り扱いの結果を比較する。次にそれぞれの瞬間のタンパク質構造に対して量子化学計算により電子トンネル行列要素を求める。この量子化学計算において、上の3つのアミノ酸のみを考慮した時の計算結果が反応中心を構成する数百のすべてのアミノ酸を考慮した時の計算結果とほとんど変わらないことがわかったので<sup>4)</sup>、トンネル行列要素の計算にはこの3つのアミノ酸分子のみを考慮して行う。これにより大幅な計算時間の短縮が可能になる。Fig. 1 に3つのアミノ酸 (Met, His, Trp)

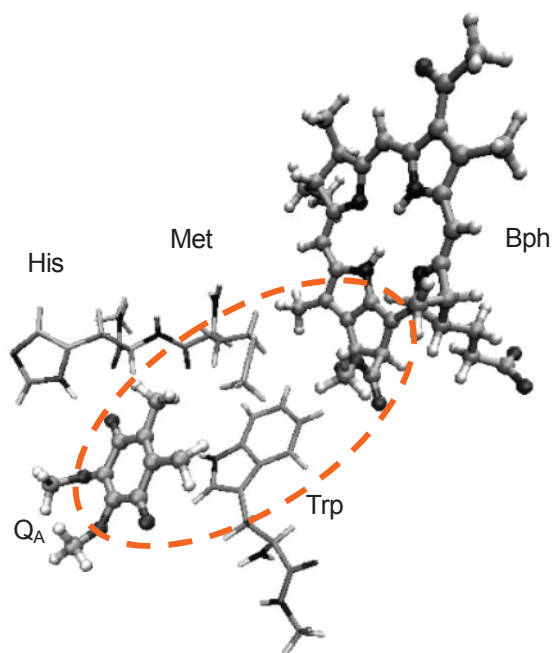


Fig. 1 Molecular structures and configurations of Bph, QA, Met, His and Trp in the reaction center

とドナー(Bph)およびアクセプター(QA)の分子構造と分子配置を示す。タンパク質構造の揺らぎを求めるときにはすべてのアミノ酸を考慮して分子動力学シミュレーションを行うことは必須である。次にこうして得られた電子トンネル行列要素の時系列から時間相関関数を求め、それをフーリエ変換して非弾性効果を含むパワースペクトル  $P$  を求める。その結果を Fig. 2 に示す。ここでエネルギー  $\epsilon$  の単位を  $\text{cm}^{-1}$  (カイザーと読む) で表しており、 $8060\text{cm}^{-1}$  が  $1\text{eV}$  に相当する。 $\epsilon$  が負の領域では、SHAKE と non-SHAKE の両方で指数関数的に急激に減衰し、その様子は両者であまり異ならない。 $\epsilon$  が正の領域では、SHAKE, non-SHAKE とともに概略指数関数的に減衰するが、その勾配は少し緩やかである。 $2000\text{cm}^{-1}$  より小さい領域では SHAKE と non-SHAKE で

パワースペクトルはほとんど変わらないが、 $2000\text{cm}^{-1}$

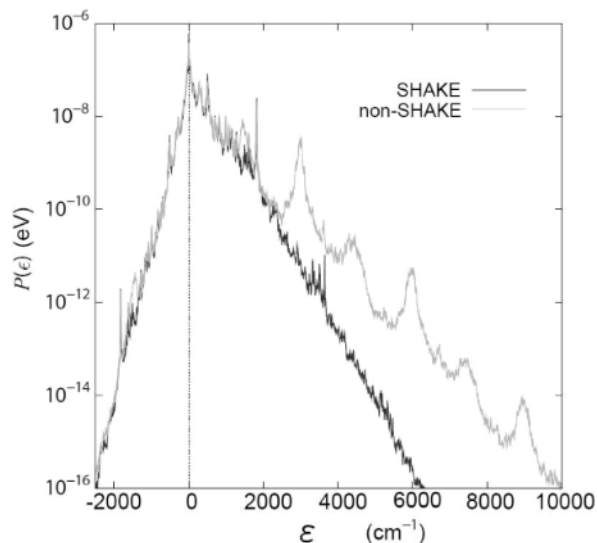


Fig. 2 Power spectrum due to the inelastic electron tunneling effect by means of SHAKE and non-SHAKE methods

を超えた領域から、non-SHAKE の場合が SHAKE2 の場合より減衰が緩やかになり、大きなピークが目立つようになる。この大きなピークは  $3000\text{cm}^{-1}$  の間隔をもつシリーズが2種類走っている。 $3000\text{cm}^{-1}$  のピーク間隔は特別な C-H ボンドの伸縮振動によるものであることが重水素置換の計算により確かめられる。これを H-ピークと呼ぶ。他方 SHAKE のパワースペクトルの指数関数的減衰はたくさんの振動モードによる細かいピークの減衰の寄せ集めである。H-ピークの起源などの解析は後ほど行う。

このパワースペクトルを用いて、電子移動速度のエネルギーギャップ則を求める。その結果を Fig. 3 に示す。ここで2つの実線は SHAKE と non-SHAKE の2つの方法で非弾性トンネル効果を取り入れて計算したエネルギーギャップ則であり、点線は非弾性トンネル効果を見捨て、弾性トンネル効果のみを考慮したマーカスのエネルギーギャップ則である。一般に電子移動前後でドナーとアクセプターの荷電状態が変化している。したがって、ドナーやアクセプターとタンパク質媒体との静電相互作用の様子が変化する。その変化に伴って安定なタンパク質構造の変化が生じる。この構造変化の方向の分子振動を用いて、弾性トンネル過程ではトンネル前後のエネルギーが保存される。再配置エネルギー  $\lambda$  の大きさが Fig. 3 の点線のガウス関数の曲線の幅を与える。非弾性トンネル過程では電子トンネル途中に分子振動のエネルギーをやり取りする。そのため電子移動前後で分子振動エネルギーが不一致の場合も

電子トンネルが可能になる。このような2つの分子振動の役割を同時に考慮すると、Fig. 3の点線のガウス関数とFig. 2のパワースペクトルをconvolutionして非弾性トンネル効果を考慮したエネルギーギャップ則 (Fig.

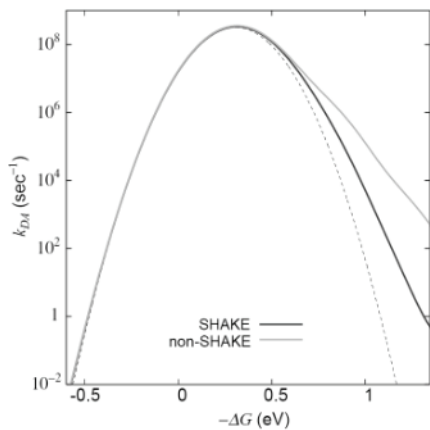


Fig. 3 Energy gap laws including the inelastic electron tunneling mechanism (solid lines) and neglecting the inelastic electron tunneling mechanism (broken line).

3の2つの実線)が得られる。これが弾性トンネル効果と非弾性トンネル効果の両方を考慮したエネルギーギャップ則である。この図から正常領域では非弾性効果はあまり効かないが、逆転領域で非弾性効果が支配的になり、逆転領域での電子移動速度の減少は著しく抑えられることがわかる。そのためFig. 2で見られた振動構造がFig. 3では滑らかな曲線にならされている。しかし、non-SHAKEによって非弾性効果を取り入れると、逆転領域での速度が著しく増強することがわかる。以上の結果は現在論文にまとめているところであるが、計算結果のデータは文献12)に載せている。

### 3.3.3 電子トンネル経路の揺らぎ

電子トンネル経路がタンパク質構造の揺らぎと共にどのように変化するかを明らかにするのは永年の懸案であった。以下この問題にたいして反応中心系で解析した結果を示す。この解析には原子間トンネルカレントを計算し、その分布を作ることからはじめる。与えられたタンパク質構造におけるドナーとアクセプターを結ぶ空間を分割する任意の平面を横切る原子間トンネルカレントの総和Jは平面の取り方によらず一定であり、その値は電子トンネル行列要素の大きさ  $T_{DA}$  に比例する ( $T_{DA} = \hbar J$ )<sup>11)</sup>。その分布図をさまざまなタンパク質構造についてプロットしていくと、ドナーとアクセプターの間が存在するトリプトファン(Trp)とメチオニン(Met)の2つのアミノ酸を電子トンネル経路し

ていることがわかった。タンパク質構造によって Trpを主に電子トンネル経路(Trp ルート)する場合と Metを主に電子トンネル経路する(Met ルート)場合に分かれた<sup>4),5)</sup>。それぞれのトンネル経路を経由する度数分布をFig. 4に示す。Fig. 4Aは2つのルートの度数分布(histogram)

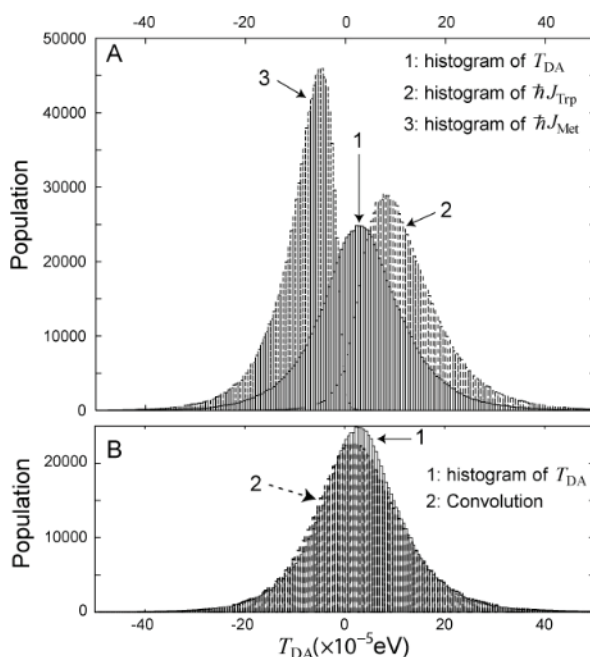


Fig. 4 (A) Distributions of the value of electron tunneling currents time  $\hbar$  through the Met route and Trp route and the total electron tunneling matrix element. (B) Distribution of the total electron tunneling matrix element compared with the calculated tunneling matrix element by the convolution of the distribution functions of the Trp route and the Met route in (A).

が広い幅を持つガウス関数に近い形を持っていることを示す。しかも Met ルートのトンネルカレントの分布は  $T_{DA}$  の負の値にピークを持つのにに対し、Trp ルートのトンネルカレントの分布は  $T_{DA}$  の正の値にピークを持つことがわかる。Trp を経路する場合も Met を経路する場合もタンパク質構造の微妙な違いによって  $T_{DA}$  が広い範囲で大きくなったり小さくなったりすることが分かる。また、Met ルートと Trp ルートを合わせた全体のトンネルカレント ( $T_{DA}$ ) の分布は  $T_{DA}$  の値がほぼ0を中心にして分布していることがわかる。このことは多くのタンパク質構造で Trp ルートと Met ルートのカレントが共存し、その流れの向きが逆であることを示す。すなわち、非常に多くのタンパク質構造で、トンネルカレントは2つのルートを使ってサーキュレートしていることを示す。電子移動速度は  $T_{DA}$  の二乗に比例する。したがって、 $T_{DA}$  の絶対値の小さいピーク付近の分布に



相当する蛋白質構造は平均の電子移動速度にほとんど寄与せず、全体の分布の裾野あたりに相当する  $T_{DA}$  の絶対値の大きい蛋白質構造が平均の電子移動速度によく効いてくる。このことはX線構造などで決めた一つの蛋白質構造で電子移動速度を計算すると過少評価する確率が高いことを示す。電子移動速度の計算にはタンパク質構造の揺らぎを考慮することが必須である。

それでは Met ルートのカレントと Trp ルートのカレントはどの程度相関を持っているだろうか。このことを調べるために、Fig. 4A の Trp ルートと Met ルートの分布関数からそれぞれ 1 点ずつを選び、それらのカレントの和を計算する。この操作をあらゆる組み合わせで行って、カレントの和の値の分布を求める。このことは数学的には、Trp ルートのカレントの分布と Met ルートのカレントの分布の Convolution を取ることに対応する。そのようにして得られたカレントの和の分布を Fig. 4B に示す。そして比較のために各タンパク質構造毎に全トンネルカレントを求め、タンパク質構造の揺らぎに伴う全トンネルカレントの分布を同じグラフに載せる。これから 2 つの異なった方法で求めた全トンネルカレントの分布がほとんど一致していることが分かる。Convolution を取る方法では Trp ルートのカレントを計算したタンパク質構造と Met ルートのカレントを計算したタンパク質構造は 1 つの場合を除いて全く異なったものである。それにもかかわらず、両者の全トンネルカレントの分布が一致するという事は Trp ルートのトンネルカレントのゆらぎと Met ルートのトンネルカレントの揺らぎが独立であり、相関がほとんどないことを意味する。電子トンネル移動が量子効果の賜であることを考えると、ドナーとアクセプタタを結ぶ 2 つの接近するトンネル経路間に量子相関がほとんどないということは驚きに値する。これらの結果は文献 5) で詳しく報告した。

### 3.3.4. 平均の電子トンネル経路

上で見たように、電子トンネル移動経路がタンパク質の構造の揺らぎで大きく変化するなら電子トンネル経路はどのような手段で表現するのが適当であろうか。Trp ルート、Met ルート共に、各ルートのカレントはさまざまなボンダ間トンネルカレントからなる。私たちは原子間トンネルカレントの揺らぎを解析し、各ボンダに割り付けられたトンネルカレントは互いに強い相関を持っていることを見出した<sup>9)</sup>。これはトンネル現象に由来するコヒーレントな量子効果を表している。この量子効果を取り入れて、タンパク質構造の揺らぎに起因する電子トンネル経路の揺らぎを平均化す

る方法を考案しなければならない。私たちは電子トンネルカレントが観測量ではなく、全体の電子トンネルカレントの二乗が観測量であることを考慮して、電子トンネルカレントそのものの平均をとるより、電子トンネルカレントの二乗の平均を取ることを考えた。全体の電子トンネルカレントの二乗をボンダ毎のトンネルカレントに分解して、ボンダ間トンネルカレントの

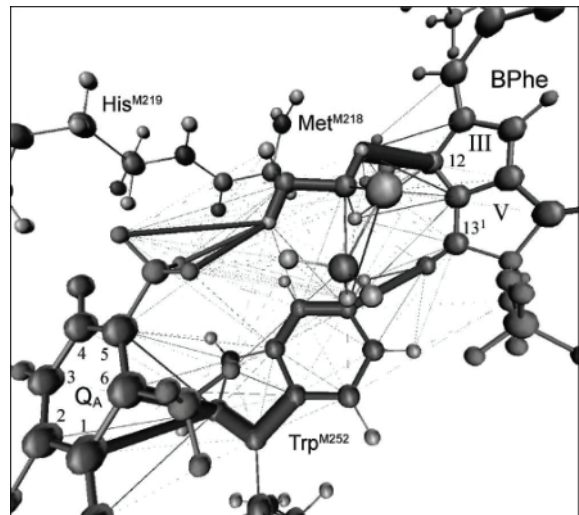


Fig. 5 Display of the electron tunneling path by means of the modified mean square of the atom-atom tunneling currents

二乗とボンダ間トンネルカレント・ボンダ間トンネルカレントの相関項に分けた。そしてボンダ間トンネルカレント間の相関項をボンダ間トンネルカレントの二乗に組み込む方法を開発した。このようにして、最終的に全体の電子トンネルカレントの二乗平均を修飾したボンダ間トンネルカレントの二乗平均の和で表すことに成功した。この修飾したボンダカレントの二乗平均の値に比例した太さを持つ棒をタンパク質構造のボンダ上にプロットすれば、平均化したトンネル経路の分布を視覚化することができる。このようにして得られた平均化した電子トンネル移動経路を Fig. 5 に示す。この図は Fig. 1 の点線で囲った領域に対応する。平均の修飾されたボンダ間トンネルカレントの大きい値を持つ太い棒を結んだ経路が主な電子移動経路を表す。他の細い線は無視できるほどに細いことに注意したい。この図からドナーの Bph からアクセプターの QA の間の空間を Met の一部および Trp 残基が埋め、Met ルートと Trp ルートが平行して形成されている様子がわかる。トリプトファン残基の 2 つのリング領域ではすべての共役ボンダが同等によく働くのではなく、特定のボンダがよく働いている。これはトリプトファン分子のパイ

電子の量子効果を表現している。こうして得られた結果を総合すると、平均化した電子トンネル経路はドナーからアクセプターへ至る太い幅を持つ棒を最短経路でシリーズにつないだものがパラレルに存在するものになっていることがわかる。これらの結果は文献9)に発表した。

### 3.3.5 非弾性トンネル効果のパワースペクトルの解析

先に求めた非弾性トンネル効果によるパワースペクトルの構造の解析を行う。この解析では、SHAKEで求められたパワースペクトルを基準にして、新たにC-H伸縮振動の運動が加わったために得られるnon-SHAKEのパワースペクトルの変化をどのようにすれば説明できるかを調べる。そこでMetルートのC-Hボンドをすべて固定して、TrpルートのC-Hボンドをすべてnon-SHAKEにしてパワースペクトルを計算すると、すべてのC-HをSHAKEした場合のパワースペクトルとほとんど変わらないことがわかった。次にTrpルートのC-Hボンドをすべて固定してMetルートのC-Hボンドをすべてnon-SHAKEにしてパワースペクトルを計算すると、すべてのC-Hをnon-SHAKEにした場合のパワースペクトルとほとんど変わらないことがわかった。このことから、Fig. 2に得られた非弾性トンネル効果を取り入れたパワースペクトルの大きな複数のピークはMetルートにあるC-Hボンドによることがわかる。次にFig. 5で得られた平均のトンネル経路の中で、MetルートにあるC-HボンドのHを一つずつ順番にD(重水素)に置換して非弾性トンネルのパワースペクトルがどのように変化するか調べた。その結果、ドナーのBphに最も近いMetのC-HボンドのHを置換したとき、アクセプターのQ<sub>A</sub>に最も近いMetのC-HボンドのHを置換したとき、Q<sub>A</sub>のメチル基の3つのHを置換したときにnon-SHAKEによるパワースペクトルのピーク(H-ピーク)のシフトが見られた。この結果は、電子トンネル経路中のC-Hボンドでドナーまたはアクセプターと空隙(through-space)で向き合っているところで非弾性トンネル効果が最も大きく現れることを示す。Fig. 2に見るようにC-Hボンドをnon-SHAKEしたパワースペクトルはC-HボンドをSHAKEしたパワースペクトルより高エネルギー側で著しく増大している。これを説明するために、C-Hボンドの伸縮振動に応じて空隙(through-space)が変異する距離にたいして指数関数的に依存するトンネル行列要素を仮定してC-H伸縮振動に対するパワースペクトルを理論的計算で求め、SHAKEで求めたパワースペクトルとconvolutionを行うと、non-SHAKEのシミュレーションの結果と非常に

よく一致することを見出した。その結果をFig. 6に示す。図の一番下のデータ(3)がnon-SHAKEのシミュレーション

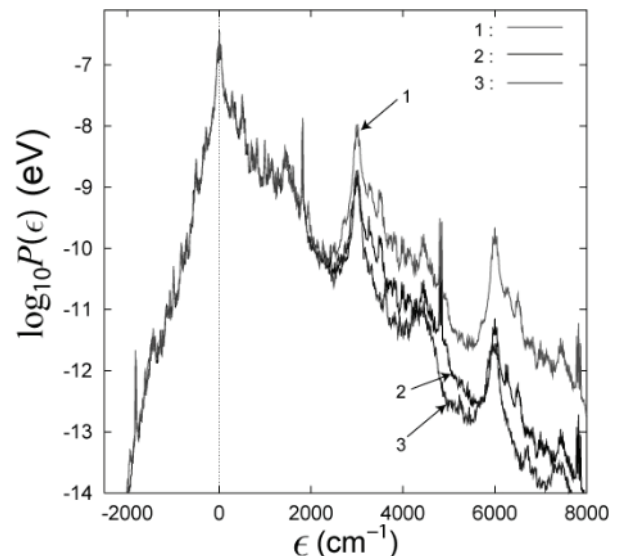


Fig. 6 Power spectra obtained by the non-SHAKE simulation (bottom, 3), by the convolution of this power spectrum with the theoretical power spectrum of the inelastic tunneling through the C-H stretching (middle, 2) and by the theoretical power spectrum of the inelastic tunneling through the C-H stretchings with quantum correction (top, 1).

よんで、真中のデータ(2)がC-H伸縮振動を考慮してC-Hボンドによる非弾性トンネル効果のパワースペクトルを理論計算し、SHAKEのデータとconvolutionして得た結果である。これから両者がよくよく一致していることがわかる。シミュレーションではC-H伸縮振動は古典的運動で実現されている。しかし、実際の $3000\text{cm}^{-1}$ の高周波数の運動は常温では零点運動の量子振動をしている。その量子効果を理論的に取り入れて再計算した結果がFig. 6の一番上のデータである。量子補正したデータは $3000\text{cm}^{-1}$ を超えると非常にパワースペクトルの大きさを増強することがわかる。SHAKEの計算で求めたパワースペクトルには無数の振動モードが寄与しているにもかかわらず、それぞれの寄与の大きさは小さい。それに対して空隙に接する数少ないC-Hボンドの伸縮振動が非弾性トンネル効果のパワースペクトルに非常に有効に働いていることを示した。これらの研究成果の発表を準備中である。

### 3.3.6 トンネル媒体を用いた分子デバイス設計

非弾性トンネル効果のパワースペクトルにはFig. 6に見られるように、C-H伸縮振動の繰り返しピーク(H-

ピーク)を持つ顕著な特徴がある。この性質を利用して、non-Ohmic な電流-電圧特性 (I-V 特性)を持つ分子デバイスを作る条件を考えてみよう。電流 I は電子移動速度のエネルギーギャップ則と関連している。マーカスのエネルギーギャップ則はなめらかなガウス関数になる。これに非弾性トンネルのパワースペクトルを convolution して得られるエネルギーギャップ則は、Fig. 3 の実線のようになめらかな曲線になり、C-H 伸縮振動の H-ピーク構造が消えてしまう。非線形でダイナミックな I-V 特性を得るためには、弾性トンネル効果によるパワースペクトルの幅をできるだけ小さくする必要がある。λ の値はドナーとアクセプター内で電子移動に伴う電荷分布の変化のひろがり依存する。広がりが小さいと λ は大きくなるし、広がりが大きいと λ は小さくなる。反応中心電子移動における Bph や Q<sub>A</sub> などの π 電子系は電荷の広がりが限られている。この広がりが極限まで広いのは固体電極である。このとき λ は実質上 0 である。2つの金属電極をドナーとアクセプターに選び、トンネル媒体を 2つの電極の間に挟んだ系を作ると片方の電極の価電子帯のすべての電子から他方の電極のすべての伝導帯のエネルギーレベルにトンネ移動することができる。そのため、得られるトンネル電流の I-V 特性は非弾性トンネルのパワースペクトルを平坦化したものになる。これを避けるために、p 型半導体と n 型半導体を電極にしてトンネル媒体を挟むと、トンネル電流に寄与する電子とホールエネルギー幅を限る事ができ、非弾性トンネルのパワースペクトルの特徴を反映した I-V 特性が得られる可能性がある。仮想系としてトンネル媒体として Fig. 6 の非弾性トンネル効果の量子補正したパワースペクトルを用いる。Si に Ga をドーブ (濃度 N<sub>a</sub>) した p 型半導体を陽極に、Si に As をドーブ (濃度 N<sub>d</sub>) した n 型半導体を陰極にして電圧 V を印加する。このようにして計算した I-V 特性を Fig. 7 に示す。不純物濃度を 10<sup>20</sup> m<sup>-3</sup> (曲線 4) から 10<sup>26</sup> m<sup>-3</sup> (曲線 1) まで変化させた。そのとき、半導体のフェルミエネルギーがシフトし、外部電圧がない状態で、n 型半導体の伝導帯の底と p 型半導体の価電子帯の上端のエネルギー差がそれぞれ 0.64eV, 0.40eV, 0.18eV, 0.001eV となる。これに外部電圧 V がかかるとエネルギー差はそれぞれ eV だけ大きくなる。Fig. 7 で不純物濃度が 10<sup>22</sup> m<sup>-3</sup> (曲線 3) までは正の外部電圧に対して正の小さな電流が流れる。10<sup>24</sup> m<sup>-3</sup> (曲線 2) を超えるところから、電流が大きくなり、I-V 特性に著しいピークが見られるようになる。すなわち不純物濃度が 10<sup>24</sup> m<sup>-3</sup> のとき、0.15V あたりに大きなピークが一つ見られる。これは n 型半導体の伝導帯の底と p

型半導体の価電子帯の上端のエネルギー差に外部電圧の効果を加えたエネルギーが 0.33eV になることを考慮

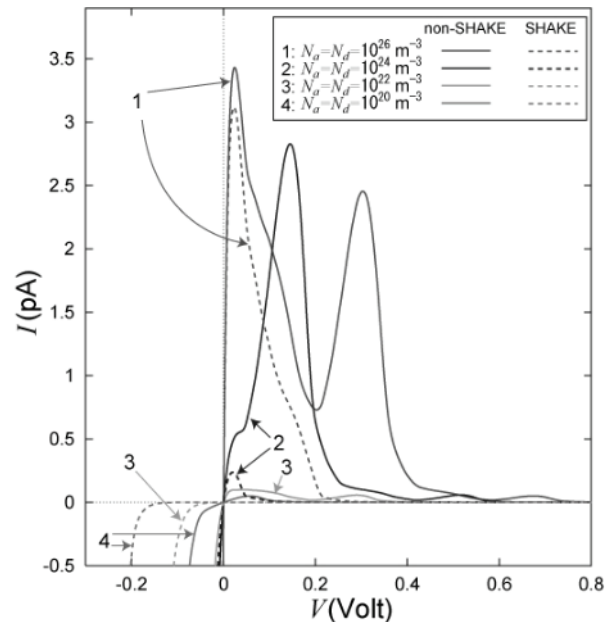


Fig. 7 I-V characteristics calculated using the power spectra by the SHAKE and non-SHAKE methods for the 4 kinds of impurity concentrations in the semiconductor electrodes.

すると、Fig. 6 の  $\epsilon=3000\text{cm}^{-1}$  に見られる H-ピークによるものであると推定される。このことは SHAKE の計算では 0.15V のピークが消滅していることから裏付けられる。不純物濃度が 10<sup>26</sup> m<sup>-3</sup> のとき I-V 特性に大きな 2つのピーク (0.1V と 0.3V 近傍)が見られる。この 0.1V 近傍のピークは Fig. 6 の  $\epsilon=0\text{eV}$  のピークに起因し、また 0.30V 近傍のピークは Fig. 6 の  $\epsilon=3000\text{cm}^{-1}$  の H-ピークに起因するものと考えられる。このことは SHAKE の計算で I-V 特性の第一のピークは残るが、第 2のピークが無くなることによっても裏づけられる。このように不純物濃度が高いところでパワースペクトルの H-ピークに対応して I-V 特性にピークが現れる。重要なことは、コンダクタンス ( $g=dI/dV$ ) がいろいろなところで負の値を持つことである。これらの負のコンダクタンスの特性を活かせば、さまざまな機能を持つ小さくて省エネルギーの分子デバイスを開発することも可能である。

今回のモデル計算ではタンパク質媒体の非弾性トンネル効果のパワースペクトルを用いたが、H-ピークを持つ分子系であれば、タンパク質媒体である必要がない。H-ピークは分子媒体がドナーまたはアクセプターにとの間の空隙に面した C-H ボンドを持つ分子系を合成すれば良い。これらはトンネル媒体を用いた極小



の分子デバイスを設計する指針になる。これらの研究成果の発表を現在準備中である。

#### 4. まとめ

本研究では効率の良い電子トンネル移動を実現するタンパク質の構造と揺らぎの積極的役割を明らかにした<sup>13), 14)</sup>。タンパク質のトンネル経路中の非結合部位の構造揺らぎによって特徴的な非弾性トンネル効果(H-ピーク)が現れることを示した。このH-ピークは分子デバイスの設計に役立つ。また、総合術研究科の文部科学省社会連携研究推進事業のプロジェクトに則って、現在進行しつつあるさまざまな地球環境問題について論考を進めた<sup>15)-17)</sup>。

#### 謝辞

本研究のシミュレーション部分を主として担当していただいた博士研究員(平成18年度—平成21年度)の西岡宏任博士に感謝します。平成14年度—16年度科学研究費補助金(基盤研究(C)(2))「タンパク質の揺らぎがタンパク質中電子移動速度に与える影響」、平成17年度—19年度科学研究費補助金(基盤研究(C)(2))「タンパク質中電子移動の理論と計算」、文部科学省平成17年度—平成21年度社会連携研究推進事業「グリーンバイオビジネス創製プロジェクト」、名城大学総合研究所平成17年度学術研究奨励助成研究成果展開事業費「タンパク質中電子移動の理論と計算」の援助を受けた。それぞれの関係機関に感謝の意を表します。

#### 参考文献

1) A. Yamada, T. Yamato, T. Kakitani and S. Yamamoto: Torsion potential works in rhodopsin, *Photochem. Photobiol.*, **79**, 476-486 (2004).  
 2) T. Yamato, T. Ishikura, T. Kakitani, K. Kawaguchi and H. Watanabe: Spectral tuning of photoactive yellow protein, *Photochem. Photobiol.*, **83**, 323-327 (2007).  
 3) A. Kimura and T. Kakitani: Advanced theory of excitation energy transfer in dimmers, *J. Phys. Chem. A*, **111**, 12042-12048 (2007).  
 4) H. Nishioka, A. Kimura, T. Yamato, T. Kawatsu and T. Kakitani: Interference, fluctuation, and alternation of electron tunneling in protein media. 1. Two tunneling routes in photosynthetic reaction center alternate due to thermal

fluctuation of protein conformation, *J. Phys. Chem. B*, **109**, 1978-1987 (2005).  
 5) H. Nishioka, A. Kimura, A. Yamato, T. Kawatsu and T. Kakitani: Interference, fluctuation, and alternation of electron tunneling in protein media. 2. Non-Condon theory for the energy gap dependence of electron transfer rate, *J. Phys. Chem. B*, **109**, 15621-15635 (2005).  
 6) H. Nishioka, T. Yamato, and T. Kakitani: Temperature dependence of the inelastic electron tunneling, *Molecular Simulation*, **32**, 727-734 (2006).  
 7) T. Kawatsu, D. Beratan, and T. Kakitani: Conformationally averaged score functions for electronic propagation in proteins, *J. Phys. Chem. B*, **110**, 5747-5757 (2006).  
 8) H. Nishioka, A. Kimura, T. Yamato, and T. Kakitani: Non-Condon theory for the energy gap dependence of electron transfer rate, *Frontiers of Computational Science, Proceedings of the International Symposium on Frontiers of Computational Science 2005*, Y. Kaneda, H. Kawamura and M. Sasai eds., Springer, 293-297 (2007).  
 9) H. Nishioka and T. Kakitani: Averaged electron tunneling route of the electron transfer in protein media, *J. Phys. Chem. B*, **112**, 9948-9958 (2008).  
 10) H. Nishioka, N. Ueda, and T. Kakitani: Correlation between square of electron tunneling matrix element and donor-acceptor distance in fluctuating protein media, *BIOPHYSICS (e-Journal)*, **4**, 19-28 (2008).  
 11) T. Kawatsu, T. Kakitani, and T. Yamato: A novel method for determining the electron tunneling pathway in protein, *Inorg. Chim. Acta*, **300-302**, 862-868 (2000).  
 12) 鈴木優輔: タンパク質中電子移動における非弾性トンネル現象の観測—生体エネルギー変換機構の理解と応用にむけて—, 名城大学大学院総合学術研究科総合学術専攻修士論文, 2009年3月。  
 13) 垣谷俊昭: 生体エネルギーの形態と変換, 生物物理学ハンドブック, 石渡信一他編, pp.15-18, 2007年。  
 14) 垣谷俊昭, タンパク質の電子状態, 生物物理学ハンドブック, 石渡伸一他編, pp. 485-488, 2007年。  
 15) 垣谷俊昭, 垣谷宏子: 地球環境問題が明かす人間と自然の共生原, 名城大学総合研究所総合学術研究論文集, 第5号, pp.53-64, 2006年。  
 16) 垣谷俊昭, 垣谷宏子: 地球環境問題と文明と人間のこころ, 名城大学人文紀要, 第83集, pp.1-13, 2006年。  
 17) 垣谷俊昭, 垣谷宏子: 近代合理主義と地球環境問題—心の非合理性と近代合理主義の葛藤, 名城大学人文紀要, 第88集, pp.45-54, 2008年。

(原稿受理日 平成21年9月18日)



# 常温空気水蒸気から水素を吸収貯蔵する金属・酸化物二層複合材料の 環境調和型水素製造システム

森田健治<sup>1)</sup>、 土屋文<sup>2)</sup>

## Hydrogen Production System Composed of Metal-Oxide Bi-layer Materials Absorbing and Storing Hydrogen from Water Vapor in Air at Room Temperature

Kenji MORITA<sup>1)</sup> and Bun TSUCHIYA<sup>2)</sup>

### Abstract

Hydrogen absorption and emission characteristics of Pt-Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> bi-layer materials exposed to normal air at room temperature have been studied by means of ion beam analysis, weight gain measurement and thermal desorption spectroscopy techniques. The Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>/Pt sandwich specimens have been found to absorb H at the surfaces of Pt from H<sub>2</sub>O vapor, store it in Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> and emit 80% of it as H<sub>2</sub> gas, when they are heated at 100°C for 10 min. The maximum storage capacity of Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> has been estimated to be 0.15Nliter/cm<sup>3</sup> from the saturation concentration of absorbed hydrogen measured by means of the ERD technique. The Pt layer has been observed to be transformed into the Pt<sub>3.3</sub>Zr<sub>2.7</sub>O layer by heating at temperatures above 200°C, which enhances by a factor of 5 the hydrogen absorption rate at the surfaces. The hydrogen storage rate in Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> is also found to be proportional to the hydrogen absorption rate at the surfaces of Pt layers. Furthermore, the Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>/Pt specimens has been found to reabsorb hydrogen from air vapor, when again exposed to air at room temperature after hydrogen stored up to the maximum storage capacity has been emitted by heating at 300°C. For practical use of the hydrogen absorption and storage bi-layer material, it is required to measure the life time of the catalytic function by repeated cycles of absorption and emission.

### 1. はじめに

現在、CO<sub>2</sub>を排出しない、リサイクル可能な水素エネルギー社会の実現を目指して、水素生成、水素貯蔵、水素利用の研究が種々の方法で実施されている。水素の利用を環境に調和させて、最もエネルギー効率よく実行するためには、常温で水又は水蒸気から水素を生成し、エネルギーを極力使わずに水素を吸収し、使用圧力にガス化（放出）し、且つ再生可能で（繰り返し利用可能で）、高容量貯蔵する技術、すなわち水素貯蔵材料の開発が求められている。我々は、2002年に水素注入3価元素添加ペロブスカイト型酸化物セラミックスが常温で空気水蒸気を分解して、水素ガスを放出する触媒機能を有することを偶然見つけ、その触媒機能の解明と実用化を進めて

きた[1~5]。その水分解機能は酸化物セラミックス表面の、水素注入に伴い導入された格子欠陥（酸素空格子や3価添加元素）の電荷と水の分極電荷とのクーロン相互作用により生じ、また、その持続性は、酸素空格子に捕捉された2個の正孔の触媒作用による、水分解により吸着したOH<sup>-</sup>とOH<sup>+</sup>からの酸素生成[6, 7]とOH<sup>-</sup>の消費に伴う新たな吸着サイトの生成であることを提案し、実証してきた。更に、この酸化物セラミックスBaCe<sub>0.9</sub>Y<sub>0.1</sub>O<sub>3-a</sub>は、その表面積が500m<sup>2</sup>である時、1時間当たり1Nm<sup>3</sup>の水素を放出する性能を有すると推定された。

従来、水素を吸蔵・貯蔵する合金や化合物材料の研究開発は、水素が安定な金属と水素が比較的不安定な金属を組み合わせて材料設計する手法により実施されてきた。その開発目標は自動車用燃料電池の水素燃料の供給であり、その目標値は常温吸蔵・貯蔵、150°C以下のガス化

1) 教養教育 2) 東北大学金属材料研究所

1) Department of General Education 2) Institute for Materials Research, Tohoku University

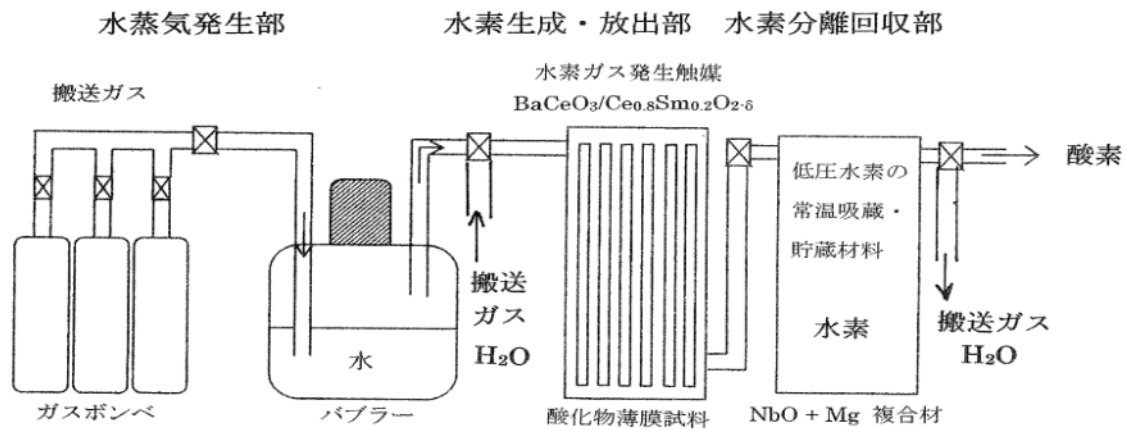


図1 環境調和型水素製造システムの概念図[8]

温度と、5.5wt%以上の貯蔵容量であるが、現状では未だ達成されていない。この現状を受けて、有機水素化物等のワン・スルー利用が検討され、その研究開発が行われている。本研究グループは、水素注入ペロブスカイト型酸化物セラミックスの水分解・水素放出機能を活かすために、図1に示す水素製造システムを想定して[8,9]、常温で水素を吸収・貯蔵し、エネルギーを極力使わずに、使用圧力にガス化(放出)する再生利用可能な水素吸蔵・貯蔵材料の研究を行ってきた。本研究の目的は、水素吸収金属材料と水素貯蔵酸化物材との二層複合化により新しい水素貯蔵材料の開発の可能性を調べることである。本稿では、これまでに調べてきた Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>/Pt 二層複合材が常温の空気(水蒸気)から水素を吸収・貯蔵し、100°C の加熱で約 80%の水素を放出し、1cm<sup>3</sup> 当たり 0.15Nliter の水素を貯蔵することを述べる。また、重量測定による水素吸蔵特性や TDS 法による放出ガス分析結果を述べる。最後に、本研究で用いた Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>/Pt 二層複合材、それ自体が常温の空気水蒸気から水素生成・貯蔵材であり、図1の水素製造装置そのものであることを強調する。

## 2. 実験

実験に使用した試料は、両面に Pt 膜を蒸着した直径 8mm、厚さ 1mm で、重量約 0.19g の Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> 焼結体であった。Pt の膜厚は 1nm、10nm、および 100nm であった。これらの試料中の残留水素は、423K で 10 分間の加熱で除去された。また、100nm の試料については、残留水素を完全に除去するため、573K まで加熱された。試料の加熱過程では、試料中の水素の濃度分布および試料の組成が 2.8MeVHe<sup>+</sup>イオンビームを用いた ERD 法および RBS 法により測定された。これらの試料は常温で空気あるいは低圧の水素ガスに暴露された。この暴露過程では、試料中に吸収された水素の濃度分布はイオンビーム分析の ERD 法により、水素の重量は電子化学天秤(島津製・AUW220D

型)により測定された。吸収水素の放出特性は、吸収実験後の試料の等時焼鈍における水素濃度の減少の ERD 分析と TDS 法による放出ガスの質量分析により測定された。

## 3. 実験結果と考察

Pt 膜厚が 100nm の試料からの残留水素の除去過程で ERD 法により測定された水素の濃度分布の結果を図2に示す。この場合の加熱は、423K までであった。図2から加熱温度が室温から 423K まで上昇すると、水素濃度を表すスペクトルの高さが徐々に減少するのが分かる。これらの ERD スペクトルの面積の積分から得られた残留水素の加熱放出特性を図3に示す。図3の縦軸は as-received 試料の残留量で規格化された残留水素量である。また、図3の first は 573K まで加熱された試料(Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>①), second は 423K まで加熱された試料(Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>②)の結果である。図3から残留水素は 373K・10 分間の加熱でその 80%が放出されることが分かる。これまでの水素の加熱放出結果は、加熱後の試料に再吸収された水素の放出温度は、加熱前の放出温度より低いことを示しているで、この試料の吸収・貯蔵水素の加熱ガス化温度は、100°C 程度であると予測される。

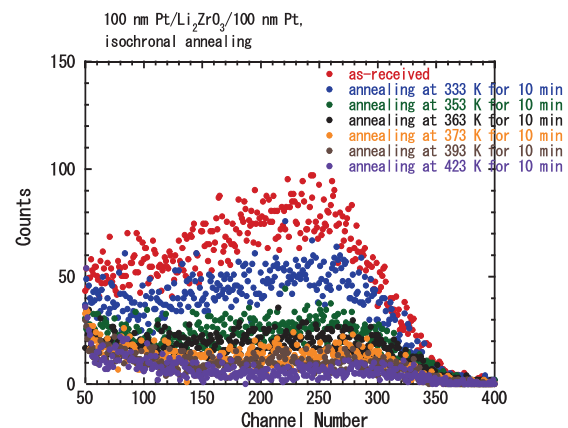


図2 残留水素の加熱除去過程の ERD スペクトル。

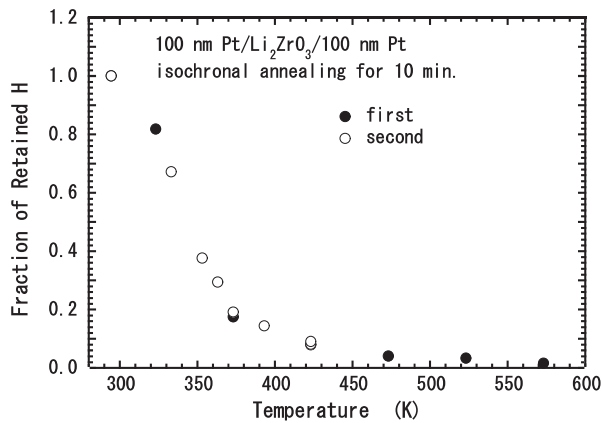


図3 残留水素の10分間の等時焼鈍による放出特性, first は573Kまでの加熱で, secondは423Kまでの加熱である。

上述の残留水素の除去過程で、573K で加熱された Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>①試料の Pt が Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> と反応したことが RBS 測定により観測された。そのスペクトル変化を図4に示す。図4には、Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>からのスペクトル、厚さ100nmの Pt 膜が表面に蒸着されたLi<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>からのスペクトル、573Kで加熱された(Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>①)からのスペクトルが示された。これらのスペクトルの解析から、Pt 膜がこの加熱により Pt<sub>3.3</sub>Zr<sub>2.7</sub>O に改質されたことが判明した。また、この Pt の改質は後述のように吸蔵速度を5倍増加させる。

次に、常温で空気水蒸気あるいは低圧の水素に暴露された、Pt 膜が100nmである Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>試料の水素吸収特性の結果を述べる。Pt が Pt<sub>3.3</sub>Zr<sub>2.7</sub>O に改質された試料 (Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>①)からの ERD スペクトルと試料の概念図を図5に示す。図5には、Pt 膜が表面に蒸着されたLi<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>からのスペクトル、残留水素を加熱除去後のスペクトル、40日間と140日間暴露された後のERD スペクトルが示されている[10]。図5の573K・10分間加熱された試料 (Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>①)からのスペクトル(o)から、残留水素がほぼ完全に除去されているのが分かる。また、40日間の空気暴露後のスペクトル(x)が平らになっていることから、

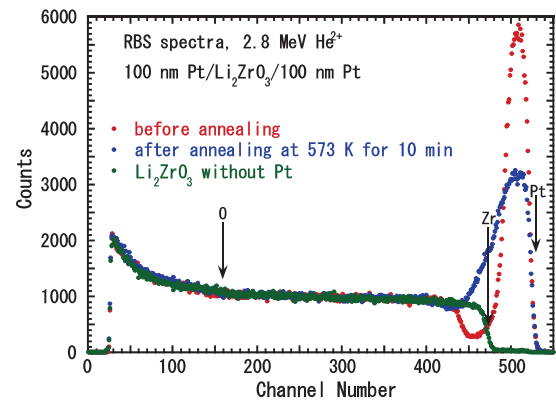


図4 573Kまで加熱されたPt膜厚100nmの試料のRBSスペクトル。スペクトルはPt<sub>3.3</sub>Zr<sub>2.7</sub>Oの形成を示す。

吸収水素の濃度がLi<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>内に一様に分布していることがわかる。ERD スペクトルを積分することにより得られた、空気および0.1トルの水素に暴露されたPt膜厚が100nmの2の試料, (Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>①)と(Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>②)の吸蔵曲線、とPt膜厚が1nmと10nmの試料の空気暴露による吸蔵曲線が図6に並べて示されている。

図6の水素吸蔵曲線において、水素暴露が短い時間に限られたのは、長期にわたる水素分圧の制御が困難であることによる。図6のデータから4つの試料の水素吸収特性はほぼ同じであり、暴露時間の増加と共に増加し、その後飽和しているのが分かる。図5のERD スペクトルから、飽和水素濃度はLi<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>単位格子当たり(1/2)Hであると見積られた。この値は0.82x10<sup>21</sup>H/cm<sup>3</sup>に相当し、Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>飽和貯蔵容量は0.15Nliter/cm<sup>3</sup>であると推定される。しかしながら、ERD法の分析深さの最大値は約1μmであるので、それより深い部分の水素吸蔵を調べるため、化学天秤を用いる重量測定によりPt膜厚が1nmと10nmの試料の水素吸蔵特性が測定された。残留水素を150°Cで除去して、2400時間まで暴露した吸蔵データとこれらの試料の500°Cで加熱後の吸蔵データを図7に示す。

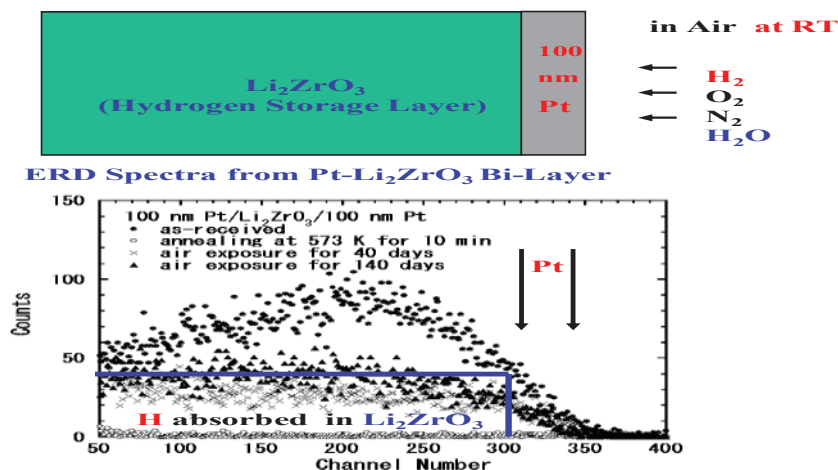


図5 常温空気暴露された100nmPt膜がPt<sub>3.3</sub>Zr<sub>2.7</sub>Oに改質された試料からのERDスペクトルと試料の概念図

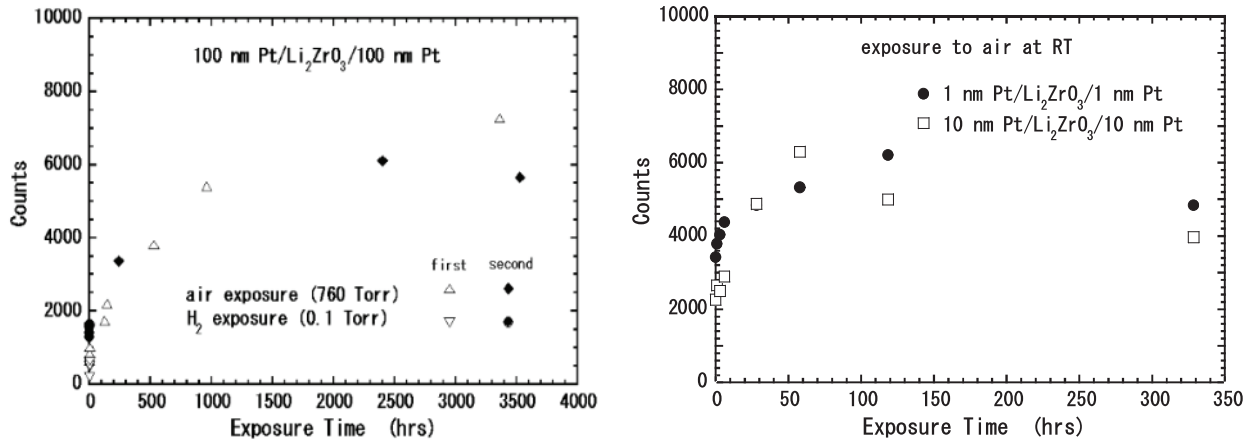


図6 常温空気と低圧水素に暴露されたPt膜が100nmの試料の水素吸蔵特性：firstは573Kでの加熱によりPt膜が改質された試料、secondは423Kまでの加熱のためPt膜が改質されていない試料。

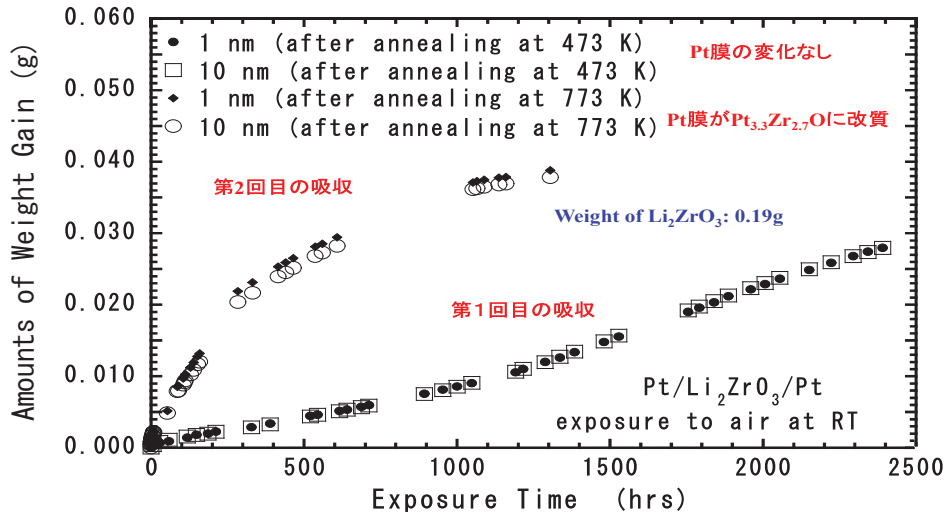


図7 重量測定により得られたPt膜厚が1nmと10nmの試料の水素吸収特性

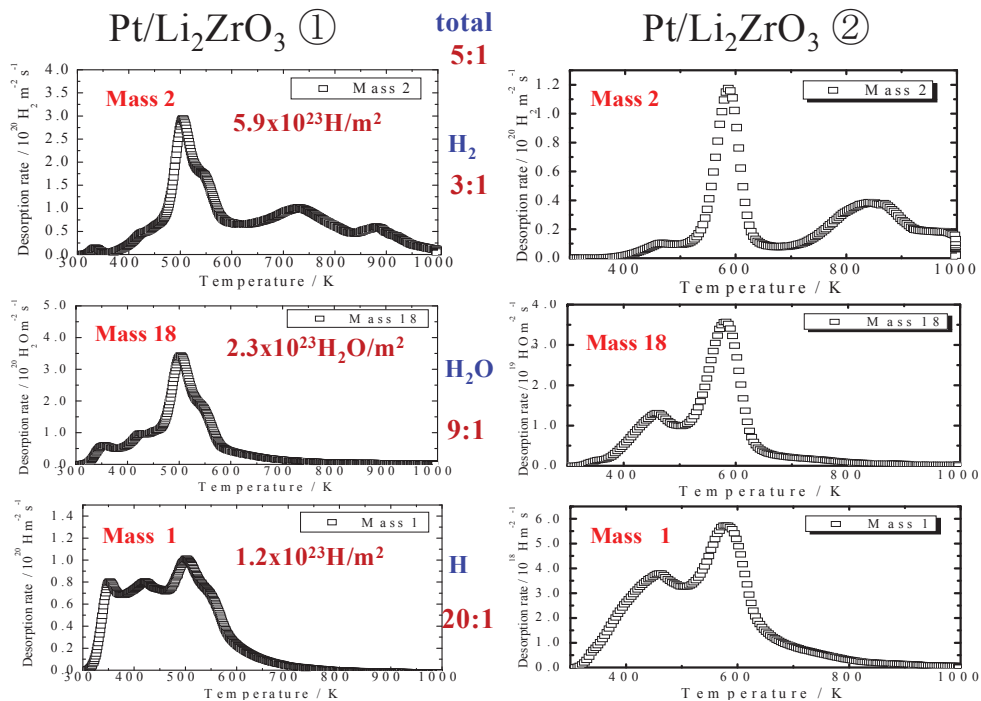


図8 常温で4,000時間空気暴露されたPt膜厚が100nmの2試料の加熱脱離分析による放出ガス種の質量スペクトル。



図6からPt膜厚が1nmの試料における水素吸収速度は、暴露時間の短い150時間までは、Pt膜厚が10nmの試料より小さいこと、およびその後のPt膜厚が1nmと10nmの二つの試料の水素吸収量は、共に1200時間まで暴露時間に比例して増加し、その後、勾配すなわち吸収速度が大きくなり、再び直線的に増加していることが分かる。暴露時間が約1200時間における水素吸収速度の増加は、長時間にわたる暴露における暴露環境の変化で説明される。暴露の開始が5月のはじめであり、1200時間の経過時は6月中旬で、2400時間が7月下旬あることを考えると、気温(空気)の上昇と湿度(水蒸気量)の増加によると想定できる。このことは、暴露環境を変えることにより、水素の吸蔵速度を大きくできることを示している。また、500°Cで加熱された試料の吸蔵曲線の勾配(吸蔵速度)が大きく増加し、ほぼ飽和しているのがわかる。この勾配の増加量は約5倍と見積られる。この増加は500°Cの加熱により、(Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>①)試料と同様に、Pt膜がPt<sub>3.3</sub>Zr<sub>2.7</sub>Oに改質されたことによると断定される。

他方、ERD分析により測定された水素の吸収曲線から、水素の吸収量は100時間後、図6に示されたPt膜厚が100nmの試料と同じ濃度で、ほぼ飽和に達することが観測された。図7の重量測定による吸収曲線と図6のERD測定による吸収曲線の相違は、水素吸収機構を反映していると考えられる。Pt膜/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>/Pt膜のサンドイッチ試料の水素吸蔵過程は、Pt膜あるいはPt<sub>3.3</sub>Zr<sub>2.7</sub>O膜表面におけるH<sub>2</sub>O分子の分解による水素の吸収、膜内の水素の拡散、膜からLi<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>への水素のさらなる拡散によると考えられる。ERDスペクトルにおける吸蔵水素の濃度分布が平坦であったことから、Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>における水素の拡散係数は膜内のそれに比べきわめて大きいことが結論される。他方、重量法による水素吸収量が、一定の過渡時間後、暴露時間に対して直線的に増加している。この事実は、この過渡時間内に膜内の水素量が定常値に達し、その後、表面におけるH<sub>2</sub>O分子の分解が水素吸収過程の律速になることを示している。このモデルに従い、3,500時間の暴露で水素吸収量が飽和貯蔵容量の0.82x10<sup>21</sup>H/cm<sup>3</sup>に達するとすると、厚さ1mmの(Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>①)試料表面における水素吸収速度は2.8x10<sup>13</sup>H/cm<sup>2</sup>・sと計算される。この値は前述の水素注入3価元素添加酸化物セラミックス触媒BaCe<sub>0.9</sub>Y<sub>0.1</sub>O<sub>3-a</sub>の水素吸収速度9x10<sup>13</sup>H/cm<sup>2</sup>/s[11]の約1/3である。

図8は、常温で3,500時間の空気暴露により水素が吸蔵されたPt膜厚が100nmの二つの試料(Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>①)、(Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>②)のTDSスペクトルの結果である。図8には、Mass1(H), Mass2(H<sub>2</sub>), Mass18(H<sub>2</sub>O)のスペクトルとそれぞれの放出量が示されている。図8から主要ピーク

の出現は600Kで終了しているのが分かる。TDSスペクトルのガス放出温度が、一般に、等時焼鈍におけるガス放出温度より高いことを考慮すると、この結果は図2の実験結果とよく対応していると判断される。また、図8からMass2(H<sub>2</sub>)の放出量がMass18(H<sub>2</sub>O)のそれより大きいことも分かる。図8のスペクトル中に示された放出水素量の総和は(Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>①), (Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>②)に対してそれぞれ、1.2x10<sup>21</sup>H/cm<sup>3</sup>, 2.4x10<sup>20</sup>H/cm<sup>3</sup>と見積られる。2つの試料からの放出量の差は、つまり水素の吸蔵量の差であり、(Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>①)が5倍大きいことはその表面のPtが加熱によりPt<sub>3.3</sub>Zr<sub>2.7</sub>Oに改質されたことによると判断される。この結果は、図7の重量測定による加熱後の再吸蔵の実験データとよく対応している。更に、水素の放出総量1.2x10<sup>21</sup>H/cm<sup>3</sup>は、ERD法による吸収曲線から予測された飽和水素貯蔵容量0.82x10<sup>21</sup>H/cm<sup>3</sup>の約1.5倍である。TDS分析によるMass2のスペクトルには、600Kより高温のスペクトルが含まれていること、また、加熱により試料以外の部分からガス放出が生じる可能性を考慮すると、両者はよく対応していると結論される。

Pt/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>/Pt水素貯蔵材の重量貯蔵容量は、図7、8の結果から5.1wt%と見積られる。その60%がH<sub>2</sub>ガスとして利用でき、同時に放出されるH<sub>2</sub>Oは、水素のボンベに充填する過程で容易に除去できると予測される。

#### 4. 金属・酸化物二層複合材の水素製造システム

これまで述べてきたように、Pt膜/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>/Pt膜のサンドイッチ試料は、常温空気水蒸気から水素を吸収貯蔵し、且つその水素の60%を100°C・10分間の加熱でH<sub>2</sub>として放出する、一つの水素製造材料である。このことは、図1の水素製造システムの概念図を基に考えると、図9に示すように、金属・酸化物二層水素吸収・貯蔵材料が水素生成・放出部の水分解・水素放出酸化物セラミック

##### 環境調和型水素製造・貯蔵一体化システム

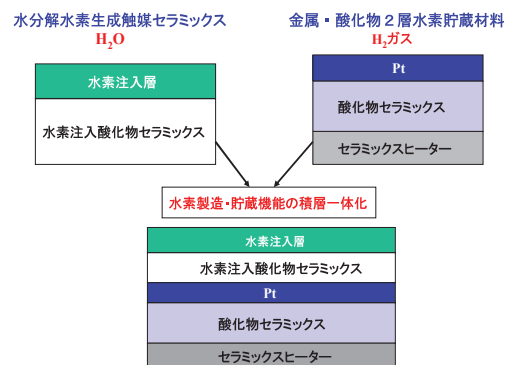


図9 環境調和型水素生成触媒と二層水素吸収貯蔵材を積層した複合体

スとその下流の放出水素の分離・回収・貯蔵部の金属・酸化物二層水素貯蔵材を積層したものであり、水素製造システムが水蒸気から水素を吸収する触媒材料と水素貯蔵材量との単一の積層材料に置き代ったこと示している。

## 5. まとめ

Pt-Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> 二層複合水素貯蔵材料の水素の吸蔵・放出特性がイオンビーム分析、重量測定および加熱脱離質量分析により調べられた。Pt 膜/Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> 材/Pt 膜のサンドイッチ試料は常温空気暴露により水素を吸収し、その後 100°C・10 分間の加熱で、その約 80%を放出することが観測された。また、この試料の水素貯蔵容量は Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub>1cm<sup>3</sup>当たり 0.15Nliter であり、300°C 以上の加熱により Pt 膜が Pt<sub>3</sub>Zr<sub>2</sub>O 膜に改質された試料の水素貯蔵速度が 5 倍大きいことが判明した。この二層複合水素貯蔵材料の実用化のためには、吸収・放出の繰り返しによる触媒寿命の測定がキーであると判断される。また、実用化におけるコストの観点からは、Pt<sub>3</sub>Zr<sub>2</sub>O 膜に代わる新たな水分解・水素吸収膜の開発、および Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> 材に代わる新たな水素貯蔵材の開発が望まれる。

## 謝辞

本研究は、平成 20 年度 JST イノベーションプラザ・東海の「シーズ発掘試験研究」の委託により実施された。また、本研究における水素のイオンビーム分析は、東北大学金属材料研究所・付属金属ガラス総合研究センターの共同利用・共同研究により実施された。更に、水素の吸蔵・貯蔵された二層複合材から加熱放出されるガス種の TDS 分析は、静岡大学理学部放射化学研究施設の奥野健二教授、大矢恭久准教授の研究グループとの共同研究により実施された。第 1 著者は、本研究の遂行にあたり、名城大学学術研究支援センターに多大の支援を受けた。

本研究課題の常温空気水蒸気分解水素生成触媒は、平成 16 年度中部科学技術センターの新産業創生研究会「環境調和型水素生成原理 E」において、また金属・酸化物二層複合水素吸蔵・貯蔵材料は平成 18・19 年度愛知県科学技術交流財団「環境調和型水素生成原理の実用化研究会」で討論された。これらの研究会を受けて、引き続き、本研究課題は平成 21・22 年度愛知県科学技術交流財団「環境調和型水素製造における生成と吸蔵貯蔵の一体化研究会」で討論されている。更に、常温空気水蒸気分解水素生成触媒の研究は、NEDO の平成 17・18 年度産業技術研究助成事業の研究助成及び平成 18 年度 JST 東海プラザのシーズ可能性試験研究(FS 研究)の委託により実施された。

## 参考文献

- 1) K. Morita, H. Suzuki and K. Soda: Nucl. Instru. Meth. B206 (2003) 228-232.
- 2) E. Iizuka, T. Horikawa, B. Tsuchiya, K. Soda, K. Morita and H. Iwahara: Jpn. J. Appl. Phys. 40 (2001) 3343-3348.
- 3) K. Morita et al: Nucl. Mater. 307-311 (2002) 1461-1465.
- 4) K. Morita, B. Tsuchiya, S. Nagata and K. Katahira: Surface and Interface Analysis 38 (2006) 1573-1577.
- 5) K. Morita, B. Tsuchiya, S. Nagata, K. Katahira, M. Yoshino, J. Yuraha, Y. Arita, T. Ishijima and H. Sugai: Nucl. Instru. Meth. B258 (2007) 282-286.
- 6) K. Morita et al: Solid State Ionics, Special Issues, 179 (2008) 793-796.
- 7) K. Honda and A. Fujishima: Nature 238 (1972) 37; J. Yoshimura, Y. Ebina, J. Kondo and K. Domen: J. Phys. Chem. 97 (1993) 1970.
- 8) 森田健治、坂えり子、土屋文、片平幸司: 名城大学総合研究所総合学術研究論文集第 6 号 (2007) 71
- 9) 森田健治、土屋文、片平幸司、吉野正人、柚原淳司、有田裕二、石島達夫、菅井秀郎: 燃料電池 7. No.2 (2008) 123-127
- 10) K. Morita, B. Tsuchiya and S. Nagata: Solid State Ionics, Special Issues; Proc. of SSI-17 (2010), to be published.
- 11) K. Morita, B. Tsuchiya, Y. Yamaguchi, T. Ishijima and S. Sugai: Solid State Ionics, Special Issues (2010), Proc. of SSI-17, to be published..

(原稿受理日 平成 21 年 9 月 18 日)

### 名城大学の第 1 著者森田健治氏の紹介:

研究分野: イオンビームを用いたエネルギー材料の研究  
 1962 年 3 月大阪大学工学部電気工学科卒業  
 1964 年 3 月大阪大学大学院修士課程原子核工学専攻修了  
 1967 年 3 月大阪大学大学院博士課程原子核工学専攻満了  
 1970 年 3 月工学博士  
 1967 年 4 月名古屋大学工学部原子核工学科助手  
 1971 年 3 月名古屋大学工学部原子核工学科講師  
 1972 年 3 月~1974 年 3 月、ミュンヘン大学客員研究員  
 1975 年 4 月名古屋大学工学部原子核工学科助教授  
 1986 年 4 月名古屋大学工学部結晶材料工学専攻教授  
 2001 年 4 月名古屋大学大学院原子核工学専攻教授  
 2003 年 3 月名古屋大学を定年退官(名誉教授)  
 2003 年 4 月名城大学理工学部情報科学科教授  
 2004 年 4 月名城大学理工学部教養教育教授  
 理工学研究科材料機能工学専攻担当  
 2010 年 3 月名城大学を定年退職(予定)

(原稿受理日 平成 21 年 9 月 18 日)

**招待論文**  
**(教育関連)**

# 私の授業法と教育システムの改善

山ノ井基臣<sup>1)</sup>

A way and Improvement of Teaching

Motoomi Yamanoi<sup>1)</sup>

## Abstract

**The electrical and electronic phenomena are invisible and the theories are difficult to understand for students. It is required, therefore, to proceed with the improvements of teaching skill and education system by introducing various effective devices. In this article, I shall present my experiences toward these improvements. It is hoped that these devices give students the interests and motivation to understand lectures on the electrical and electronic engineering.**

### 1. はじめに

教育の原点は、学習意欲をもつ学生と独創性ゆたかな教師との対話にある。そして本質的になくしてはならないものは、互いの信頼であろう。このことに関連して私の胸に深く刻まれている思い出を紹介させて頂く。

まず第一は、私の研究テーマの一つである生物の適応制御に関して生物物理の観点からいろいろと教えを受けている共同研究者であり恩師の大沢文夫先生の話。研究打ち合わせの合間に、教育問題の話になり、「昔、期末試験では理解度をみるため受講者1人一人に面接を行い、理解できるまで面接を繰り返した」という話を聞いたことがある。学生によって授業中興味を持つ箇所が違ってくるから、特によく勉強した箇所も異なる。受講によってどれ程成長したかは面接で話を聞けば一目瞭然。しかし、先生と学生間の信頼関係がなくては、このような1人あたり1時間もかけて面接はできないと思った。学生達の多様な努力結果を、学生との面接で大いにエンジョイされていたのかもしれない。

次いで第2は私が三十台の頃バークレイでの体験。「カリフォルニア大学バークレイ校で、10日ばかり暮らしたことがある。夏休み中で他校からの学生のために夏季ゼミが行われていたので私はもぐりで聴講した。物理の授業であったと思う。どのようなきっかけで、そうなったのか覚えていないが、ある学生が $1=3$ を証明すると

いって100名位のみんなの前で黒板で説明を始めた。まず両辺から2をひいて、つぎに両辺を2乗すると左右両辺とも等しくなるから、従って $1=3$ も成立すると、すました顔で説明を終えた。私の印象に残っているのは、実はそれに対する教師の態度であった。日本ではまずそのような勇敢な学生はいないだろうし、もしいても教師はしかりつけるか、冷たくあしらうだけであろう。ところが、その教師は、ていねいに、どこが間違っているのか説明したのであった。学生と教師が黒板の前で討論？しあっている、そのほほえましい光景に感心したものだ。今、思い出すには、アメリカの教師は学生をencourageするチャンスを待っているようにみうけられる。学生が積極的に参加しうる講義法。学生が夢中に聴き入り、そして活発なやりとりがなされる講義室。そんな光景がわが名城大学に実現できるか否かは、半分は我々の名城大学に合った講義法の開発にかかっている。これは昔、名城大学教職員組合が「教育を考える」というテーマでシリーズを発行し、それに投稿した文章の一部分である。そしてこれに続いて、喜多村和之氏の「バークレイだより」<sup>1)</sup>を紹介している。以下に氏の論文の一部分を紹介させていただく。

「・・・漫然と準備もなしに講義をきいても、内容はわからないし、教授の方も、講義は学生をそのテーマにひき入れる導入部分として話すか、重要な部分のエッセンスを話すというやり方をする。従って授業をさぼったり、居眠りしたりすると、たちまちわからなくなり、ドロツ

1) 電気電子工学科

1)Department of Electrical and Electronic Engineering



プ・アウトのおそれがある。・・・アメリカの学生は実によく発言をする。講義の途中でもさっと手を上げて質問する。教授の方も、けっして質問を抑止するようなことはせず、たえず “any questions or comments?” と学生にきく。学生の単純ではずれな質問でも、けっして無視したり馬鹿にしたりはしない。つまりアメリカでは、学生はお客様であり、彼らの質問はつねに尊重されねばならず、同時にこの質疑を中心とした討論こそ、大学教育の本質だと考えられているのだ。したがって、講義は学生に質問意欲をかきたて、討論をうながす刺激剤のようなものである。まさに学問とはたんに知識の授受ではなくて、問うこと、いかに考え、論理を発展させるか、というところにある、というわけである。・・・」

このような諸体験が、私が学生に教えるにあたって、原点として太い根っこを張っている。以下、私が行ってきた授業法とその改善、そして教育システムの改善にむけての努力について述べて行こう。

## 2. 私の授業法

### 前から詰める

セメスターの始め第1回目、教室に入ると学生達は後ろに固まっている。この集団をまず前列から並び替えるのが恒例である。こうすることで、授業への積極姿勢ができることを説明し、今後も前列から詰める様言うが、その後も毎回授業は、まず前列から詰めることから私の授業は始まる。こうすることで、私語も無くなり、教室全体が授業に集中できる体勢となる。

### 導入

授業において新しい主要テーマが始まる時は、なぜこれが必要か具体例を用いて教室全体で考える。

### 電気磁気学：

例えば静電コンデンサーについての学習が始まる時、まず、コンデンサーが身の周りの機器でどのように使われているかを学生に問い、考えさせる。そして10名位の学生をあて、1人一個黒板に書かせて、その理由についてプレゼンテーションさせる。その後、コンデンサーが電荷を蓄えることは、ライデン瓶で偶然発見されたという技術史を紹介しながら、電気を蓄える原理を述べ、その原理が、情報の記憶（パソコンのUSBメモリーステイック）、エネルギー貯蔵（電気自動車のバッテリー）、電気回路における積分演算作用（フィルター）など、現在のハイテクにおいて重要な働きをしていることを解説する。

### 制御工学：

例えば、フィードバック制御について学習が始まる時、まず蒸気エンジンを一定速度で回転させるための制御技術として発明されたその歴史を述べる。次いで、電磁気学のマクスウェルが電気抵抗の精密測定を行う為、コイルを正確に定速度で回転させる必要が生じ、自身で回転速度制御装置（ガバナー）を開発・製作したこと、さらに、その動作の安定性を調べるため、制御理論を創始したことを紹介する。その後、アメリカ大陸横断電話回線の通信技術におけるフィードバック増幅器開発が制御技術を大幅に進歩させたことなど、この分野のロマンに満ちた開発史を紹介し、今後何が必要とされ、その為には何を学ばねばならないかを学生全員で考え、問題意識を教室全体のものとする。

この時、教師がすぐに答えを述べるのではなく、学生の目線で、例えばフィードバック制御技術の必要性を考えさせる。そして学生をあて、黒板に書かせ、その理由をプレゼンテーションさせる。

このようにして、これから学習して行く内容を自分の問題として把握し、教室全体の問題意識へと導く。これにより学習動機が高まり、授業に望む態度、目的意識づけがしっかりする。プレゼンテーションは、将来社会に出てからも非常に重要な能力となることを十分に理解させる。学生のプレゼンテーションに対して私が補強の説明をすることで授業の中に自然と入っていくことも度々ある。このようにして授業への参加の改善が見られる<sup>2)</sup>。

### プレゼンテーションと双方向授業

教員の一方的授業では学生は受動的に聞いてノートを取るだけであり、これでは注意力を持続できない。また、制御工学や電気磁気学では、聞いてノートをとるだけでは問題を解決できる計算力がつかない。これらの解決法として、プレゼンテーションを導入した双方向授業を実施している。

実施法：授業中に解説を行っている事項に関して、一部分を問題として学生側に解かさせる。しばらく教室内を巡回し、解答ができた、あるいは、もう少しで出来そうな学生（通常3、4名）に黒板で解かさせる。次いでその説明を行わせ、学生からの質問にも答えてもらう。みんなで考えさせ、私が最後に付け加える。

この授業法の成果：私語をする学生がなく、全員授業に集中している。学生間の討論を引き出し、理解を促進している。発表力が強化している。

### 3. 授業法の改善

#### [a] 講義デモ実験、デモ実験画像

授業内容に即したデモ実験をできるだけ授業中にみせたいと思っている。制御工学で現代制御理論・安定化の説明において、倒立振り子（倒立2輪車）の実演を行ったが学生にとっては初めて見ることなのでとても喜んでいて、簡単な実験でも、こまめに数多く提示することで、授業内容をより身近に実感してもらえらる。

電気磁気学のデモ実験に際して、装置はあるが講義室への移動が大変、などの理由で講義デモ実験が出来ない場合、DVD 画像により実験をみせ、それを基に授業説明を行う。

#### [b] ビデオレポート

電気磁気学や制御工学など抽象性の高い学問では、初学者に対する教育においては、物や現象を見せての説明はぜひ必要である。授業では主に基礎事項の学習と解説に当てられる。しかし、基礎的事項のみでは興味が湧かない。また、多様な側面（歴史性、社会性、他分野との関連性、等）を認識させることはできない。それらを補強し、視野を広げるため、ビデオ教材を用いる。利用形態：下記ビデオを見させ、内容の要旨、感想をA4一枚にまとめレポート提出させる。基礎的な物理・工学・歴史に関するビデオ（イギリス Open University 教材）、最先端研究に関する学術プロジェクト成果報告のビデオ（科学技術振興機構からの贈呈）、電気電子情報に関する解説と応用例紹介のビデオ（日立製作所からの贈呈、日立サイエンスシリーズ）。

ビデオを観て、内容を把握し、それを自分の文章で手書きさせて、毎週ビデオレポートを提出させている。学生の評価は、このビデオを見て初めて良くわかったと感想を述べる学生が多くいる。

#### [c] シミュレーション教育

制御工学では、会社の開発現場においても多用されているソフトウェア Matlab/Simulink を用いて、シミュレーションによる実感教育に重点をおいている。簡単な制御システムに対して設計したコントローラの動作をシミュレーションで確認させる。数多く練習することで、やっと最近、制御やシミュレーションが分かるようになってきたという学生が多くいる。

#### [d] 外部講師による特別講義

制御工学の授業はとすれば数式の多い抽象的な授業内容になりがちであるが、これが自動車などの制御におい

てなくてはならない重要な技術であることを、多くの実例をもとに、本学出身のアイシン精機（株）解析・制御技術部の加藤浩明氏に、講演して頂いている。最近4年間連続して1セメスター1コマで実施してきた。毎回授業感想を書かせているが、ほとんど全ての学生は授業の重要性に目覚め、勉強意欲が高まったと非常に喜んでいて、とくに開発現場の生き生きした空気と共に、先輩からのアドバイスを交えて、先輩から直接、制御工学を駆使した自動車開発の話しを聞くことは学生に大きなインパクトを与え、実感教育の促進、および学生達の勉強意欲の向上に大いに役立っている。

### 4. 教育システムの改善

パークレイに滞在中、物理学科の講義室を訪問した。そこは大講義室で、ステージで講義をしながら、講義デモ実験が出来る。ステージの階下には工作室・器具保管室があり、実験器具を製作し、授業をサポートする専任スタッフが3名いた。

名城大学においても、授業内容の現象をその場で学生に提示したいと強く思うようになった。これにより、実感的理解が促進されるからである。

また、好きな時に好きなだけ、計算、実験、シミュレーションを自主的に総合的に行うことができる学習工房（マイラボと自分では称していた）を提供できないかという夢を随分前から持っていた。

学生実験においては少人数化を行い、一人一人が自主的に実験に携われるよう、実験セット当たりの学生数をもっと少なくしたい。その他にも教育システム（設備等）を改善すべきことは沢山あった。これらを実現するためには、自らお金を稼がなければならないことに気付いた。そこで申請書類の作成へと腰を上げたのであった。

第一期（平成15～17年度、8,100千円x3）

高等教育研究改革推進経費、研究課題「物作りによる電気電子工学科カリキュラムの高度化と実感教育」で申請書類を提出してみることにした。語数制限つきの短い文章の中に、アピールするアイデアを明確に表現するために、多くの時間をかけ推敲を重ねた。幸いにも、平成15～17年度、助成額：8,100千円x3の事業が認可になった。

計画書に従い電気電子工学科は、実感教育とカリキュラム高度化をめざして改善事業の推進に当たった。主たる目標点は、（1）電気磁気現象に慣れ親しみ授業に興味を持たせる、（2）電気電子工学の授業科目を、物作り、ならびに製作物の動作メカニズム等と関連つけることに

より、実感的にしっかりと理解し、応用力を高める、(3) これら個別の授業科目の知識を統合して、新しい未知の問題に立ち向かえるデザイン能力を涵養する、(4) チャレンジ精神や創造性を育てる、などである。

#### 本事業の成果.

実験・測定機器を大量に取り揃え、学生実験1, 2, 3および電気電子ゼミナール実験の少人数化整備を行った。1セット当たりの学生数が少なくなった為、学生一人一人が自分の頭で考えて自主的に設計・製作・実験ができる教育環境へと大きく前進した。

授業中における製作・実習は、物作りと授業内容が最も強くリンクでき、理想的な授業形態である。この方式の授業では学生一人一人に製作セットを供給する必要がある、本事業経費が有効に使用できた。また、理工学概論における実験工房の実施、学科配属後ゼミナールにおける学生個々の電気工作など、電気電子工学の諸現象に触れる機会は大幅に増加した。これらの成果を論文にまとめた<sup>3,4)</sup>。

#### 第二期(平成19年から21年度, 9,070千円x3)

3年後、第一期目の事業は終了したが、まだやらねばならないことが沢山残っていたので、再び、課題名「理論の実感的理解を促進させるための教育システム改善」で、教育・学習方法等改善支援に申請書を提出することにした。前回事業の成果を更に発展させるアイデアを、語数制限された文章で明瞭に表現するため、多くの時間をかけ推敲を重ねた。幸いにも再び、平成19年から21年度までの3年間、9,070千円x3の助成額で認可になった。

計画書に従い電気電子工学科は改善事業の推進に当たった。主たる目標点は、(1) 授業内容の実感的理解を促進するため、授業中にデモ実験、シミュレーションおよび製作実習的要素を取り入れた授業法の改善、(2) 学生自らが自主的に活動を行って、物を作る喜びを味わい学問を楽しむ。そのような自主活動の場(マイラボ)を低学年の学生に与える、などである。

#### 本事業の成果.

講義デモ実験装置の購入整備が行われた。今後、講義デモを行える広い教卓があり、実験装置を収納する場所を持つ講義室が望まれる。

授業中に各学生が、電子回路の製作および動作確認を行いながら(電子回路)、あるいは制御系シミュレーションを行いながら(制御工学)、授業を受けられる実感型授業形態が実施されている。これらの授業では個々の学生

に緊張感を与え、意欲も高まり、学生達は大いにエンジョイしている。

マイラボは現在、電気電子ゼミナール2の授業科目において、学生を各研究室に配属させて後半9コマ(9週)連続で設計・製作・実験を行う形式により実施されている。今後更に改良を加えることにより、自主活動を通じて電気電子現象に親しみながら、デザイン能力やチャレンジ精神を育てるマイラボへと進化させたい。

## 5. 終わりに

名城大学の学生の現状に合った授業法改善として私が行った主な工夫は、

(1) 具体例、応用例を用いて、学生の目線で重要概念の導入を行う、

(2) 授業説明も、具体例、応用例を多く使い、内容を実感させることで理解度を上げる、

(3) 学生に考えさせ、プレゼンテーションをさせ、教室全体で共通の問題意識を育み、それを基に授業を進める、などである。

これら教員一人一人の授業法改善に加えて、近年は、教育システムに対して、教育環境などの改善が要求されている。学生実験の少人数化を計り、個々の学生が自分の問題として自主性を持って実験に取り組める環境を提供することは実感教育にとって重要な課題である。

個々の学生が自分の好きな時に好きなだけ計算、実験、シミュレーションなどの総合学習に取り組むことのできる、自分の学習工房(マイラボ)が整備され、意欲的な学生達がそれをフルに活用して自主学習を楽しんでいる、そんな活気あふれる風景が近い将来実現されることを願いつつ、実現に向けて日々着実に一歩を進めて行きたい。

### 謝辞

学生実験や理工学概論における実験グループの少人数化、授業中における実感教育の推進、マイラボの導入など、電気電子工学科は教育システム改善に向けて弛まぬ努力を行ってきた。このような教室で共に励むことができたことに感謝している次第である。

### 参考文献

- 1) 喜多村和之: パークレイだより(2), 現代の高等教育, No 261, 1985.
- 2) 制御工学における授業法の改善—学生が考えることを楽しめる授業法を目指して—: 名城大学教育年報, 第2号, pp.1~11, 2008.
- 3) 山ノ井基臣 他: 物作りによる電気・電子系学科カ

リキュラムの高度化と実感教育, 工学教育, pp.54  
~60, vol.53 no.5, 2005.

4)山ノ井基臣, 辰野恭市: 実感教育 (電気電子工学科の  
事例), 理工学部80周年記念誌, pp.36~37, 2006.

(原稿受理日 平成21年9月18日)



# 実感教育とその成果

村上好生<sup>1)</sup>

Education of Engineering Sense and the Results

Yoshio MURAKAMI<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

ものづくり教育の必要性が叫ばれて久しいが、これに呼応する教育をカリキュラムに組み込み、授業を実行している例は多くはない。これに関して交通科学科では平成5年度のカリキュラム(当時は交通機械学科)変更において、実感教育科目を新設し、低学年から実際の物に触れさせ、加工し、組み立て、動かすテーマを実行してきた。今までの実習のイメージを一変させる内容にする検討を行った。特に実技を伴う授業科目名として「ハンドエンジニアリング(国内で初めて用いられて名)」を設けた。1年次前期でハンドエンジニアリングⅠ、後期でハンドエンジニアリングⅡを開講した。

ものづくりに関するこのような実体験型の教育では、学生達の積極性を育む事ができている。その例として「省エネカー」をテーマとしたものづくり教育では1リットルのガソリン換算で2000km以上の走行実績を達成している。

## 2. ハンドエンジニアリングⅠ

交通科学科に入学した学生諸君の多くは自動車、オートバイ、航空機など、いわゆる交通機械に興味を持っているが、高等学校においては交通機械など機能品「物(もの)」に触れるチャンスが与えられなかった。

交通科学科で工学を学ぶ上で、これらの機能品を直接手で触り、その機能を観察するなど、まず身体で実感して「物」に対する興味を湧きたたせている。また、それに盛り込まれている工学的事項を理解し、工学に愛着を持ち、親しみ、楽しみを見い出すことができるハンドエンジニアリングⅠでの教育(実感教育)は、工学的理論を理解する助けになっている。この科目で実施している

テーマは、安全教育、工具・測定器の取り扱いを始め、下記のようなものである。

### 2.1 ドリル研磨と穴加工

金属に穴加工をする代表的な刃物としてのドリルの性質を知り、ドリルの刃を研ぎ、正しい加工を行うことで加工の基本を知る。ドリルを各自で研磨し、ドリルでの穴加工を体験し、加工された穴の精度を実測する。

### 2.2 ねじの締め付け力の測定

物と物とを組み合わせる締結要素(部品)の代表としてねじがあり、ねじを応用した部品の代表としてボルトとナットがある。ねじ部分のねじ山は螺旋状に巻かれており、この螺旋の斜面での性質を知る事によって、ねじの基本性質、応用技術、加工技術、締結力、締付けトルクなどを理解する。

### 2.3 平歯車の性質

動力を伝達する装置や機能部品の代表的としての歯車について、歯形のモジュール、歯先円直径を測定し、歯数とピッチ円直径との関係など、歯車の性質を理解する。

### 2.4 プラネタリギヤ

自動車のオートマティックトランスミッションに用いられている変速装置のプラネタリギヤトレイン(遊星歯車装置)について、差動原理を理解し、1組の装置で6種類の変速比を得ることを理解する。

### 2.5 切り欠き効果

機能部品の一つ一つを見ると、段付き部にはアール(R, 丸み)が付けられている。段付き部に丸みがなければ、そこから材料は破断する「切り欠き効果」についての実験および体験をする。

1) 交通科学科

1) Department of Transportation Engineering

## 2.6 スポット溶接

自動車工場でのボディ製作ラインでは、溶接ロボットがアッセンブリ品の各所を挟み火花を散らして次々にスポット溶接する光景を見ることが出来る。スポット溶接によって薄い鋼板同士の接合する状態を知り、スポット溶接部分の強さを測定することによって、モノコック構造などを理解する。

## 3. ハンドエンジニアリングⅡ

教材は図1に示す模型飛行機用4サイクルグローエンジンである。エンジンは、それ自体が動力を発生する機械であることから、学生達にとっては興味がある。学生達に興味があってもエンジンには難しさがある故に、自分から手を出す学生は皆無であるのが現状であるが、学生自身の手で完成状態まで達成できる可能性への意欲が増すように指導することにより、学生自身でエンジンに取り組めるようにしている。

### 3.1 実施の様子

本科目実施の様子を図2は示している。学生は他人の行動を真似したり、指示待ちで作業をするのではなく、自分で能動的に実行するように指導する。教員は学生の自立を助けるように努め、作業工程の途中で、成果を指導教員に報告して承認を得る箇所を定めており、そこでは教員が直接に学生との対応をする。実技項目としてはエンジンのスケッチから始める。図3はスケッチ作品の例、図4はテクニカルイラストレーションの例である。

### 3.2 実技項目と実感事項

実技項目および実感事項を表1に示した。実技項目での観察、分解、スケッチ、組立、調整、試運転の一連の作業を通じて、見る、触れる、描く、動かす、機能を観察する、分解手順を見出す、分解する、ねじを緩める、部品を外す、部品を観察する、測定する、測定値を得る、値を記録する、計算する、形状を図示する、寸法通りに描画する、機能するように組み立てる、潤滑油を塗布する、動きを確認する、調整する、完成させる、運転する等を実感する。

実技項目を経験して得られる実感事項は、多岐にわたるが、一連の項目を実感し、完成運転に成功すると完成感が得られ、かつ、一つのことをやりとげた満足感や達成感が得られる。これらの体験は、工学問題を解決して物事を進める素養の育成に役立つ。

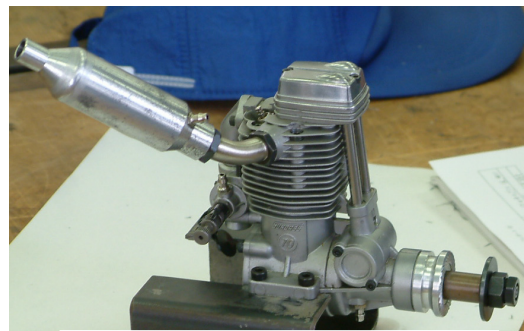


図1 4サイクルグローエンジン



図2 実施の様子

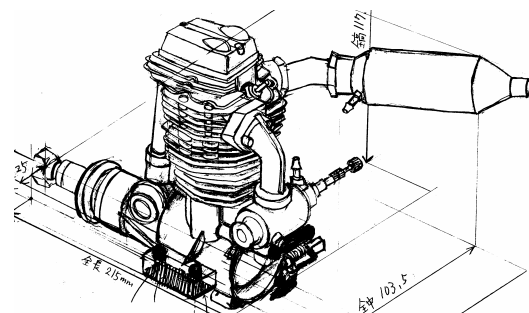


図3 スケッチ作品の例

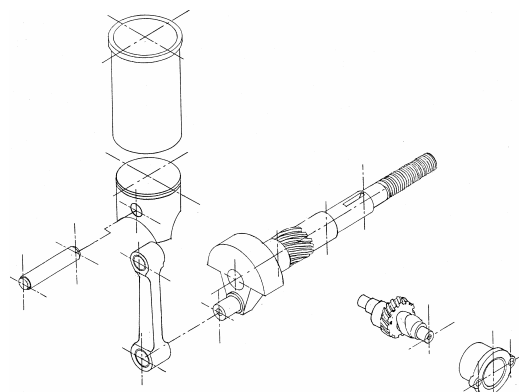


図4 テクニカルイラストレーションの例

表 1 実技項目と実感事項

実技項目	実感事項
工具類の貸与	数量確認. 管理責任, 持ち出し責任, 収納責任.
外観スケッチ	全体観察. 作動確認.
プロペラシャフト手動回転	ねじ回転方向確認. 回転中の回転力変化観察・確認・考察.
ボルト等外し	回転方向・力の確認. 呼び径・長さ測定・記録.
キャブレタ外し	アッセンブリ状態の確認.
排気管外し	二重ナット構造確認.
プラグ外し	無圧縮状態での手動回転力の考察.
ヘッドカバー・リヤカバー外し	バルブ作動・開閉時期とクランク機構の関係観察.
バルブクリアランスの確認	クリアランスの有無の体感. バルブ開閉作動観察.
ピストンの TDC (上死点) 確認	確認方法の考察. TDC マークの必要性の考察.
バルブタイミング測定	円分度板の取付・開閉タイミング(開閉瞬間)の体感.
バルブタイミング図描画	TDC・BDC 基準でのバルブ開閉時期の実測値表示.
燃焼室外し	ヘッドボルト締付力の体感.
ストローク測定	ノギスでのデプス測定.
ストローク線図描画	ピストン位置・クランク回転角度の表示方法の習得.
シリンダライナ外し	シリンダライナ・ブロック間のはめあい状態確認・体感.
コンロッド, ピストン外し	クランクメカニズム構成要素の実物の動作観察.
コンロッド長	2 穴の中心間距離測定体験.
カムシャフト外し	歯車駆動機構観察. タイミングマーク観察.
クランクシャフト外し, 測定	クランクアーム長・ストローク値確認.
シリンダ内径測定	ノギスによる内径測定体験. 行程容積 (排気量) 計算.
燃焼室容積測定	構成部位図示. 容積測定体験.
圧縮比の計算	実測値での圧縮比計算. 圧縮圧力の理論値計算.
部品スケッチ	部品のスケッチ. 測定・描画体験. 三面図での製図.
テクニカルイラストレーション	スケッチ部品のテクニカルイラストレーション・等測図描画体験.
組み立て工程	潤滑油塗布・組立手法の体験.
締付力の管理	ねじ破損防止・締付状態体感.
可動要素の動き確認	部品組立毎の相互動作確認.
バルブタイミング再測定	エンジン調整体験.
完成運転	完成運転の出力発揮時の達成感・満足感の実感.
貸与品の返納	エンジン, 工具の油分拭取・清掃. 数量確認. 紛失物自己申告. 貸与品格納・返納サイン.
レポート提出	実技項目毎でのレポート提出. 採点後返却. レポートの再構築・再評価体験.

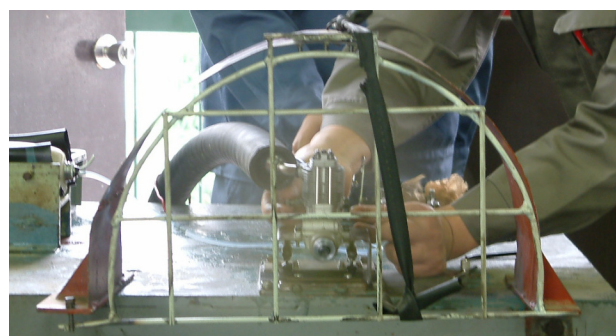


図 5 完成運転

### 3.3 組み立て・完成運転

エンジン組み立てにおいて、部品相互のはめ合い部位等に潤滑油と塗布しながら組み立て、エンジン始動時において初期の焼き付き防止策を指導している。組み立てたエンジンはバルブタイミングを測定し、キャブレタのニードル調整をして、各自の判断で完成確認をする。完成のよし悪しはベンチテストで判明する。完成したことを自分で判断し、完成運転の順番を確保する決断を体感する。運転に際しての準備セッティングを完了して、運転順番を待つ。その時、既運転者の運転状態を見習い、完成運転が順調に進むように努める体験をする。完成運転の様子は図 5 のようにプロペラを実装しての出力運転状態において、エンジン回転がピーク状態を発揮して 8,000rpm~10,000rpm の高速で回った時を運転合格とする。ピーク状態を維持できない運転不合格状態が生じた原因の探求は学生自に体験をさせ、教員は不合格内容の直接指摘は行わない。完成運転に合格した学生は完成感、達成感、満足感を実感している。

### 3.4 教育成果

交通科学科において、実感教育に用いた模型飛行機用エンジンは小形で場所をとらず、学生一人に 1 台を担当させる事ができる。完成運転は 70 台~80 台を行うが、取り付け治具、始動装置などの工夫により全学生のエンジンの運転を可能とした。実技項目は多岐に渡って設定できるので、実感事項を実技工程途中に配置しての実感教育が可能である。平成 5 年度から今日まで、毎年、内容を吟味し工夫を加えながら続けてきた。その成果は「機械系学生の实感教育による観察力と感性の育成」として「特色ある教育研究」に応募したところ、1993 年からの 3 年間に渡り私学振興財団からの補助金を受けた。また、実感教育の取り組みに関する発表<sup>1),2),3),4),5)</sup>を行い、高い評価を受けた<sup>6)</sup>。



#### 4. 省エネカー

学生のものづくり離れが各大学で深刻な問題として採り上げられ始め、およびガソリン価格が2倍になり省エネルギーの必要が叫び始められた時期(平成元年頃)があった。今日までの20年間、理工学部カリキュラムの基礎ゼミナールにおいて毎年10~15名の1年次生を対象に省エネカーレースに参戦する車両(省エネカー)を設計・製作・レース参戦の一連を行い、工学ものづくり実感教育を実践した。基礎ゼミナールから発展したエコノパワークラブでの成績は全国大学中の上位の成績を達成している。

##### 4.1 基礎ゼミナール

学生のものづくり離れを無くすには、学生の興味のある事項に関する「もの」を自作することで愛着を持ち、それを自分で組立て、調整して動かし、性能を確かめ、その「もの」を使って競技(レースやコンペ)に参加することが必要である。省エネカーレースに参戦するためには、レギュレーション(規則)を理解して、それに合致した車両を製作する必要がある。製作に当たっては、工学基礎知識、工学応用能力、デザイン能力、製作実務能力、問題解決能力など、総合的な知識が必要で、多くの時間を費やして目標を達成する。省エネカーを製作するまで、およびレースで結果を出すまでの一連の実行の総てが実感教育実践の成果である。

理工学部での基礎ゼミナールは前・後期を通じて、時間割上に指定された授業駒数に拘束される事なく開講できる特徴がある。筆者は基礎ゼミナールのテーマに「省エネカー」を教材として掲げて学生を募集している。全員新入生(1年次生)であるが入学した年度に開催されるレースには参加することが条件であり、レース場での諸手続きを学生が担当する。図6は学生が製作した省エネカーの例である。

##### 4.2 エコノパワークラブ

学生のものづくりに関する素養を成長させる意欲・熱意を持った学生達は自主的にクラブを発足させた。このクラブの活動は、学内外から高い評価をうけている。

省エネカーの「ものづくり」教育の成果の発表は、レース参加することで立証するが、レースでの記録は、定められたコースを走行した燃費を、1L(リットル)のガソリンで走行した距離(km)に換算して、km/Lで表示される。名城大学チームは、全国の大学チームでのトップクラスであり、多くの優勝経験を持っている。「第25回本田宗一郎杯 Honda エコノパワー燃費競技全国大会」では



図6 セミモノコック完成車両



図7 名城大学優勝



図8 MEGV2004号(2136.6km/L)



図9 Nova号(1954.7km/L)



図10 2008年鈴鹿大会・大学の部優勝



図7のように1454.5km/Lの記録で大学チーム1位を達成し、全国に名城大学の名声を高めた。図8、図9は学生手作りのカーボンファイバー製の車体で、図8は2136.6km/Lの記録達成のMEGV2004号、図9は1954.7km/Lの記録達成のNova号である。図10は2008年6月開催の鈴鹿サーキットでの大会において、雨天の中、大学の部で優勝した名城大学チームのメンバーである。

### 5. 学修自己診断書

交通科学科ではJABEE（日本技術者教育認定機構）の認定を受けた教育プログラムの下で、カリキュラムでの卒業要件、分野別要件としての学習分野毎の学習保証時間、学習・教育目標の達成に必要な授業科目等の各々を満たすように授業科目が指示されている。交通科学科のカリキュラムは選択科目が多いことから、どのように授業科目を履修すればJABEEコース（交通機械プログラム）を修了できるかを判定できる診断書を開発した。

#### 5.1 修了要件

JABEEコース（交通機械プログラム）の修了要件を表2に示した。表中の相互関係を満足する事に加えて、学習・教育目標の達成に必要な授業科目の修得を達成する必要がある。これの達成においては、JABEE必修指定科目に加えて選択必修科目の修得が必要である。

#### 5.2 自己診断書

自己診断書は、教育課程一覧表に基づいて、表3のように部門別（総合基礎部門、専門教育部門）に授業科目を配置し、授業科目に対応して単位数、開講学年等を表示し、履修進捗状況確認表とした。それに加えて、JABEE要件である分野別要件と授業科目毎の学習保証時間（達成時間）を対応させて時間計算するように欄が設けられている。指定された要件に対するの充足・未充足の判定に際しては、要件充足の場合は○印、未充足の場合は×印を表示させた。単位数等の充足とJABEE要件充足との両要件の充足状態を表示する欄を設けている。

#### 5.3 修得科目の入力

修得した科目の登録は、表3の自己診断書を用い、単位を取得した授業科目について、表中のセル番号（以下セルと呼ぶ）J8およびW8に設けた「科目修得・1」欄（この欄のセルを「入力セル」と呼ぶ）の修得授業科目に対応した入力セルに半角数字で「1」を入力する。

#### 5.4 修得要件の充足判定

要件を満たした場合は、○印が自動的に表示される。修得科目数等が不足している場合は、その部門や分野別要件が未充足となり、判定欄に×印が表示され授業科目の更なる修得を促していることになる。

表2 学習保証時間の対応

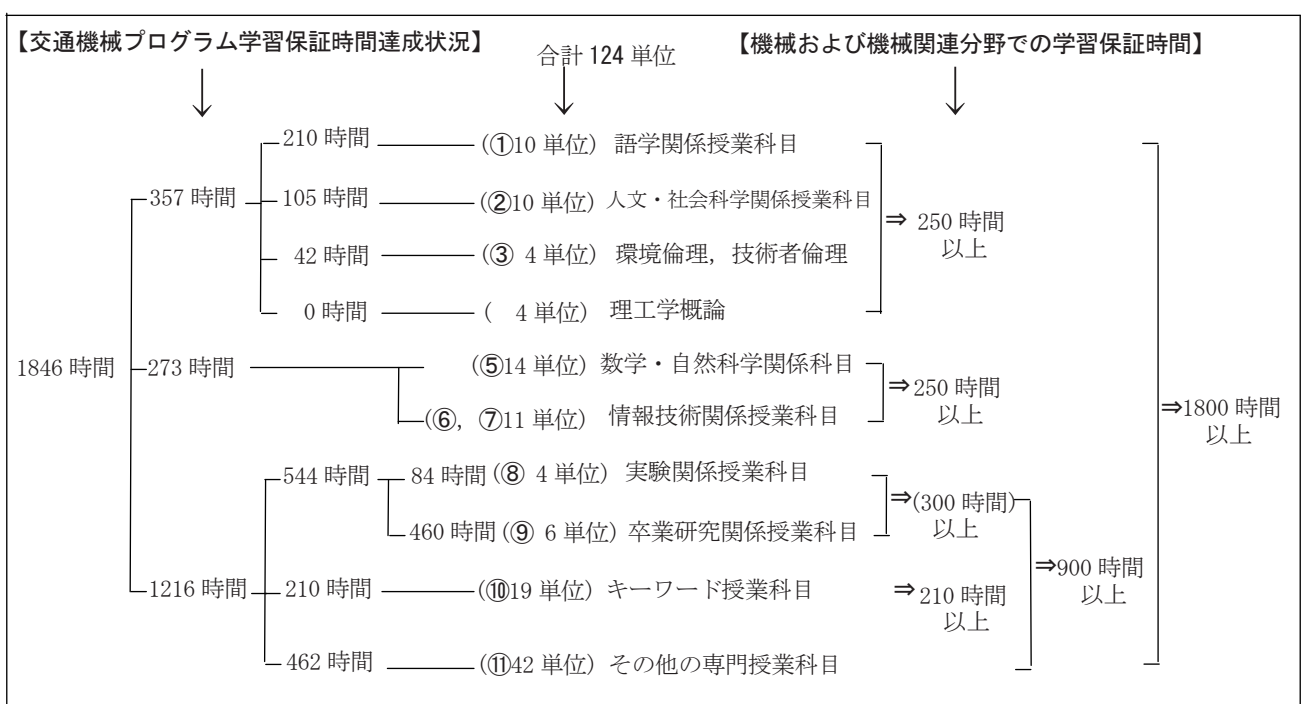


表 3 自己診断書(履修進捗状況確認表)

A B C D E			F																G H I J K L M V O P Q R																S																T U V W X Y Z AA AB AC AD																AE																AF AG AH AI AJ															
履修進捗状況確認表(交通科学科) (2008(平成20)年度入学生 用)																																																																																																		
学年:			1,2,3,4年								学籍番号:								8061276								氏名:								名城太郎								入学年度:								2008																																															
<p>確認 2008年 4月 1日</p> <p>本表の利用・使用方法, 留意事項</p> <p>交通科学プログラム, 交通機械プログラム用</p> <p>科目修得欄には, 既修得科目, 修得予定科目等を自由に記入して, 履修計画を立てるのに使用できます。</p> <p>本表は教育課程一覧表の科目を, 欄外および欄間連分野での分野別要件に従って配置したものです。</p> <p>科目修得欄に数字の1を半角で記入しますと自動的に各部門毎, 分野毎に判定します。未修得は空欄のままにしておきます。判定欄の×印は未履修科目があることを示しています。</p> <p>基本キーワードでの科目修得欄は科目部分のみに記入, ☆印の欄への記入はしません。キーワード12個以上の判定は, 学習保証時間2時間以上が達成されている事で合格です。</p> <p>卒業要件に記入可能な科目のみ対照です。他学科・他学部での修得科目は合計の単位数として数字を記入して加算するように欄を設けていますので留意して下さい。</p> <p>科目修得・1欄・他の枠で囲まれた部分は交通機械プログラムへの指定科目及び要件・判定等を示しています。</p> <p>卒業研究・ゼミナール欄の達成時間は日割で証明しますが, その欄を修得完了状態にするると自動的に480時間を計上します。</p> <p>科目毎の講義時間の計上時間は統一して半期授業で21時間としています。</p> <p>工業力学☆ 材料力学Ⅰ☆☆ 流体力学Ⅰ☆ 熱力学Ⅰ☆☆ 材料科学Ⅰ☆ 製図☆ 制御工学Ⅰ☆ 材料力学Ⅱ☆☆ 材料力学演習☆ 交通機設計☆ 機械力学☆☆ 管理科学Ⅰ☆ 計測工学☆ 単位数合計 学習保証時間 72時間以上 基本キーワード科目修得合計時間 - - - 252 -</p> <p>工業力学☆ 6 1 - 6 材料力学Ⅰ☆☆ 12 1 - 12 流体力学Ⅰ☆ 6 1 - 6 熱力学Ⅰ☆☆ 12 1 - 12 材料科学Ⅰ☆ 6 1 - 6 製図☆ 6 1 - 6 制御工学Ⅰ☆ 6 1 - 6 材料力学Ⅱ☆☆ 6 1 - 6 材料力学演習☆ 6 0 - 0 交通機設計☆ 6 1 - 6 機械力学☆☆ 12 1 - 12 管理科学Ⅰ☆ 6 0 - 0 計測工学☆ 6 1 - 6 単位数合計 学習保証時間 72時間以上 基本キーワード科目修得合計時間 - - - 252 -</p> <p>履修要件Ⅰ 2 2 2 1 1 2 2 1 エンジンⅠ 3 2 2 1 1 2 2 1 自動車工学Ⅰ 3 2 2 1 1 2 2 1 航空工学Ⅰ 3 2 2 1 1 2 2 1 構造工学 3 2 2 1 1 2 2 1 流体力学Ⅱ 2 2 2 1 1 2 2 1 流体力学演習 3 1 2 1 0 0 0 流体力学実験Ⅱ 3 2 2 1 1 2 2 1 熱力学Ⅱ 2 2 2 1 1 2 2 1 エネルギー工学 3 2 2 1 1 2 2 1 材料科学Ⅱ 2 2 2 1 1 2 2 1 艦船学 2 2 2 1 0 0 0 船舶工学Ⅰ 3 2 2 1 1 2 2 1 航空工学Ⅱ 3 2 2 1 1 2 2 1 航空宇宙学 4 2 2 1 0 0 0 鉄道車両工学 4 2 2 1 1 2 2 1 船舶工学Ⅱ 4 2 2 1 0 0 0 管理科学Ⅱ 3 2 2 1 0 0 0 スタイリング 4 1 2 1 1 1 2 1 個別キーワード判定 16単位 単位修得・達成時間 133時間以上 - - - 399 - 原則・基本キーワードに関する学習保証時間 210時間以上 - - - 651 - 判定</p> <p>理工学基礎科目の選択必修から繰り越された単位数 理工学基礎科目の選択必修から繰り越された単位数(JABEE以外) 理工学基礎科目以外の専門教育部門での選択必修科目修得単位数 上記選択必修から選択科目に繰り越された単位数 専門教育部門での選択科目修得単位数 学習保証時間 90.0 時間以上 - - - 1195 - 判定</p> <p>選択必修17科目 28単位中22単位(JABEE)認定判 選択39科目・69単位中50単位(JABEE)認定判 理工学概論, 卒研, ゼミナール10単位認定判定 O 26 - O 50 - O 10 - O 50 -</p> <p>選択39科目・69単位中50単位(JABEE以外)認定判 判定 O 50 -</p>																																																																																																		
<p>注: 他学部等の総合基礎部門への算入分は各自で追加して手計算のこと。</p> <p>他学科・他学部等(副専攻を含む)修得科目名, 単位数記述欄</p>																																																																																																		

### 5.5 卒業・修了判定

卒業要件の充足の判定は、表 3 において交通科学プログラム履修生についてはセル AA88～AJ93 中のセル AI93 に、交通機械プログラム (JABEE) 履修生についてはセル AA70～AJ75 中のセル AI74 に表示されている。交通機械プログラム履修生の学習・教育目標達成状況を含んだ判定は修了判定としてセル AI75 に表示させている。学習の量(総達成時間)はセル AJ71 に表示している。

### 5.6 自己診断書のダウンロード

自己診断書の書式は履修進捗状況確認表として、大学内の情報処理教室のパソコンを使用して、学生個人のメディアに保存できる(アドレスは ftp://172.17.14.165. )。

### 5.7 教育効果

自己診断書の活用により、授業科目の履修登録に際して、教育課程一覧表記載内容を理解した上で授業科目登録をすることができ、有意義に単位を修得し学生生活を送ることができる。履修状態を随時・自由に把握・確認できる自己診断書を、必要に応じて学科に提出させており、学生の教育指導に活用している。

### 謝辞

ハンドエンジニアリングでの教材・模型飛行機用 4 サイクルグローエンジンの提供については小川精機株式会社のご援助をいただいた。自己診断書の開発にあたり、

交通科学科の歴代の JABEE 推進委員をはじめ JABEE ワーキングメンバーおよび交通科学科教員の皆様のご助言、ご協力を頂いた。理工学部 2008 年度教育貢献表彰を受けることができましたのは、理工学部長をはじめ理工学部教員および交通科学科教員の各位のご指導によるものです。ここに記して各位に謝意を表します。

### 参考文献

- 1) 早藤英俊, 村上好生, 横森求, 奥出宗重, 「理工学部学生の実感教育, その 1」, 日本機械学会 1999 年度年次大会講演論文集, Vol. V, No.99-1, pp.438-439, 1999.
- 2) 村上好生, 早藤英俊, 横森求, 奥出宗重, 「理工学部学生の実感教育, その 2」, 日本機械学会 1999 年度年次大会講演論文集, Vol. V, No.99-1, pp.440-441, 1999.
- 3) 村上好生, 早藤英俊, 横森求, 奥出宗重, 「実感教育における学生の行動・反応」, 日本機械学会 2000 年度年次大会講演論文集, Vol. IV, No.00-1, pp.597-598, 2000.
- 4) 早藤英俊, 村上好生, 横森求, 奥出宗重, 「実感教育の課題」, 日本機械学会 2000 年度年次大会講演論文集, Vol. IV, No.00-1, pp.599-600, 2000.
- 5) 村上好生, 早藤英俊, 横森求, 奥出宗重, 「思考しながら遂行する実感教育の一工夫」, 日本機械学会 2001 年度年次大会講演論文集, Vol. IV, No.01-1, pp.381-382, 2001.
- 6) 優秀講演論文表彰, (社)日本機械学会 2001 年度年次大会, 技術と社会部門, 発表題目<sup>1), 2), 3), 4), 5)</sup>, 2001.

(原稿受理日 平成 21 年 9 月 18 日)

# 論 文



# 繰り返し軸力を受けるアングルブレースの変形性能について

渡辺孝一<sup>1)</sup> 吉川瑛人<sup>2)</sup> 山口亮太<sup>2)</sup>

A study on deformation capacity of angle braces under cyclic loading

Koichi WATANABE<sup>1)</sup>, Akito Yoshikawa<sup>2)</sup>, Ryota Yamaguchi<sup>2)</sup>

## Abstract

The brace that uses the angle is used for various structural members in the civil structure and the building, and contributes to stability and the earthquake performance improvement of the structure. In this study, a connection of steel angle braces using high tension bolts were tested under cyclic axial loading and the hysteretic behavior of the connection was investigated. And, it was confirmed that the first bolt of the connection area strengthened by strain hardening, and whole of material tensile strength expressed by the experiment. Finally, The deformation capacity of the braces under the tensile force was clarified.

## 1. はじめに

山形鋼、通称アングルは規格製品のため、安定した形状、品質が得られることから目的に応じた設計、製作が容易である<sup>1)</sup>。そのため、土木構造物や建築分野においてアングルを用いたブレースは様々な構造部材に使用され、構造物の安定性、耐震性能向上に寄与している。近年、構造物の耐震性能向上のために、制震性能を付加した座屈拘束ブレースが開発<sup>2)</sup>されるなど、ブレースに関する研究開発が精力的に行われているが、依然として鋼製橋梁における対傾構や、トラス形式の鉄塔など、アングルを用いたブレースの適用事例は多く、常時荷重以上の軸力が作用した場合の変形性能を定量的に評価することは重要である。

本研究は、等辺山形鋼（以下、「アングル」と称す。）で構成されたブレースを高力ボルトで接合し、繰り返し軸力を作用させることでブレースの変形性能を確認するものである。ここでは、引張力を繰り返し受けるブレースについて検討する。

## 2. 引張荷重を受けるブレースの変形挙動

Fig. 1 に高力ボルトで接合されたブレース接合部に引張軸力が作用する場合の荷重-伸び関係の一例を示す。また、Fig. 2 に引張軸力を受けるブレース接合部のイメージを示す。弾性荷重よりも大きな軸力が作用すると、ブレースがガセットと接する高力ボルト接合部、特に第1ボルト孔周辺は、ボルト孔を控除した部材断面積欠損

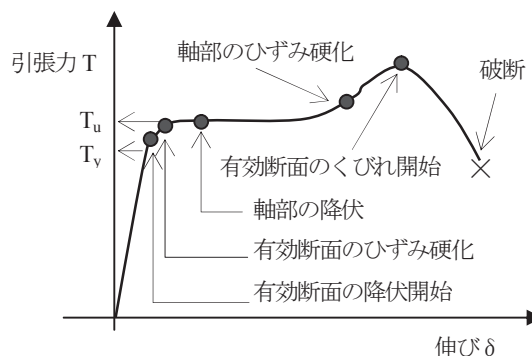


Fig. 1 ブレースの荷重変位関係

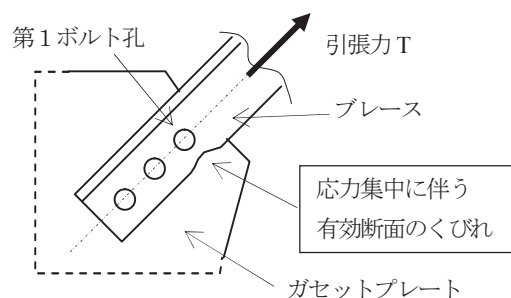


Fig. 2 ブレース接合部

のため応力集中が進行して降伏し塑性状態となる。その後、ひずみ硬化によって耐力が上昇する。その過程でボルト孔欠損がない一般部の降伏が進行して、ブレースが全長に渡って降伏状態となる。最終的にはブレース接合部の断面欠損部が材料の引張強度に達して、ブレースの最大荷重に到達し、その後ボルト孔欠損部がくびれを起

1) 建設システム工学科 2) 大学院理工学研究科修士課程建設システム工学専攻

1) Department of Civil Engineering 2) Master Course of Civil Engineering

こしながら耐力が低下して破断する．このような，ブレースの変形性能は，第1ボルト位置におけるボルト欠損部を考慮した有効断面積が支配的となる<sup>1)</sup>．ここで，アングルの降伏応力を $\sigma_y$ ，引張強さを $\sigma_u$ ，ブレース軸部の断面積を $A_g$ ，第1ボルト孔を考慮したアングルの有効断面積を $A_e$ とすれば，断面積と応力の関係から，以下のような関係式が成り立つ．

$$T_y = A_g \cdot \sigma_y \quad (1)$$

$$T_u = A_e \cdot \sigma_u \quad (2)$$

このとき，Fig. 1 に示すような荷重と伸びの関係が成立するために，次の条件が不可欠となる．

$$T_y \leq T_u \quad (3)$$

式(1)，(2)を式(3)へ代入すると，以下の関係式が得られる．

$$A_g \cdot \sigma_y \leq A_e \cdot \sigma_u \quad (4)$$

式(4)は，次のように書き換えることができる．

$$\frac{\sigma_y}{\sigma_u} \leq \frac{A_e}{A_g} \quad (5)$$

このとき，式(5)の左辺は，材料の降伏比である．ブレースの軸部が降伏した後に，十分な変形性能を得るためには，材料の降伏比よりも右辺の有効断面積比が大きくなることが重要であり，式(5)が成立しない場合は，ブレース端部は軸部が降伏する前にボルト接合部が破断に至るなどなど，ブレースの変形性能はほとんど期待できなくなってしまう．

### 3. 実験概要

#### 3.1 実験供試体

前述のように，式(5)を満足するような諸元のブレースの変形性能を実験的に検証する．さらに，ボルト接合部では，第1ボルト孔位置とサイズで決定される有効断面積によって変形性能が決まることを受け，本研究では接合部に補強材を添加して，第1ボルト孔周辺に発生する応力集中を緩和して，接合部の耐荷力を向上させ，ブレース全体の変形性能に与える影響を検討した．

実験供試体は，JIS G3192 に規定されたアングルを使用した．アングルの標準断面寸法は，75mm×75mm×6mmである．このアングルを，ガセットプレートを挟み込むように高力ボルトで接合し，軸部の長さ1400mmのブレースとした．供試体設置状況の一例を Fig. 3 に示す．実験供試体は，標準的な接合方法のもの(A1)と，接合部

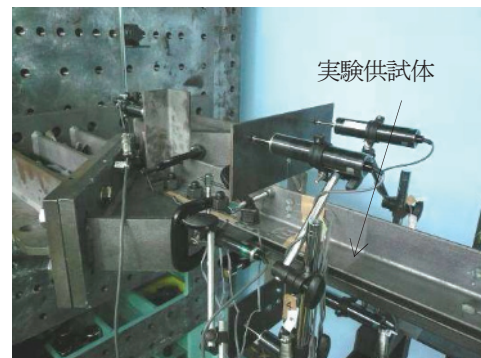


Fig.3 実験供試体設置状況

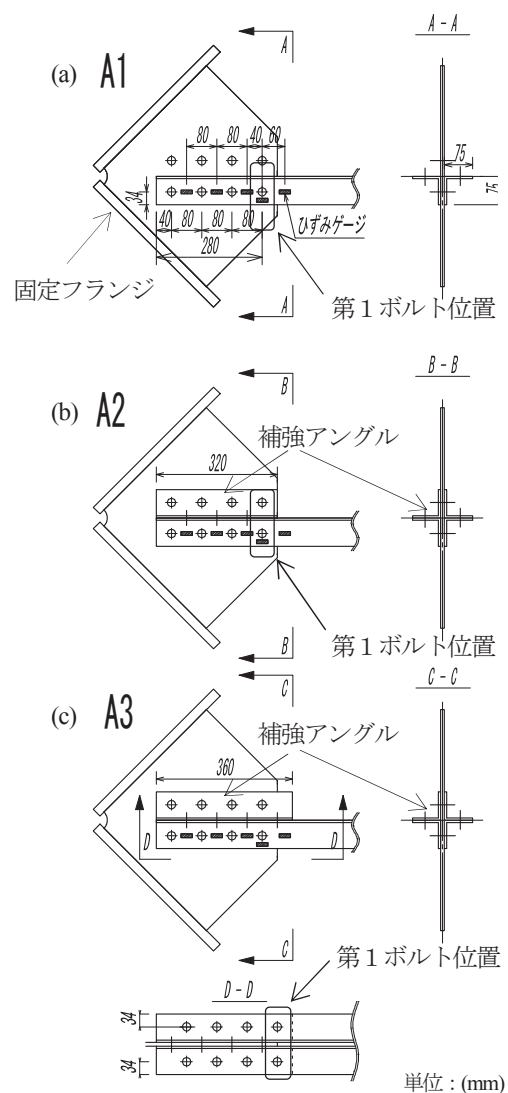


Fig.4 実験供試体

をアングルで補強した2体(A2およびA3)，合計3体用意した．実験供試体の違いを示したガセット接合部の形状を Fig.4 に示す．Fig.4(a)は，標準的な継手構造の供試体である．Fig.4(b)，(c)は，それぞれ接合部をブレース軸部と同一断面サイズの補強アングルで背合わせして，補

Table 1. 実験供試体諸元と実験結果

供試体	$A_g$ ( $mm^2$ )	$A_e$ ( $mm^2$ )	$A_e/A_g$	$P_y$ (kN)	$P_u$ (kN)	$P_y/P_u$	$P_{max}$ (kN)	$\delta_{max}$ (mm)
A1	795	670	0.84	245	303	0.81	588.82	41.84
A2	786	662	0.84	242	299	0.81	600.62	41.85
A3	802	676	0.84	247	305	0.81	599.06	40.7

Table 2. 材料試験結果

Test Plate	$P_y$ (kN)	$P_{max}$ (kN)	A ( $mm^2$ )	$\sigma_y$ (Mpa)	$\sigma_u$ (Mpa)	E (GPa)	$\epsilon_y$ %	$\nu$
TP-1	70.4	101.2	228.0	309	444	200	0.154	0.280
TP-2	71.9	104.3	230.7	312	452	200	0.156	0.279
TP-3	69.3	103.3	226.2	306	457	200	0.153	0.281
TP-4	70.5	104.7	230.0	307	455	200	0.153	0.280
Average	70.5	103.4	228.7	308	452	200	0.154	0.280

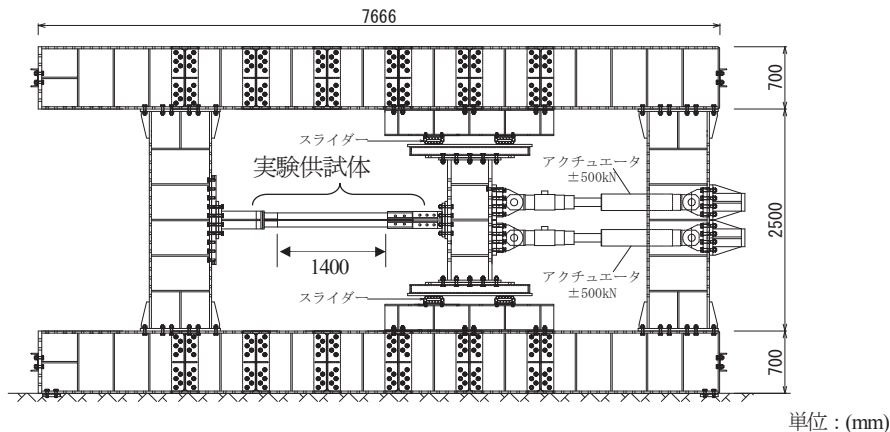


Fig.5 荷重フレーム

強した供試体である。これらは、アングルのフランジ側を利用して、軸力の伝達径路を追加し、ブレースとガセット接合部の第1ボルト孔周辺の応力集中を緩和する目的を意図したものである。Fig.4(c)は、補強アングルを軸部まで延長して、第1ボルト孔位置をブレース軸部に移動させ、その影響を検討した供試体である。

各供試体の断面諸元を実測し平均化したものをTable 1.に示す。表に示す $P_y (= A_g \cdot \sigma_y)$ 、 $P_u (= A_e \cdot \sigma_u)$ は、供試体の実測断面と、材料試験結果より式(1)、(2)によって算定される計算結果である。また、実験に先立ち実験供試体と同一ロットのアングルから製作した材料試験片の引張試験結果をTable 2.に示す。これらの表から、材料降伏比 $\sigma_y/\sigma_u=0.81$ 、有効断面積比 $A_e/A_g=0.84$ が得られることから、前に示した式(5)の条件を満たす供試体断面であることがわかる。

接合に使用するガセットプレートは、材質SS400で製作し、実験供試体と同じ数量準備した。ブレースおよびガセットの表面処理は、ショットブラストによって荒面処理した。実験開始前に表面粗さを表面粗さ計(Mitutoyo

サーフェスト: SJ-301)で数点無作為に計測し、その結果、最大高さ荒さ $Rz=38.5 \mu m$ 、算術平均粗さ $Ra=8.53 \mu m$ が得られ、良好な摩擦面であることを確認した。接合に用いた高力ボルトは、サイズM20である。ボルト本数は表面処理粗さの実測値を考慮して、すべり係数0.45で設計軸力を算出し、基本となる供試体A1に対してブレース軸部の降伏荷重ですべりが発生しないように選定した。従って、補強した供試体では、ボルトのすべりに対して十分に安全側である。高力ボルトの締め付けはトルクレンチを用い、軸力管理には超音波軸力計<sup>3)</sup>を用いた。

### 3.2 実験装置

荷重装置は、名城大学内に設置されている大型構造フレームおよび荷重容量 $\pm 1000kN$ 、ストローク500mmの静的油圧ジャッキを使用した。荷重フレームおよび、実験供試体の設置状況をFig.5に示す。実験供試体の両端は、補強方法の違いを検討するガセットプレート側を剛なフレームに固定し、もう一方は油圧ジャッキ側に接合

した。油圧ジャッキ側のアングル端部は十分に剛な添接板によってフレームに接合されており、繰り返し軸力に対して、すべりや破断が生じないように配慮した。

荷重方法は引張力を受けるブレース軸部が一樣にひずみを生じると仮定した。降伏変位の算定  $\delta_y = \epsilon_y \times 1400\text{mm}$  から、降伏変位  $\delta_y = 2.1\text{mm}$  を単位伸び長さとして、変位制御により漸増荷重した。荷重ステップ毎に、一旦荷重を徐荷して、接合部の挙動に注意しながら、ブレースの引張荷重到達、あるいは破断直前の状態まで荷重した。

#### 4. 実験結果と考察

##### 4.1 荷重-変形関係

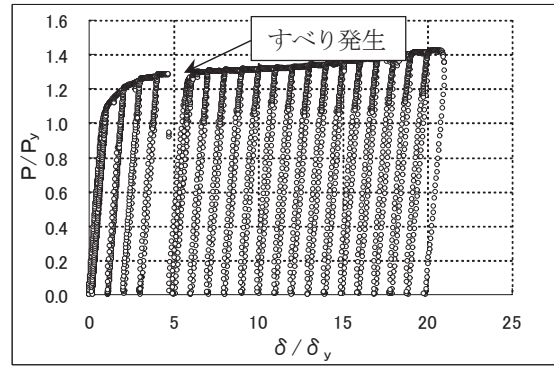
Fig.6(a), (b)に供試体 A1 と A2 の荷重-変位曲線を例示する。Fig.6(a)の A1 供試体は、 $P/P_y=1.28$ ,  $\delta/\delta_y=4.73$  付近でボルトのすべりが発生した。しかし、直後に摩擦接合から支圧接合に移行したとみられ、その後は Fig.6(b)に示す供試体 A2 とほぼ同様の履歴が得られた。供試体 A2, A3 はボルトの滑り現象は確認されなかった。

荷重-変位曲線を分析すると、いずれの供試体も弾性限界を超えた後、荷重は非線形的に上昇している。この間は、第1ボルト孔付近が先行して降伏している状態である。次に  $\delta/\delta_y=6$  付近から  $\delta/\delta_y=9$  までは比較的一定荷重を保ちながら変形が進行する。 $\delta/\delta_y=9$  付近から第1ボルト孔付近のくびれが進行して、ゆるやかに荷重は増加しながら最大荷重に到達した。このように、いずれの供試体においても繰り返し引張軸力に対して、塑性率 19 倍程度まで安定した変性性能が得られることが確認された。

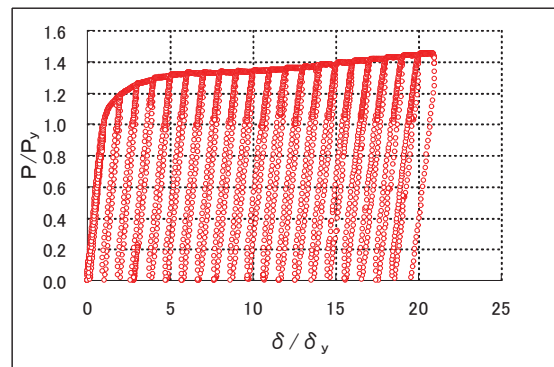
Fig.6(c)はブレース軸部の荷重-変位関係をすべての供試体分まとめて示したものである。図は、繰り返し載荷で得られた荷重-変位曲線の包絡線を抽出している。

各実験結果から得られた最大荷重と、それに対応する伸び(変位)を Table 1.に示す。最大荷重は基準供試体 A1 に対して、アングルで添接補強した供試体、A2, A3 は 2%ほど耐力が上昇しているが、荷重-変形に大差は得られなかった。しかし、他の供試体と比較して、供試体 A2 は弾性限界から終局状態の全体に渡って高い荷重を維持しながら変形しており、若干ながら接合部のアングル補強によって変形性能が向上した。

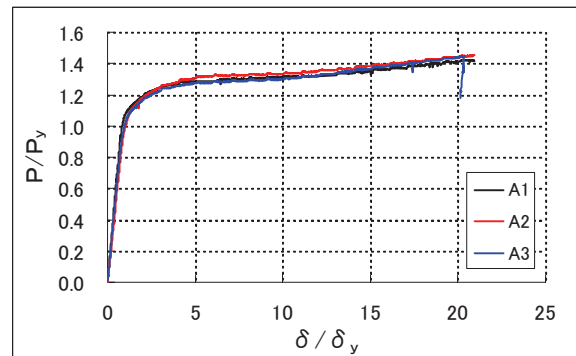
A3 供試体は、第1ボルトがブレース軸部にあり、ガセットプレートとのすべり等の影響がない接合としたが、最大荷重、変形性能ともに基準供試体と同等であった。



(a) 供試体 A1 荷重-変位曲線



(b) 供試体 A2 荷重-変位曲線



(c) すべての供試体の包絡線

Fig.6 ブレース軸部の荷重-伸び

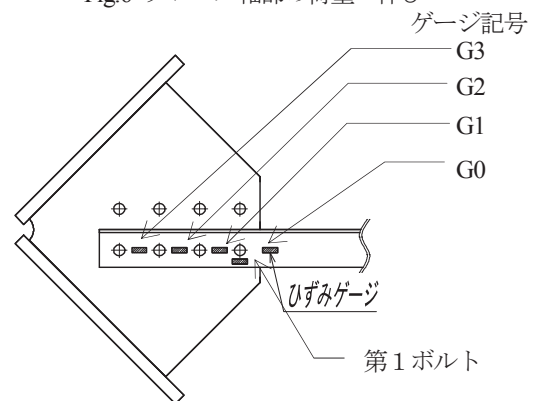


Fig.7 ボルト孔とゲージ位置 (A1 供試体)



### 4.2 ボルト接合部のひずみ分布

ガセット接合の第1ボルト周辺の軸力分布を確認するため、基準供試体 A1 のブレース接合部に着目してボルト接合位置と、部材の軸ひずみ分布を検討した。Fig.7. にゲージとボルト孔の位置関係を図示する。第1ボルトよりもブレース軸部よりに添付したゲージを G0 とし、ガセット側に配置されたゲージを G1 から G3 とする。これらのゲージについて、引張荷重を作用下における弾性範囲までのひずみをまとめた結果を Fig.8 に示す。

Fig.8 から、ブレースに作用する軸力に対してガセット側の G1~G3 のひずみは全般に小さく、ブレース軸部の G0 のひずみを基準とすれば、G1 は 32%、G2 は、18%、G3 は 16% という非常に小さな比率で上昇することがわかる。この結果から、ブレースのボルト接合部では、第1ボルト位置で部材軸力を受け持ち、2列目以降のボルトは、3割程度しか軸力を負担しないことがわかる。このことは、第1ボルト孔の周辺部に応力が集中して、破壊が生じやすいことを示している。

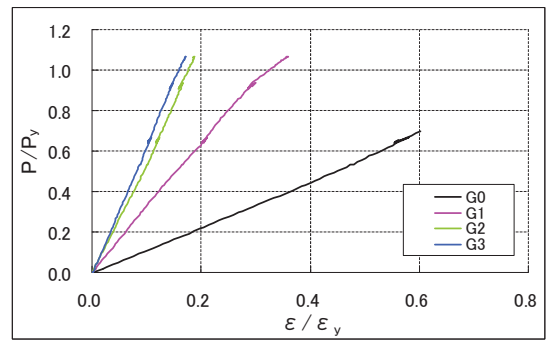


Fig.8. 弾性範囲での軸ひずみ (A1 供試体)

### 4.3 すべりが生じた接合部のひずみ分布

Fig.9(a)~(c)に、供試体 A1 がボルトのすべりを生じた前後で、ガセットのボルト接合部に生じるひずみの負担が変化した状況を比較した結果を示す。図中に示す「すべり前」は、A1 供試体の荷重初期の弾性領域における G0 から G2 のひずみ分布を示しており、「すべり後」は Fig.6(a)に示したすべり発生直後の荷重ステップに対して塑性ひずみを差し引いた、みかけの弾性ひずみをプロットしてそれぞれ降伏ひずみで無次元化した結果である。

Fig.9(a)は、ブレース軸部のひずみであることから、ボルトのすべりによらず一定のひずみが生じていることがわかる。Fig.9(b)のゲージ G1 は、第1ボルトのすべりの影響で軸力が分配されたことにより、30%程度ひずみが大きく発生している。しかし、Fig.9(c)に示すゲージ G2 は、すべりの前後でひずみの変化はあまり生じていない。この結果から、第1ボルトのすべりが発生すると、第1ボルトと第2ボルト周辺部に軸力が再配分され、第2ボルト以降は軸力の再配分が少ないことがわかる。

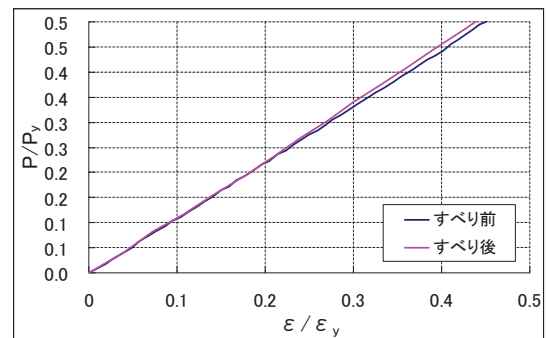


Fig.9(a) G0 ひずみの変化 (A1 供試体)

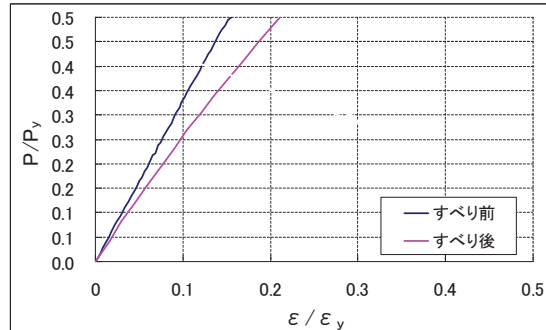


Fig.9(b) G1 ひずみの変化 (A1 供試体)

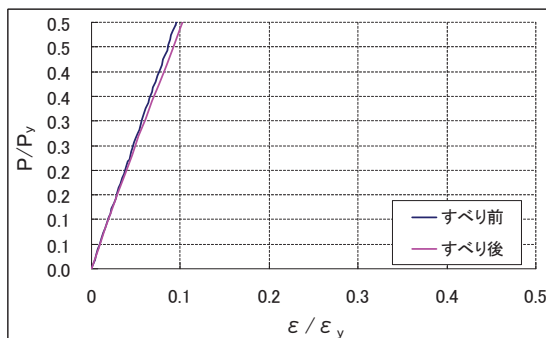
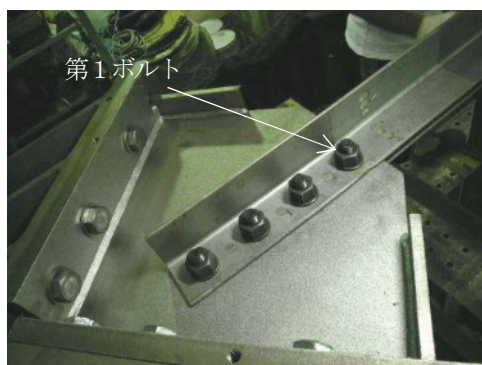


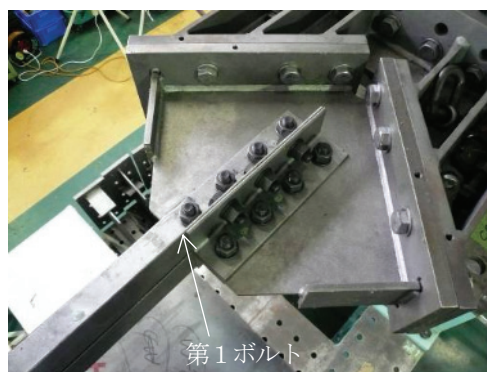
Fig.9(c) G2 ひずみの変化 (A1 供試体)

### 4.4 破壊状況

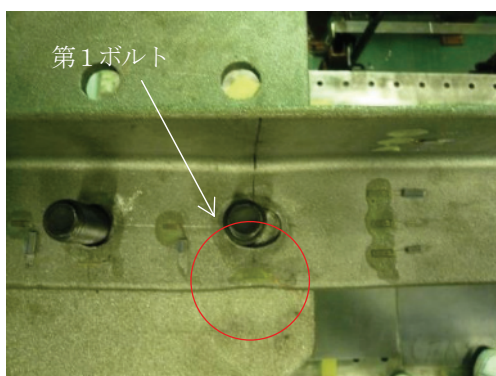
Fig.10(a), (b)に、A1 供試体の最大荷重到達後の状況を示す。第1ボルトが支圧状態となって、孔壁と接触して変形し、アングル縁端部にくびれが発生して破壊に至ったことがわかる。また、Fig.10(c), (d)に、補強した供試体 A2 の破壊状況を示す。A1 と同様に、第1ボルト孔のアングル縁端部にくびれが生じている。しかし、ボルトの支圧による変形は確認されなかった。



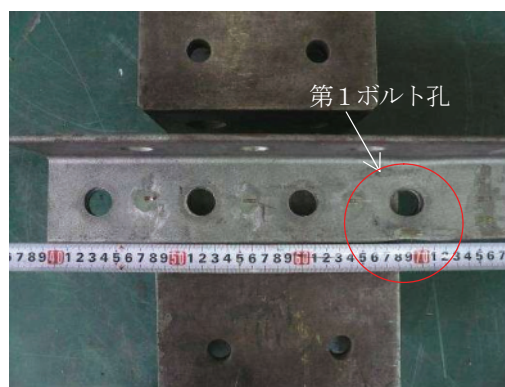
(a) A1 供試体のガセット接合部



(c) A2 供試体のガセット接合部



(b) A1 供試体 第1ボルト孔のくびれ破壊



(d) A2 供試体 第1ボルト孔のくびれ破壊

Fig.10. 除荷後の破壊状況

## 5. 結論

本論文ではアングルを用いたブレースが繰り返し引張軸力を受けて破断に至るまでの変形性能を実験的に検証したものである。以下に実験から得られた知見をまとめる。

- 1) 材料の降伏比と有効断面積比が適切な比率を保有したブレースは、塑性率 20 程度の変形性能を発現することができる。
- 2) アングルを用いたブレースの接合部は、第1ボルト周辺に応力集中が生じて先行して降伏し、ブレース軸部の全体降伏の後、くびれ現象により破壊する。
- 3) 設計軸力を上回る軸力によって、接合面でボルトのすべりが発生すると、摩擦接合から支圧接合に移行する。しかし、すべりが発生しない継手と比較して、終局状態までの変形性能に差異は生じない。
- 4) ブレース継手破壊が第1ボルト周辺のくびれ破壊の場合、ブレースの変形性能は、第1ボルト周辺のボルト孔を控除した有効断面が支配的となる。

## 謝辞

本研究は、名城大学総合研究所 平成 21 年度学術研究奨励助成費（基礎的研究促進事業費）の援助を受けて実施したものである。ここに感謝の意を表する。

## 参考文献

- 1) 日本建築学会：鋼構造接合部設計指針，丸善，2001.
- 2) 宇佐美勉，佐藤 崇，葛西 昭：高機能座屈拘束ブレースの開発研究，構造工学論文集，Vol.55A，pp.719-729 .2009.
- 3) 吉川瑛人，渡辺孝一：高力ボルトの弾性係数について，土木学会第 64 回年次学術講演会，pp.923-924,2009.9.

(原稿受理日 平成 21 年 9 月 18 日)

# 不飽和圧縮ベントナイト緩衝材の破壊挙動の観察

寺本優子<sup>1)</sup> 平手寿大<sup>1)</sup> 小高猛司<sup>2)</sup>

## Observation of failure behavior of an unsaturated compacted bentonite buffer material

Yuko TERAMOTO<sup>1)</sup>, Toshio HIRATE<sup>1)</sup>, Takeshi KODAKA<sup>2)</sup>

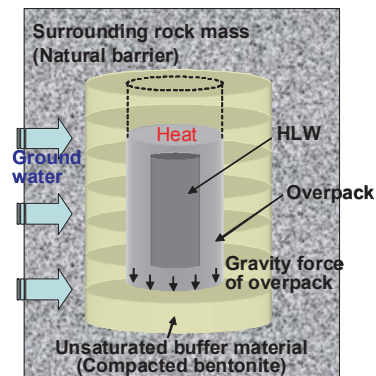
### Abstract

Compacted bentonite is planned for use as a buffer material in the geological disposal of the high-level radioactive waste. In the present paper, in order to study the failure behavior of the compacted bentonite, a series of constant volume direct shear tests was performed. At the same time, developed shear bands were observed during the direct shearing using the PIV image analysis. In addition, the insides of the sheared specimens were observed with a  $\mu$ -focus X-ray CT scanner. As the results, it can be observed the difference of the process of shear bands formation between in the unsaturated over-consolidated specimen and in unsaturated normally consolidated specimen. However, the low density region due to the shear failure was hardly observed in the center of both specimens under the relative high vertical stress condition. By injecting water into the shear band, the cracks are gradually sealed by the swelling and expanding bentonite.

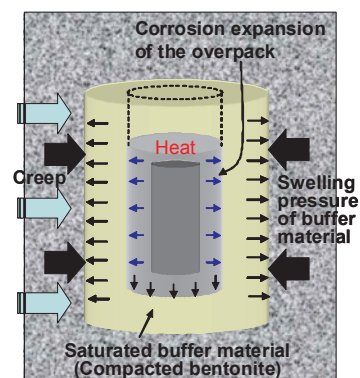
### 1. はじめに

我が国の高レベル放射性廃棄物地層処分では、ガラス固化された放射性廃棄物をオーバーパックと呼ばれる金属製容器に封入し、その周りを緩衝材で覆い、地下 300m 以深の岩盤中に埋設することを基本方針としている。緩衝材には、オーバーパックを恒久的に安全に支持しながら、岩盤のクリープ変形や地震等の外力から守ることに加えて、地下水環境内から隔離することも求められるため、その材質には高圧で圧縮したベントナイトが有力視されている。圧縮ベントナイト緩衝材は、不飽和状態で締固められて製造されるため、処分場の作業時には不飽和であるが (Fig.1(a)参照)、その後、地下水の浸潤により緩衝材は徐々に飽和し、数十年から百年後には地下水が処分場を完全に覆う再冠水と呼ばれる状態になる。再冠水後は、ベントナイト自身が持つ膨潤特性によって緩衝材内部では膨潤圧が上昇するとともに、オーバーパックの腐食膨張や周辺岩盤からのクリープ変形など様々な外力が長期に亘り作用することになり、緩衝材を取り巻く環境は大きく変化する (Fig.1(b)参照)。

本研究の目的は、急激な地殻変動や長期的なクリープ破壊によって高レベル放射性廃棄物最終処分場の周辺岩盤に局所的な変形が発生し、緩衝材にも破壊が伝播して



(a) Period from closing of the disposal site until reflow



(b) Period after reflow of the disposal site

Fig.1 Supposed conditions of multi-barrier system in HLW disposal site in a long term period

1)大学院理工学研究科修士課程建設システム工学専攻 2)建設システム工学科

1)Master Course of Civil Engineering 2)Department of Civil Engineering



せん断帯が形成されるというシナリオを想定した場合に、緩衝材の有する遮水性などの基本性能が維持できるのかについて検討を行うことである。万が一せん断帯が発生した場合には、遮水性などを評価するために、そのせん断帯の観察が重要となる。本論文では、再冠水の途上にある不飽和圧縮ベントナイト供試体の高拘束圧一面せん断試験を行い、その際に生成・発達するせん断帯を PIV 画像解析およびマイクロフォーカス X 線 CT によって観察した結果を示す。

## 2. 高拘束圧一面せん断試験装置の概要

Photo 1 に実験に使用した一面せん断試験装置を示す。地層処分は地下 300m 以深の超深層を対象としている上、ベントナイト自身の膨潤圧も大きいことから、緩衝材の力学特性を正確に評価するためには高拘束圧で実験を行う必要がある。そのため、試験機の載荷機構にはメガトルクモータを使用しており、垂直応力ならびにせん断応力の載荷容量はそれぞれ 10MPa および 8MPa である。ひずみ速度は垂直、水平ともに 0.001mm/min~1.0mm/min の範囲で可変である。Photo 2 に試験装置中心部を示す。上部から垂直荷重を作用させるため、垂直荷重計測用のロードセルはせん断箱の下部に設置している。なお、あらかじめ不連続面を有していない硬質地盤材料の一面せん断試験は、軟岩の一面せん断試験に成功している澁谷

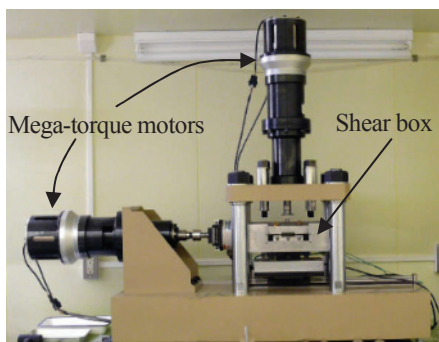


Photo 1 High pressure direct shear test apparatus

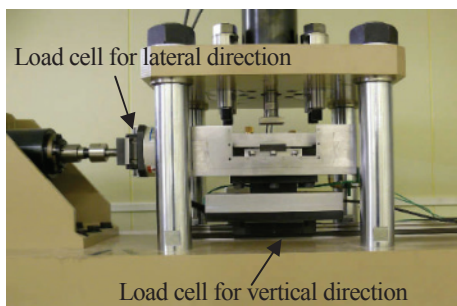


Photo 2 Enlarged image of direct shear apparatus

らの研究グループの業績<sup>1)</sup>の他にはなく、本試験機も澁谷らの試験装置を参考にして製作している。

## 3. 供試体作製方法および試験方法

粉末状のベントナイト（クニミネ工業㈱製 Na 型ベントナイト・クニゲル V1）に三河珪砂 6 号を質量比 30% で配合したものを、高拘束圧一面せん断試験機本体で圧縮成型することにより供試体を作製した。供試体寸法は 50mm 四方の正方形断面で、40mm 厚を基準とする。垂直荷重を加圧したままの正規圧密供試体と一旦加圧した後に垂直荷重を 0MPa まで除荷した過圧密供試体を水平変位速度 0.4mm/min でせん断した。また最終処分場では岩盤に覆われているため体積は一定であると考え、せん断は定体積条件とした。せん断帯の観察は、Photo 3 に示すせん断箱の前面に設置した硬質アクリル板を通して、せん断箱のエッジ部分から伝播してくるせん断帯を撮影できるように、枠で囲った箇所に CCD マイクロスコープを設置し、水平変位 6.0mm になるまで供試体の表面を撮影した後、PIV 画像解析で撮影領域の各点における速度ベクトルを計測する。Photo 4 は観察中の様子を示している。また、水平変位 0.25~6.0mm のせん断後の供試体を X 線 CT 装置で可視化するため、専用の治具を用いてせん断箱から外し、真空パックで京都大学工学研究科へ搬入し、KYOTO-GEOμXCT（東芝製 TOSCANER-32250μHDK）を用いてせん断帯生成過程の観察を行った。

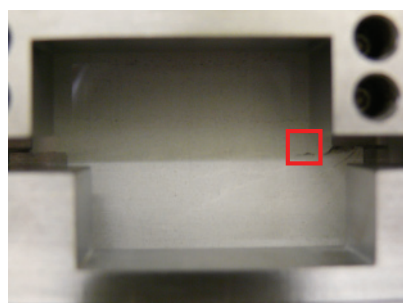


Photo 3 Position on the shear band for the observation

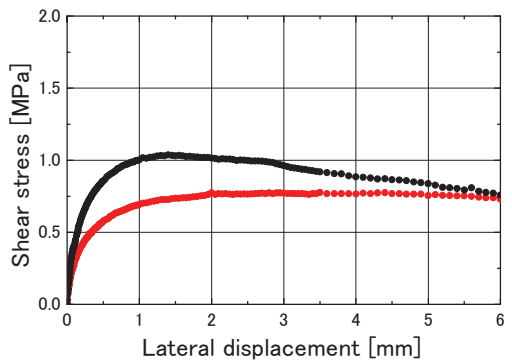


Photo 4 Observational system of shear band with CCD microscope

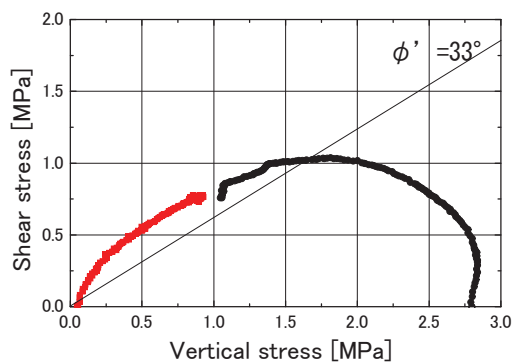


4. 一面せん断試験結果

乾燥密度 1.55Mg/m<sup>3</sup> の正規圧密供試体および過圧密供試体の試験結果を Fig.2 に示す. Fig.2(a)のせん断応力～変位関係を見ると, 正規圧密供試体ではせん断開始直後, せん断応力は急激に上昇し, 水平変位 1.5mm でピークとなり, その後せん断応力は緩やかに低下しているが, 過圧密供試体ではせん断応力が緩やかに上昇し, 水平変位 3.0mm 辺りからほぼ一定となり, ピークを示さないまません断を終える. 定体積一面せん断試験では, 不飽和材料であっても疑似的に有効応力経路に近い応力経路を得ることができ, せん断強度はもちろん, ダイレイタンスー特性も把握することが可能である. Fig.2(b)の応力経路を見ると, 正規圧密供試体はせん断の進行とともに負のダイレイタンスーにより塑性圧縮を伴う顕著なひずみ軟化を示しており, 軟化後の最終状態は原点を通る直線となり, ピーク時のせん断強度を求めると  $\phi' = 33^\circ$  となった. 過去に実施されている三軸試験による内部摩擦角  $\phi' = 16.6^\circ$ <sup>2)</sup> と比べると, 今回の値は 2 倍程度大きい. 両者に差が生じた原因は, 試験法の違いよりも, 不飽和/飽和の状態の違いによってベントナイトの力学特性に表れる大きな差によるものとされる. 一方, 過圧密供試



(a) Shear stress – lateral displacement relations



(b) Stress paths

Fig.2 Test results for over-consolidated and normally consolidated specimens

体は载荷初期から正のダイレイタンスーによる垂直応力の増加に伴ってせん断応力も増加している. このように, 同じ乾燥密度の供試体であっても, 正規圧密, 過圧密といった応力履歴の違いにより, せん断挙動が大きく異なるが, 水平変位 6.0mm の試験終了時にはどちらの供試体もほぼ同じ応力状態に到達していることがわかる.

5. 画像解析によるせん断帯の観察

正規圧密供試体および過圧密供試体について, 画像解析によるせん断帯の観察を行った. Fig.3(a)および Fig.4(a)に速度ベクトルを示す. デジタル画像の 15 ピクセル四方を 1 要素として, 縦 31 要素×横 40 要素の合計 1240 要素を用いて全領域をカバーしており, 1 ピクセルあたりの実際の長さは約 0.01mm となっており, ベクトルの速度は色表示に最大値 10 $\mu$ m/s を赤色, 最小値 0 $\mu$ m/s を青色として評価した. また, Fig.3(b)および Fig.4(b)は対応するせん断ひずみ分布図である. なお, 固定した観測窓で変位速度を計測し続ける解析手法であるため, 計測されるひずみ量は, 実際の固体の変形から得られる本来のひずみ量とは直接対応していない.

Fig.3(a)の正規圧密供試体の速度ベクトル図より, せん断初期にはほとんど変化は見られないが水平変位 1.5mm になると明確なせん断帯が確認できる. その後, さらに下側の部分にもせん断帯が生じ, それを境にして供試体は右斜め下方向に崩れ, さらにせん断帯の進行につれてせん断帯は水平に近づく. Fig.3(b)の正規圧密供試体のせん断ひずみ分布図を見ると, 水平変位 1.5mm から画面右下部分に観察されはじめたせん断ひずみが, せん断の進行につれてその領域を拡大してゆき, 最終状態の水平変位 6.0mm の状態では, 観察領域全域にわたって大きなせん断ひずみが観察される. Fig.2(a)のせん断応力～変位関係を見ると, 水平変位 1.5mm 付近でせん断応力がピークとなり, その後の変位の増加とともに緩やかにせん断応力が減少してゆく. Fig.3(a)で見られるせん断帯は, せん断応力のポストピークに発生する現象であり, ピークまでは供試体全域で圧縮して抵抗するものと考えられる.

Fig4(a)の過圧密供試体の速度ベクトル図より, 正規圧密供試体よりもはるかに早い水平変位 0.5mm の段階において, 観察領域の右下部分にすでにせん断帯が認められる. さらに水平変位 1.5mm のときには, 観察領域全域に水平な大きなせん断帯があることがわかり, それより下側の領域が図の右方向に移動している. また, Fig.3 に示した正規圧密供試体とは異なり, 水平なせん断帯がそ

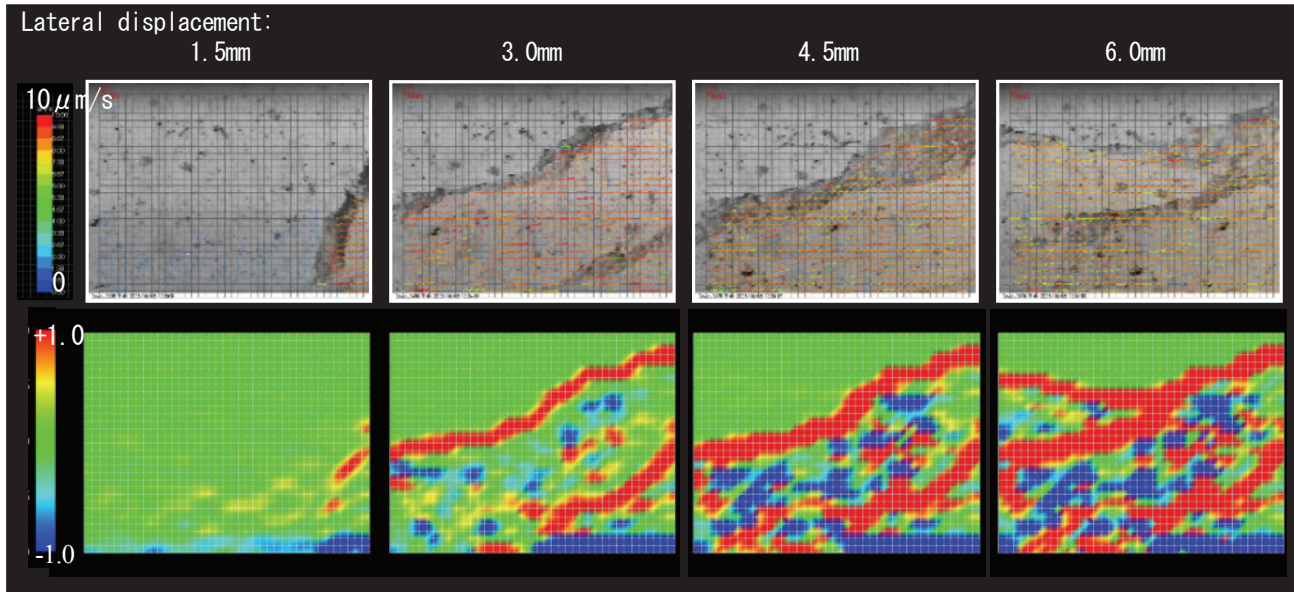


Fig.3 Observed images of shear band during direct shear process for a normally consolidated specimen;  
(a) velocity vector (above), (b) shear strain (below)

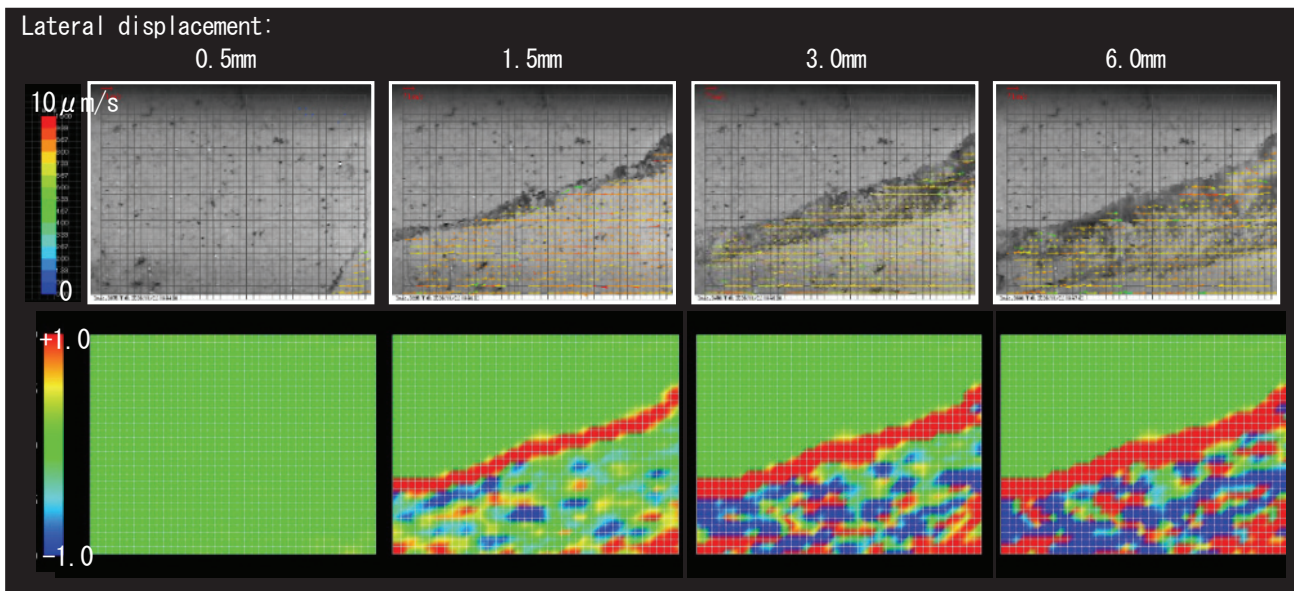


Fig.4 Observed images of shear band during direct shear process for an over-consolidated specimen;  
(a) velocity vector (above), (b) shear strain (below)

のまま最後まで観察でき、その下側の領域がせん断に伴いゆっくりと移動を続けていることがわかる。また、下側領域の移動に伴い、せん断帯内の亀裂の開口が大きくなっている。Fig.4(b)のせん断ひずみ分布図においても同様の傾向が見られ、せん断帯上部ではほとんどせん断ひずみが生じていないのに対して、下部の領域でははじめは水平なせん断帯のみに集中していたせん断ひずみが、水平変位の増大に伴い、下部領域全般にわたり広がってゆくことがわかる。

## 6. X線CTによるせん断帯の観察

5章では供試体表面の一部分のみの観察であったが、本章ではせん断に伴う供試体内部のせん断帯の発達状況を確認するため、任意の水平変位までせん断させた供試体をX線CTによって可視化することを試みた。X線CT装置で供試体を観察するためには、試験後の供試体をせん断箱から全く損傷無く取り出す必要がある。しかし、不飽和圧縮ベントナイト供試体は、せん断箱の中で粉末ベントナイトを高圧で圧縮することによって作製されて



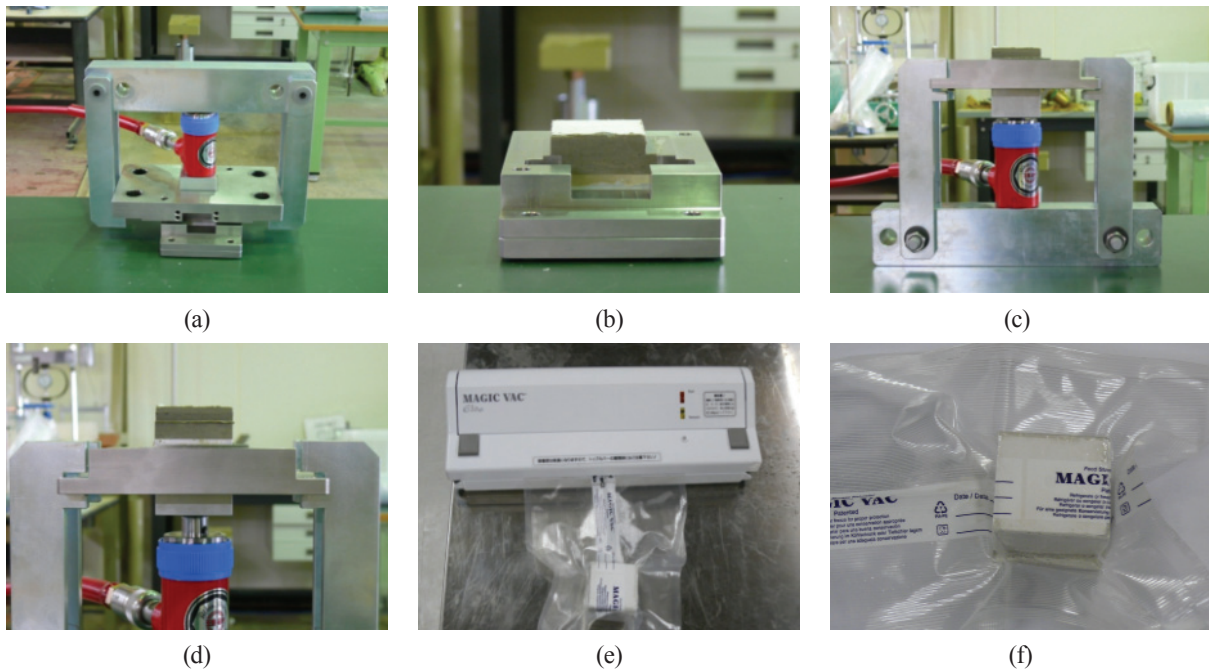


Photo 5 Procedure of removal of a sheared specimen from the shear box

いるために、試験後も供試体はせん断箱に圧着しており、それを取り出すのは容易ではない。加えて不飽和供試体は極めて脆性的な材料であり、不用意に取り出そうとすると簡単に壊れてしまう。したがって、本研究のために作製した専用の治具を用いて供試体をせん断箱から取り出した。Photo 5 (a)～(f)は、試験終了時にせん断箱から供試体を取り出す一連の作業を示している。はじめに(a)のように試験機から取り出したせん断箱に油圧ジャッキと治具を取り付け、油圧ジャッキを作動させることで(b)のように上部せん断箱のみを取り外すことができる。次に(c)のように下部せん断箱の下側から供試体を油圧ジャッキで押し上げることにより、(d)に示すように供試体を取り外すことができる。このように取り外した供試体は、(e)のようにすみやかに真空パックをすることにより、供試体の含水状況が変わらないようにして真空状態のまま保存するとともに、京都大学への移送ならびに X 線 CT による観察時にも、(f)に示すような真空パックのまま供試体を維持しておく。Photo 6 にマイクロフォーカス X 線 CT 装置 (KYOTO-GEO $\mu$ XCT) を示すが、開放型の CT 装置であり、装置全体が遮蔽室の中に設置されており、一連の操作はすべて室外から遠隔操作で行われる。

本試験では供試体の乾燥密度を  $1.55 \text{ Mg/m}^3$  とし、あらかじめ決めた所定の水平変位までせん断した時点で試験を終了し、X 線 CT 装置で観察した。そのため、複数の供試体での観察結果を用いて、あたかも一連のせん断帯の発達として評価することとしていることに注意されたい。

Photo 6 KYOTO-GEO $\mu$ XCT

Fig.5 および Fig.6 は正規圧密供試体および過圧密供試体の一面せん断試験後の供試体内部の X 線 CT 結果である。X 線透過量が多いほど黒くなり、低密度領域と判断できる。正規圧密供試体では、せん断箱の端部からの応力解放に伴い、斜めの亀裂が供試体内部に向かって生じており、せん断の進行とともにその数は増える。しかし、最終状態においても供試体の中心部では低密度領域は確認できない。一方、過圧密供試体では、垂直応力が小さいため、せん断のごく初期からせん断箱の端部から中心部に向かって、ほぼ水平な亀裂が生じている。しかし、せん断の進行に伴い正のダイレイタンスによって垂直応力が上昇し、低密度領域は徐々に閉合され、最終状態には正規圧密供試体と同様に供試体の中心部では低密度領域が消失している。Fig.2(b)の応力経路に示すように、最終状態の応力状態は、正規圧密、過圧密のいずれの供試体においてもほぼ同じであるため、供試体内の亀裂やそれに伴う低密度領域の分布も類似したものになっていると考えられる。

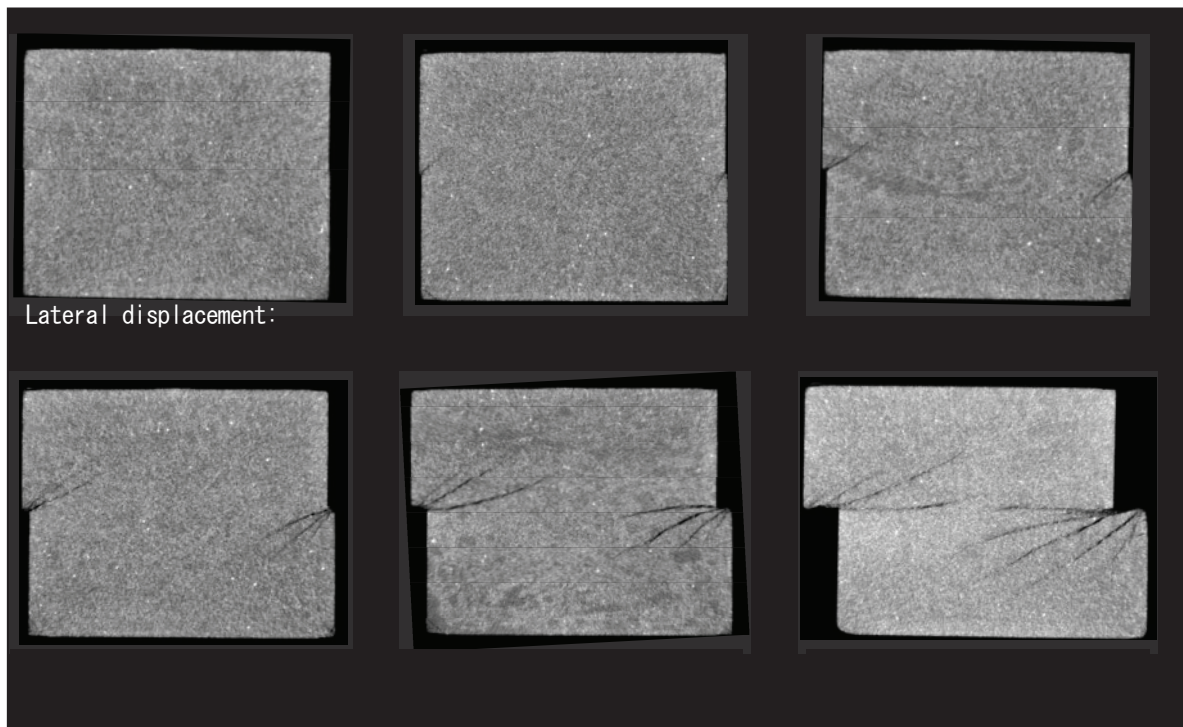


Fig.5 X-ray CT images of normally consolidated specimens

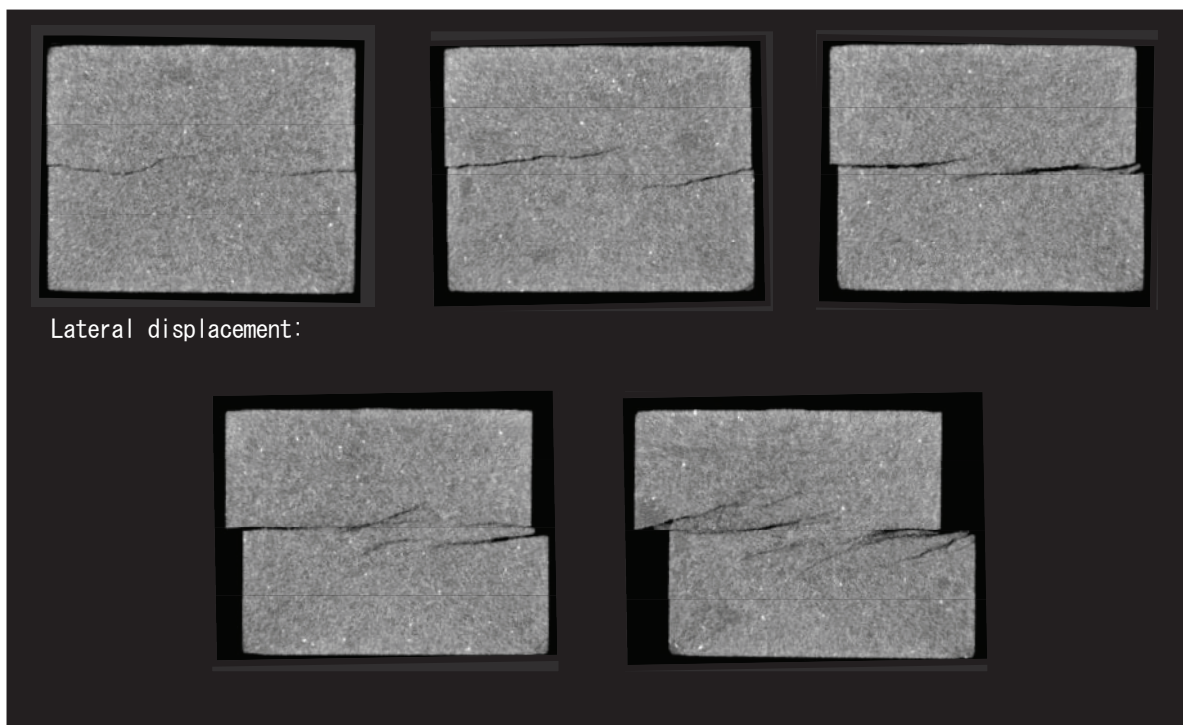


Fig.6 X-ray CT images of over-consolidated specimens



## 7. せん断帯への注水による膨潤挙動の観察

乾燥密度  $1.55 \text{ Mg/m}^3$  の正規圧密供試体において一面せん断試験を終了後、せん断帯が発生している部分に上下せん断箱の  $1 \text{ mm}$  の隙間から供試体に蒸留水を注入し、ベントナイトが膨潤する過程をマイクロSCOPEで観察した。

供試体への注水直後から 5 時間経過までの結果を Photo 7 に示す。一面せん断試験が終了し、写真の右上方方向から注水された直後には、供試体の崩壊に伴って大きな亀裂があることが確認できる。まず写真左側の亀裂がベントナイトの浸潤に伴う膨潤によって、40 分後にはほぼ埋まってしまふことがわかる。また写真右側に観察される大きな亀裂も時間の経過に伴い徐々に埋まってくるのがわかり、5 時間後には画面全域において注水前に観察されていた隙間がすべて埋まってしまったことがわかる。

以上のように、不飽和圧縮ベントナイトにせん断帯が生成した場合には、亀裂に沿って水は簡単に入ってしまうが、ある程度時間が経過すればベントナイトの自己シール性により、せん断帯は閉合する。

## 8. 結論

高レベル放射性廃棄物の地層処分場で緩衝材として使用されることが検討されている圧縮ベントナイトのせん

断挙動を解明するために、再冠水の途上にある不飽和圧縮ベントナイト緩衝材に想定される条件下で一面せん断試験を実施するとともに、その際に発生するせん断帯の観察を行った。その結果、以下の知見を得た。

- (1) 正規圧密状態の不飽和圧縮ベントナイトにおいては、一面せん断の初期から正規圧密土的な挙動を示し、ピーク強度以降には塑性圧縮を伴いひずみ軟化を示した。ピーク強度から得た不飽和圧縮ベントナイトのせん断抵抗角は  $\phi' = 33^\circ$  であり、飽和圧縮ベントナイトのせん断抵抗角より 2 倍程度大きいことが示された。
- (2) 過圧密状態の不飽和圧縮ベントナイトにおいては、せん断後の早い段階から、定体積せん断に伴う正のダイレイタンスーが発揮されることによって、せん断応力が増加することが示された。
- (3) 正規圧密、過圧密のいずれの供試体においても、一面せん断時には、大きな亀裂を伴うせん断帯が PIV 画像解析を用いて観察できた。過圧密供試体の方が、せん断初期からせん断帯が大きく発達し、亀裂に伴う崩壊領域も大きいことが示された。
- (4) せん断後の不飽和供試体をマイクロフォーカス X 線 CT 装置で観察した結果、正規圧密と過圧密ではせん断帯の生成過程は異なるものの、どちらの供試体でも垂直応力が十分に作用している状況においては、供試体中心部では低密度領域が発達しにくいことが示された。

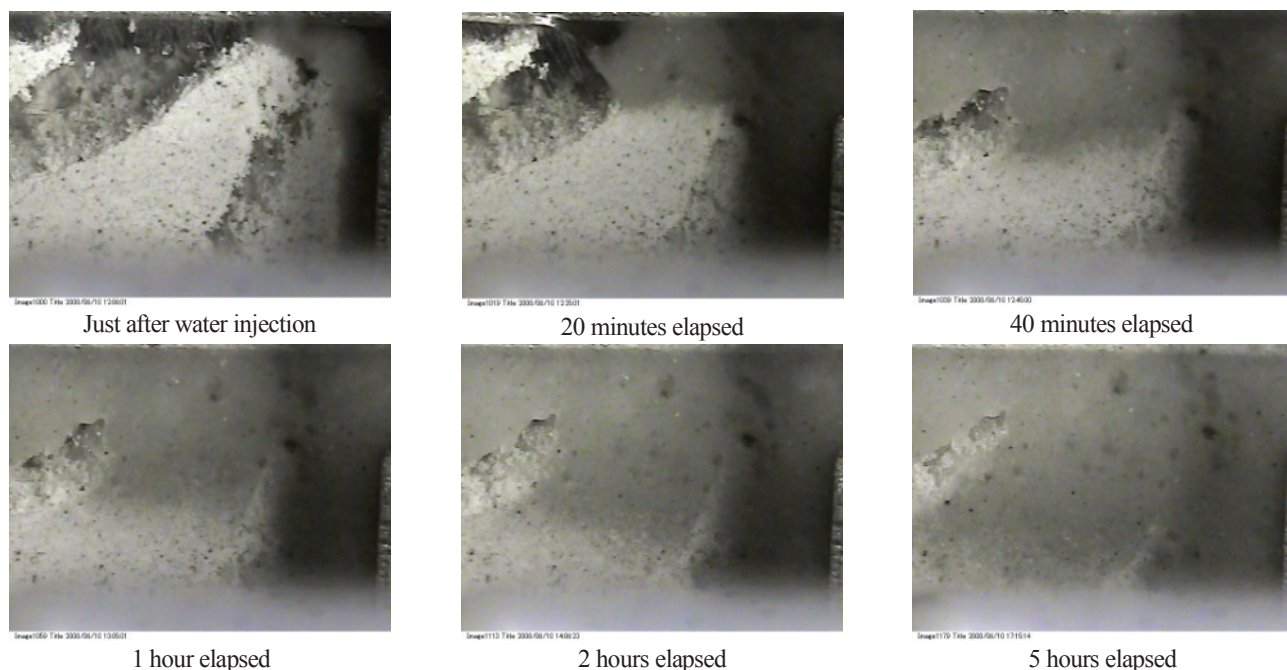


Photo 7 Observation of expansion of bentonite at shear band due to water injection

- (5) 一面せん断に伴い不飽和供試体に発生した亀裂へ蒸留水を注水し、その後の経時変化を観察した結果、ベントナイトの自己シール性が発揮されて亀裂は比較的短時間で閉合することが確認できた。

以上の結果より、高レベル放射性廃棄物の地層処分場において、再冠水の途上にある不飽和圧縮ベントナイトは、飽和供試体に比べて大きなせん断強度を有する反面、大きな亀裂を伴い脆性的な破壊挙動を示すことがわかった。しかし、その亀裂に水が浸入しても比較的短時間で修復される可能性も確かめられた。

#### 謝辞

本研究は（財）原子力環境整備・資金管理センターの地層処分重要基礎技術研究調査として実施したものであり、研究の一部は、中部電力基礎技術研究所の特別研究助成のお世話にもなりました。本研究を始めるにあたり、

大西有三京都大学副学長、小峯秀雄茨城大学教授には有益なご助言を賜りました。また、X線CTによる観察に関し、京都大学の岡二三生教授、肥後陽介助教、元大学院生の佐名川太亮氏にご協力賜りました。最後に、名城大学元学生の今場寿幸氏、松村竜樹氏には卒業研究を通して一面せん断試験を実施していただきました。記して謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 佐野 彰・三田地利之・澁谷 啓：地すべり面強度定数決定のための軟岩用繰返し一面せん断試験機の開発，地すべり学会論文集，31(2)，41-45，1994.
- 2) 高治一彦，鈴木英明：緩衝材の静的力学特性，核燃料サイクル開発機構報告書，JNC TN8400 99-041，1999.

(原稿受理日 平成21年9月18日)

# 粘性土の繰り返し単純せん断特性

福沢宏樹<sup>1)</sup> 小高猛司<sup>2)</sup> 板橋 一雄<sup>3)</sup>

## Cyclic simple shear characteristics of clay

Hiroki FUKUZAWA<sup>1)</sup>, Takeshi KODAKA<sup>2)</sup>, Kazuo ITABASHI<sup>3)</sup>

### Abstract

The aim of the present study is to investigate the cyclic shear behavior of clay, in particular simple shear condition. In general, a cyclic triaxial test is performed to evaluate the deformation and strength characteristics of clay. However, the direction of cyclic loading by a triaxial test is different from the direction of cyclic shear loading in the natural ground. In the present study, a cyclic simple shear test apparatus has been newly developed and the various cases of cyclic simple shear test have been performed using the reconstituted clay and intact natural clay. From the test results, the cyclic shear behavior of clay could be precisely obtained, which is useful for the constitutive modeling. Furthermore, it is found that the cyclic shear strength of clay is determined by only the vertical effective stress.

### 1. はじめに

粘性土地盤の地震時挙動を予測する場合に、砂地盤の液状化解析で用いられるような繰り返し載荷挙動を詳細に記述するモデルが適用されることは少ない。現状の地震応答解析では、比較的詳細に解析する場合であっても、動的変形試験によって得られた等価剛性と履歴減衰率の非線形性を考慮する程度である。それは、粘性土の場合には、液状化砂のように完全に有効応力を消失して大変形に至ることが少ないため、通常地震レベルでは詳細なモデル化までは必要なかったからとも考えられる。しかし、関東大震災における埼玉県中川低地での被害<sup>1)</sup>、あるいは安政南海地震における東大阪での被害<sup>2)</sup>など、歴史地震を繙けば鋭敏粘土地盤特有の甚大な被害報告もみられ、このような粘土地盤の地震被災メカニズムを解明するためには、粘性土の動的性質を詳細に調べた上で、その特性を記述する構成モデルを構築することが必要である。特に、継続時間が長く、かつ長周期である海溝型巨大地震においては、鋭敏な自然堆積粘土に関して構造劣化に伴う強度低下が危惧される。今後、粘性土を含む自然地盤の地震時挙動をより詳細に検討するためには、小ひずみ～大ひずみの領域を包含した、繰り返し載荷時の粘性土の動的特性をモデル化してゆく必要がある。

一方、粘性土の動的性質を評価するためには、繰り返し三軸試験が実施されることが多いが、三軸試験では応力～ひずみ関係、有効応力経路ともに、圧縮と伸張の両

過程で現れる挙動に大きな差が生じ、原地盤内での繰り返し挙動を正確に表現しているとは言い難く、構成モデルの開発に用いるには障壁が多い。さらに、原地盤と同じ異方圧密応力状態からの繰り返し載荷ができないことも繰り返し三軸試験の欠点である。本研究では、それら繰り返し三軸試験の欠点を補うべく、繰り返し単純せん断試験を用いた粘性土の動的構成モデルの構築を目標としている。単純せん断試験は、異方圧密応力状態を初期状態にして、せん断応力のみを繰り返し負荷することが可能であり、原地盤の繰り返し載荷挙動を再現しやすい利点がある。本論文では、新たに開発した単純せん断試験装置の概要とそれを用いた粘性土の繰り返し単純せん断試験結果を示す。

### 2. 単純せん断試験装置の概要

Photo 1 および Photo 2 に、それぞれ本研究で開発した単純せん断試験装置の全景およびセル部を示す。また、Fig. 1 は単純せん断試験装置の主要部の説明図である。載荷機構にはパルスモーターとハーモニックドライブ減速機を用いており、広範なせん断ひずみ速度 (0.002～0.6%/min) での試験が可能である。また、繰り返し載荷の反転時には、ほとんどバッククラッシュが生じない。また、荷重の計測には、垂直荷重、水平荷重ともに内部ロードセルを用いた水平変位は上部ペダスタルの移動量をギャップセンサーで計測することにより精度を高めている。

1) 大学院理工学研究科修士課程建設システム工学専攻 2) 建設システム工学科 3) 常勤理事

1) Master Course of Civil Engineering 2) Department of Civil Engineering 3) Trustee





Photo.1 Panorama of simple shear test

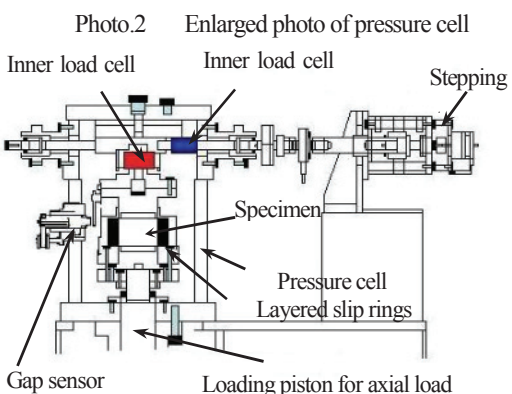
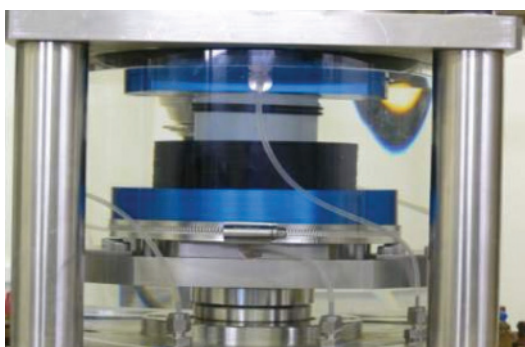


Fig.1 Schematic figure of the apparatus

供試体寸法は直径 60mm, 高さ 30mm としており, シンウォールサンプラーで採取した自然堆積粘土での試験が無理なく実施できる. 上下ペダスタルには刃付のポーラスストーンを設置しており, 供試体との摩擦を十分に確保した上で, 上部ペダスタルを水平移動することによって単純せん断試験を行う. なお, せん断中の単純せん断モードの実現するために, Photo2 に示したように, 多層スリップリングで供試体を拘束してせん断を行う. すなわち, メンブレンを被せた供試体の外側に, 供試体径と同じ内径の穴を持つ厚さ 1mm のドーナツ形状の多層スリップリングを積層させて設置し, 供試体側面形状を拘束しながらせん断している. また, せん断時には非排水条件による定体積せん断を実施しているが, さらに鉛直載荷軸を固定することにより, 異方圧密条件下でも精密な定体積せん断を可能としている.

### 3. 供試体の作製手順

本論文の実験で用いた試料は, 再構成の有楽町層粘土 (以下, 再構成有楽町粘土と呼ぶ) と東大阪地域で採取した不攪乱状態の自然堆積粘土 (以下, 不攪乱赤井粘土と呼ぶ) である. 再構成有楽町粘土は, 東京湾で浚渫した粘土を 420 $\mu$ m フルイによる裏濾しによって貝などの固形物を取り除き, 蒸留水を加えてスラリー状にして, ミキサーで十分に攪拌した. その後, 直径 20cm の予備圧密容器内にて, 24 時間真空ポンプを用いて脱気した後, 5 日ほどかけて徐々に圧密荷重を増加させてゆき, 最終的には 100kPa の圧密荷重を作用させ 2 週間ほど圧密させた. なお, 再構成有楽町粘土の物理特性は, 液性限界 85.5%, 塑性限界 31.0%, 塑性指数 54.5 であった. 一方, 不攪乱赤井粘土は, 大阪府大東市赤井においてシンウォールチューブで採取したものであり, 内湾の堆積環境で形成された Ma13 沖積粘土であり, この付近の東大阪粘土は鋭敏性が高いことが知られている<sup>3)</sup>.

Table.1 Test conditions

Case	Sample	$K_0$	$\sigma_1'$ (kPa)	$\sigma_3'$ (kPa)	$\sigma_m'$ (kPa)
A	Reconstituted	1.0	200	200	200
B		0.66	300	200	233
C	Yurakucho clay	0.5	400	200	267
D			200	100	133
E	Intact Higashi	1.0	60	60	60
F	Osaka clay	0.5	80	40	53

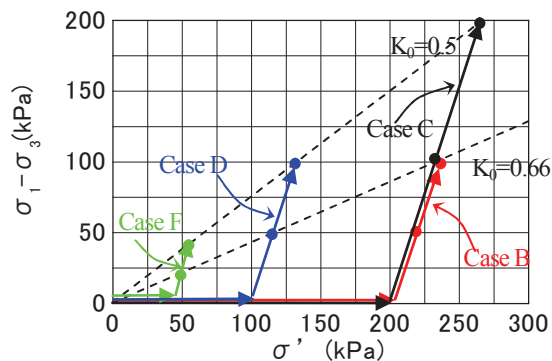


Fig.2 Effective stress paths for anisotropic consolidation process

供試体は標準圧密試験と同様に, 直径 60mm のカッターリングを用いて円柱型に成形した後, 試験装置に設置する. セル内に供試体を設置し, 二重負圧法による飽和化を行った後, 最終的に Table.1 に示す圧密条件で 20 時



間圧密を行った。Case A の等方圧密 ( $K_0=1$ ) の場合には、表に示す等方応力をすぐに作用させたが、Case B,C,D の異方圧密 ( $K_0=0.5, 0.66$ ) の場合には、圧密過程においても比較的大きなせん断応力が作用するために、Fig.2 に示すように数段階で Table.1 の所定の応力状態に到達させた。最終応力状態以外では、図中の各プロットの応力状態にて、4 時間ずつの圧密を行った。また、すべての試験で背圧は 200kPa としている。前述のように、単純せん断過程は、軸変位固定の非排水定体積せん断条件で行っており、すべての試験において、ひずみ制御方式で実験を実施している。せん断ひずみ速度は、単調載荷試験では 0.1%/min、繰り返し載荷試験では 0.5%/min である。

4. 試験結果

4.1 再構成有楽町層粘土

Fig.3 は初期有効拘束圧 100, 200, 300kPa で等方圧密後に単調載荷単純せん断試験をした結果に加えて、Case B, C, D の異方圧密応力状態からせん断した場合の試験結果である。なお、200kPa で等方圧密した場合が Case A に相当する。Fig.3 (a) のせん断応力～せん断ひずみ関係を見ると、全試験において、せん断応力は単調に増加しており、明確なピーク強度は確認できない。Fig.3 (b) の有効応力経路を見ると、等方、異方の圧密条件に関係なく、破壊応力比は 0.6 と比較的小さい値を示している。Fig.4 は等方、異方の両圧密条件による差を明確に示すために、せん断応力の代わりに偏差応力テンソルの第 2 不変量  $\sqrt{2J_2}$  (以下、偏差応力と呼ぶ) を用い、せん断ひず

みの代わりに偏差ひずみテンソルの第 2 不変量  $\epsilon_s$  (以下、偏差ひずみと呼ぶ) を用いて示した実験結果である。有効応力経路を見ると、異方圧密応力を初期状態とする Case B, C, D では、偏差応力はそれほど変化せずに限界状態線まで推移していることがわかる。特に、 $K_0=0.5$  の Case C, D では、偏差応力はせん断に伴い低下する傾向が観察されている。

Table.1 に示す Case A～D の 4 種の等方あるいは異方圧密応力を初期状態として、それぞれ 3 つの繰り返しせん断応力比 ( $\tau/\sigma'_m$ ) を用いて繰り返し単純せん断試験を実施した。Fig.5～Fig.8 にそれぞれ、Case A～Case D の試験結果を示す。いずれの図においても、上段がせん断応力～せん断ひずみ関係 (以下、応力～ひずみ関係と呼ぶ)、中段がせん断応力～平均有効応力で表した有効応力経路 (以下、通常の有効応力経路と呼ぶ)、下段が偏差応力～平均有効応力で表した有効応力経路 (以下、偏差応力の有効応力経路と呼ぶ) である。応力～ひずみ曲線、通常の有効応力経路ともに、繰り返しせん断に伴い、せん断ひずみの増加や平均有効応力の減少は、せん断応力の方向によらず均等に進んでいる。特に、有効応力経路はきれいな上下対称を示しており、この単純せん断試験においては、繰り返し載荷によって粘土が徐々に有効応力を失ってゆく挙動を、精度良く観察できているものと考えている。いずれの実験においても、せん断ひずみの両振幅が 10% を超えた時点で実験を終了しているが、せん断ひずみは徐々にまだ増加し続けていることが見てとれる。また、平均有効応力も徐々にではあるが減少し続けているが、ゆる詰め砂のようにゼロまで到達することはなく、

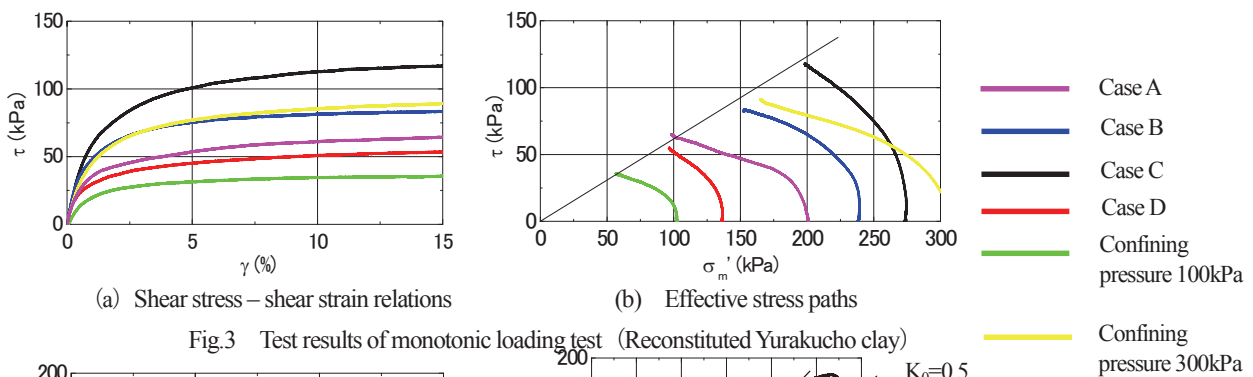


Fig.3 Test results of monotonic loading test (Reconstituted Yurakucho clay)

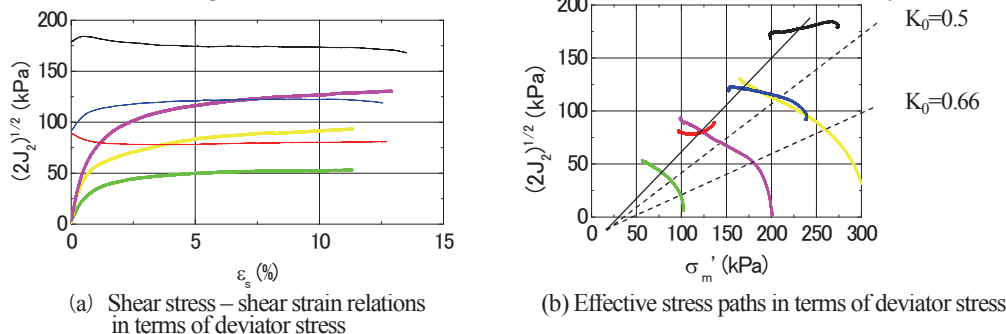


Fig.4 Test results of monotonic loading test (Reconstituted Yurakucho clay)

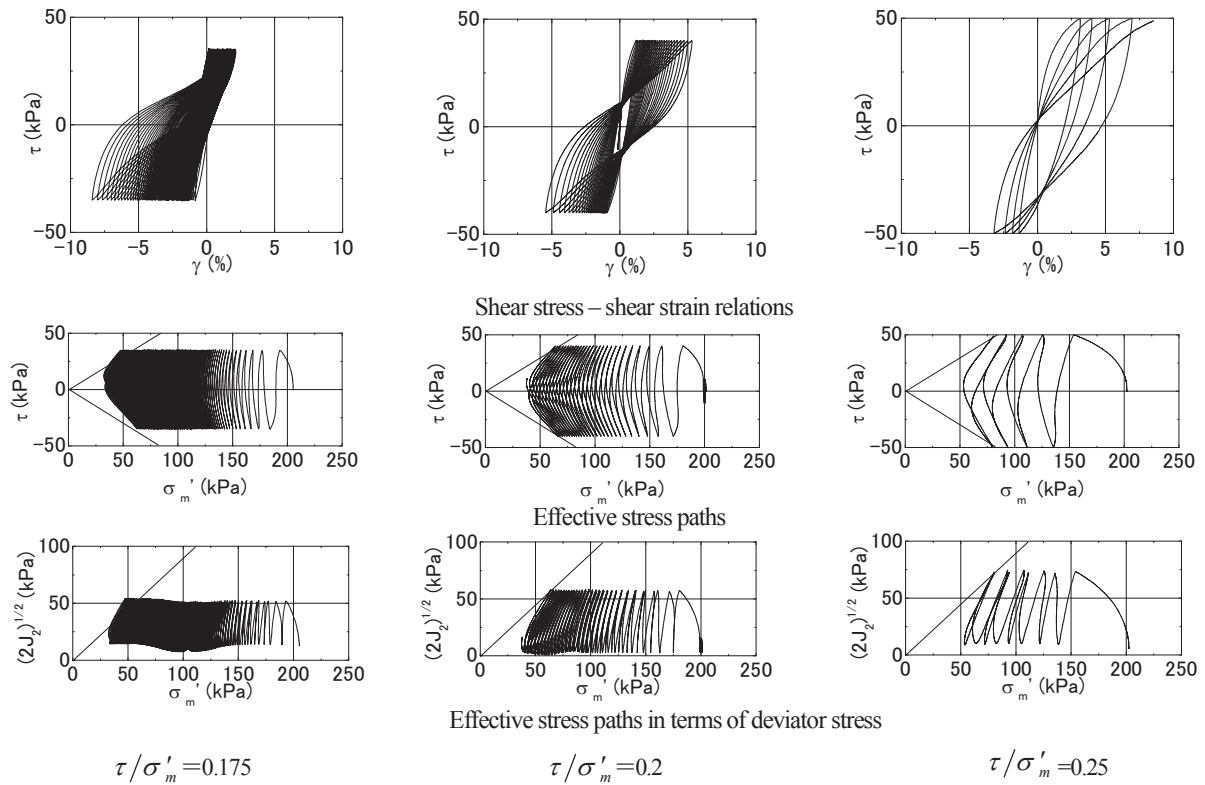


Fig. 5 Test results of isotropically consolidated reconstituted clay, Case A

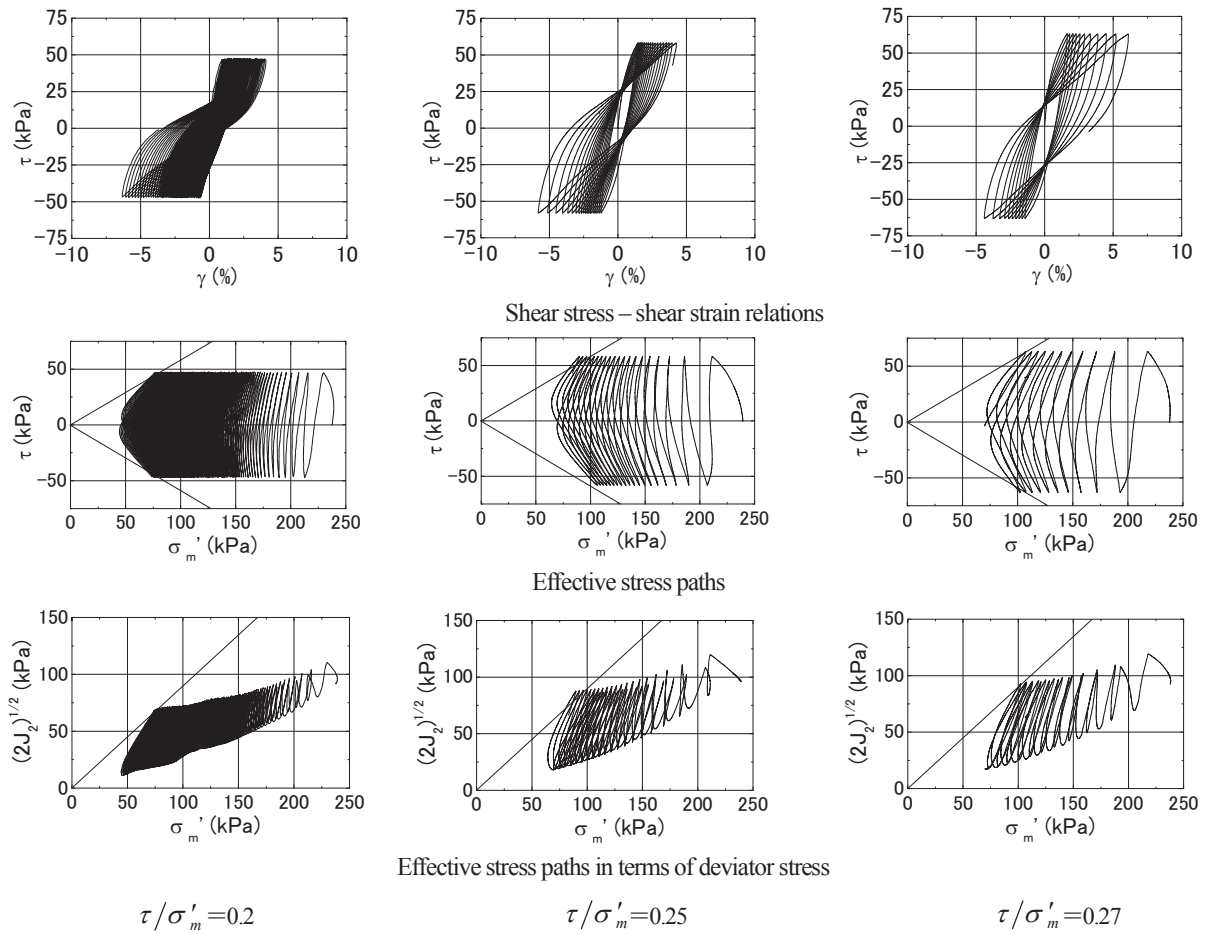


Fig. 6 Test results of anisotropically consolidated reconstituted clay, Case B

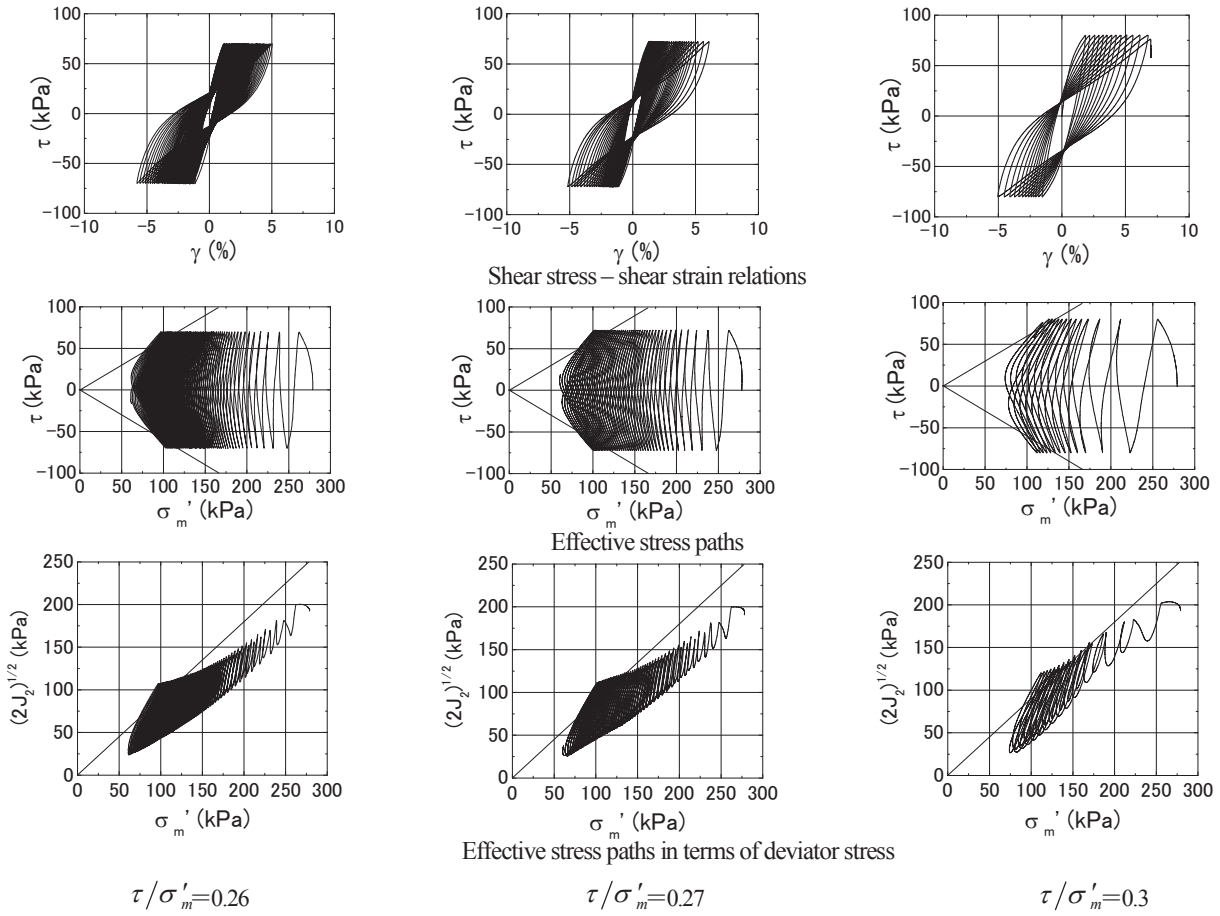


Fig. 7 Test results of anisotropically consolidated reconstituted clay, Case C

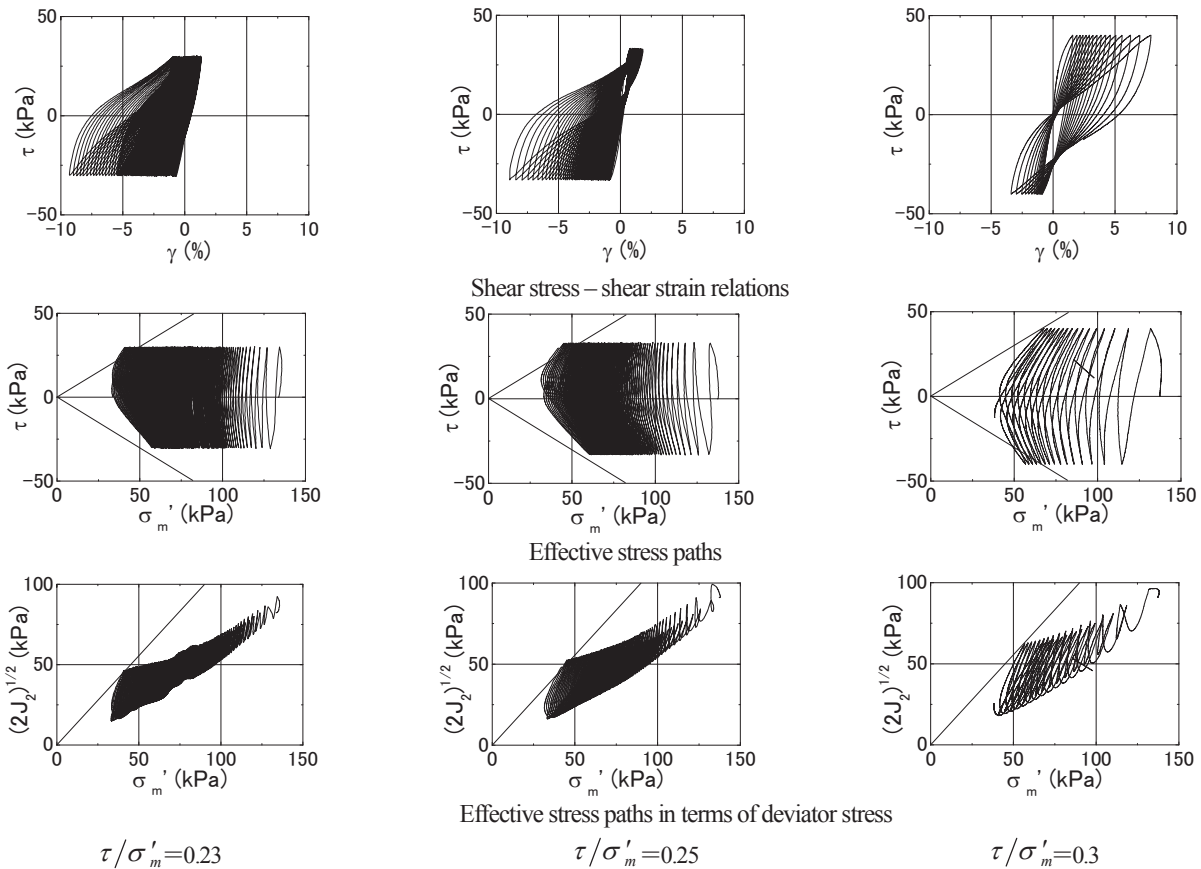


Fig. 8 Test results of anisotropically consolidated reconstituted clay, Case D

比較的大きな値で収束しつつある。有効応力経路に描かれている直線は、単調載荷単純せん断試験で得られた破壊線である。単調載荷では、試験条件によらず破壊線は同じ傾きであると判断できたために、これらの図でも全 Case で同じ傾きの破壊線を示している。通常の有効応力経路を見るといずれの Case においても、せん断ひずみの増加につれて、有効応力経路は2本の破壊線に挟まれた領域内で徐々に傾きを大きくしながら減少してゆく挙動を見せており、密づめ砂で観察されるサイクリックモビリティに類似している。偏差応力の有効応力経路では、特に異方圧密応力を初期状態とする Case C においては、繰り返し載荷に伴い、徐々に等方応力に近づいている様子が良くわかる。特に注目したいのは、比較的大きな繰り返し応力比の繰り返しせん断応力を作用させても、載荷初期にはそれほど大きな偏差応力の変動は見られない、繰り返し載荷が進行すると、相対的に等方的な有効応力状態に近づくために、偏差応力の変動も多くなることである。載荷の進行に伴い偏差応力の有効応力経路は、破壊線の下側から徐々に近づくように推移し、有効応力状態が破壊線を超える部分が目立ち始める。以上のように、通常の有効応力経路では、初期の応力状態による違いはないものの、偏差応力の有効応力経路をみると、両者に大きな差があることがわかる。

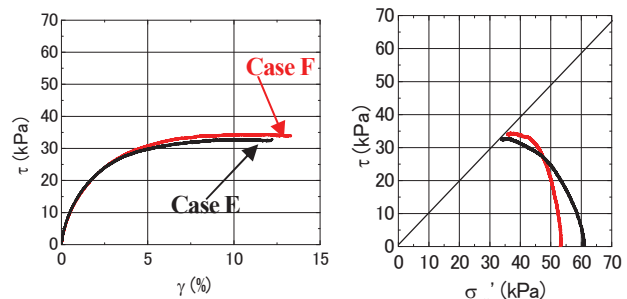
4.2 不攪乱赤井粘土

本論文の実験では、サンプリングした粘土試料の中から、深度 9.3m 付近、鉛直有効土被り圧 74.4~78.3kPa、含水比約 85% の試料を使用した。この試料には細かい貝殻が多く含まれていた。初期の有効応力状態を等方圧密条件とする Case E の場合には、鉛直有効土被り圧を勘案して初期有効拘束圧 60kPa とした。異方圧密条件の Case F としては、原地盤の異方応力状態を  $K_0=0.5$  と仮定し、初期の有効応力状態を鉛直有効応力 80kPa、水平有効応力 40kPa を採用した。

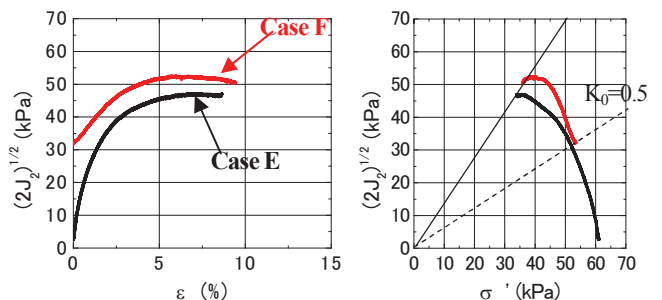
Fig.9 に Case E と F の単調載荷単純せん断試験結果を示す。等方、異方の初期有効応力状態に拘わらず、いずれもほぼ同じせん断応力~せん断ひずみ曲線となっており、最終的な有効応力状態もほぼ同一となっている。破壊応力比は 0.96 であり、再構成有楽町粘土と比較して大きな値であった。Fig.10 は Fig.9 の結果を偏差応力で表したものである。初期異方圧密応力状態を反映して、Case F ではせん断初期から比較的大きな偏差応力が作用していることがわかる。また、 $K_0=0.5$  の Case F の応力状態であっても、せん断応力の負荷により偏差応力はさらなる増加を示している。

Fig.11 および Fig.12 に、それぞれ Case E および F の繰

り返しせん断試験結果を示す。せん断応力~せん断ひずみ関係を見ると、全試験においてせん断ひずみの発生に偏りが見られる。これは、不攪乱赤井粘土の試験においては、全体的に有効応力レベルが小さいことにより、試験機特性の誤差が顕著に現れた結果と考えており、今後改良の必要がある。通常の有効応力経路を見ると、再構成粘土と同様に、上下対称の試験結果となっている。不攪乱赤井粘土の顕著な特徴としては、いずれの有効応力経路においても、繰り返し時の載荷・除荷の経路が非常に近いことが挙げられる。再構成有楽町粘土では、せん断応力が反転する除荷時には、弾性除荷挙動によって若干のループが見られるものの、不攪乱赤井粘土にはほとんどループは見られない。これは、繰り返しに伴いせん断ひずみの進行は見られるものの、この状態では不攪乱粘土の骨格構造がまだ維持されている可能性が考えられる。Fig.12 の Case F の偏差応力の有効応力経路を見ると、載荷初期から比較的大きな偏差応力が作用しているが、繰り返し載荷によってさらに大きな偏差応力が作用していることがわかり、この点でも再構成有楽町粘土との違いは大きい。



(a) Shear stress – shear strain relations (b) Effective stress paths  
Fig.9 Test results of monotonic loading test (Intact Higashi Osaka clay)



(a) Deviator stress – deviator strain relations (b) Effective stress paths in terms of deviator stress  
Fig.10 Test results of monotonic loading test (Intact Higashi Osaka clay)



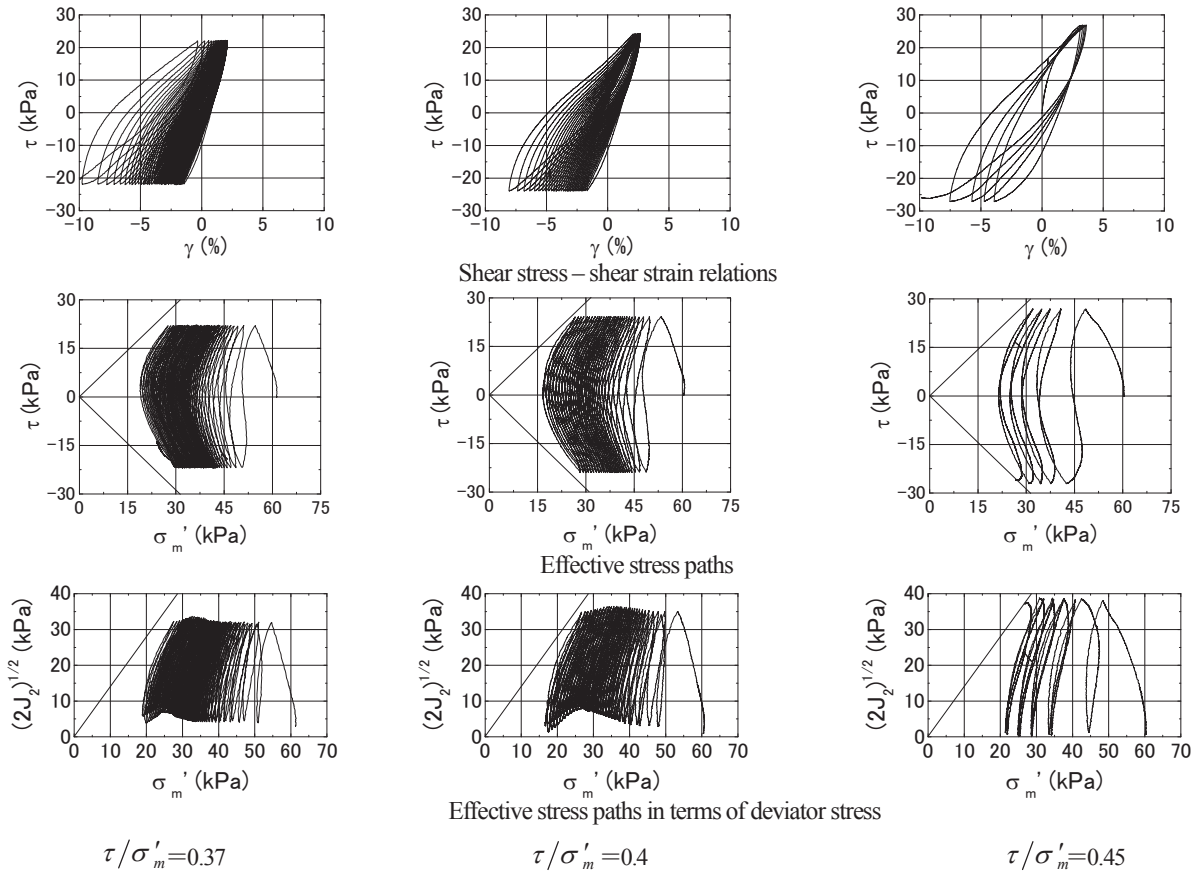


Fig.11 Test results of isotropically consolidated reconstituted clay, Case E

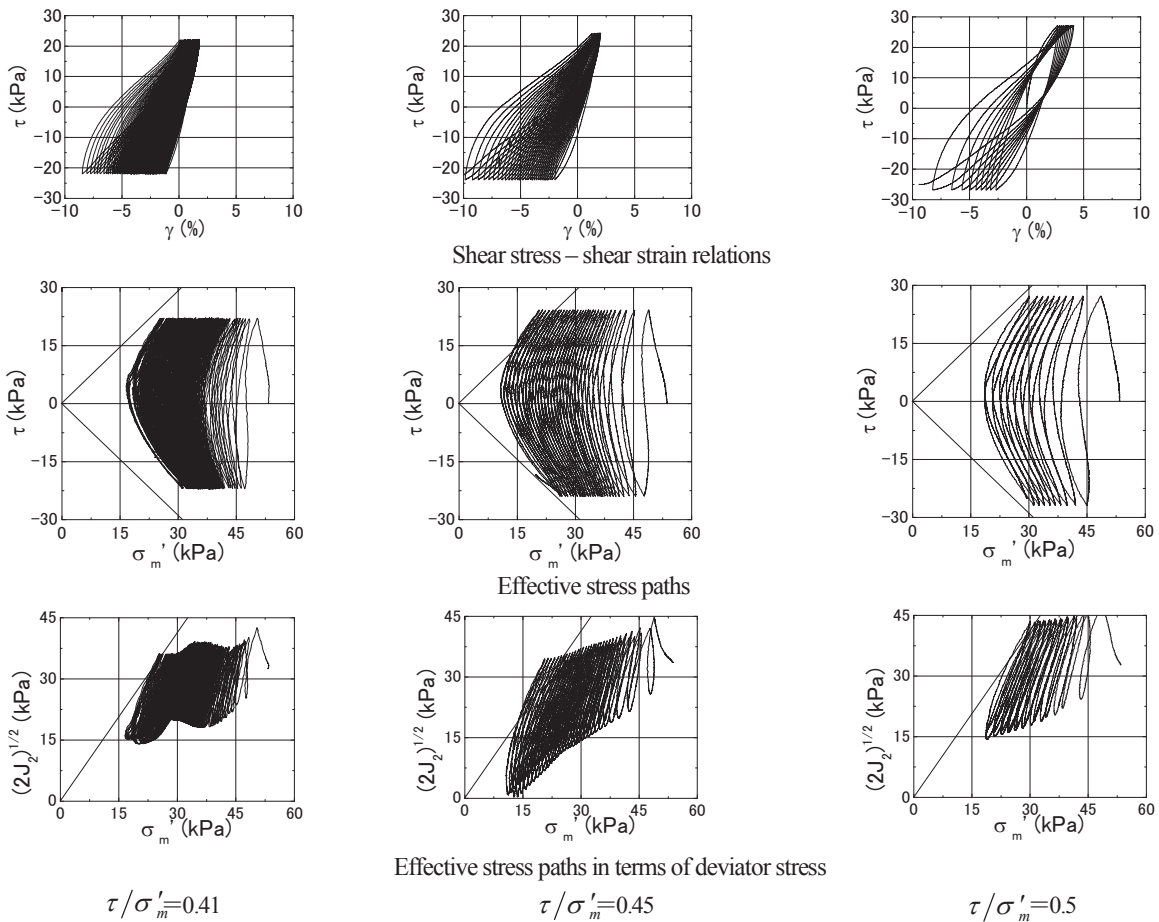


Fig. 12 Test results of anisotropically consolidated reconstituted clay, Case F

4.3 繰り返し強度曲線

Fig.13 に試験 Case 毎の繰り返し強度曲線を示す。縦軸には繰り返し載荷時の最大せん断応力  $\tau$  と初期平均有効応力  $\sigma'_m$  の比で定義した繰り返し応力比  $\tau/\sigma'_m$  を用いており、横軸には両振幅せん断ひずみが 10%を超えた時点の繰り返し回数である。全般的に、不攪乱赤井粘土の方が、再構成有楽町粘土と比べて繰り返し強度が大きいことがわかる。これは、不攪乱粘土の構造に起因する疑似過圧密特性によるものと考えられる。また、再構成有楽町粘土と不攪乱赤井粘土を個々に見てみると、いずれにおいても  $K_0$  値が減少、すなわち初期有効応力の異方性の度合いが多くなるほど、繰り返し強度が増加することがわかる。 $K_0$  値が等しい Case C と D では初期有効応力は大きく異なるが、繰り返し強度曲線は一致している。この繰り返し強度曲線は、砂における液状化強度曲線に対応するものであるが、砂では今回の実験のように  $K_0$  値による液状化強度曲線に大きな違いは生じないことが知られており、この試験結果は粘性土特有なものであると考えられる。

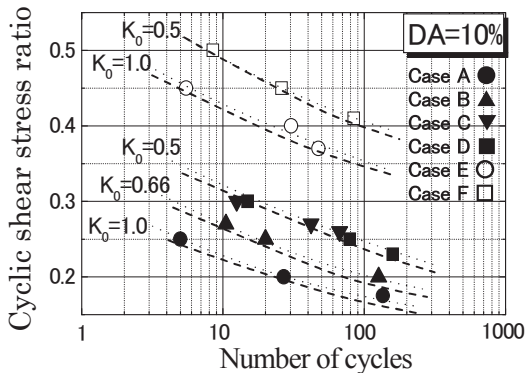


Fig. 13 Cyclic shear strength curves ( $\tau/\sigma'_m \sim N$  relations)

以上は、繰り返し応力比の算定に、平均有効応力を用いた結果であったが、次に繰返し応力比として、再構成有楽町粘土では最大せん断応力  $\tau$  を初期鉛直有効応力  $\sigma'_1$  で除したものを、不攪乱赤井粘土では、 $\tau$  を圧密試験から得た先行圧密応力  $\sigma'_{vc}=80\text{kPa}$  で除したものをを用いる。Fig.14 に新たな定義の繰り返し応力比を用いた繰り返し強度曲線を示す。 $K_0$  値すなわち異方圧密の履歴によらず、繰返し強度曲線が再構成、不攪乱それぞれにおいて一致している。この結果は、粘土地盤の繰返しせん断強度は、それぞれの地盤が置かれている鉛直有効応力に依存して決まる可能性を示唆しており、異方的な有効応力状態にある自然堆積粘土地盤の繰返しせん断強度を評価する上で有用な知見であると考えている。

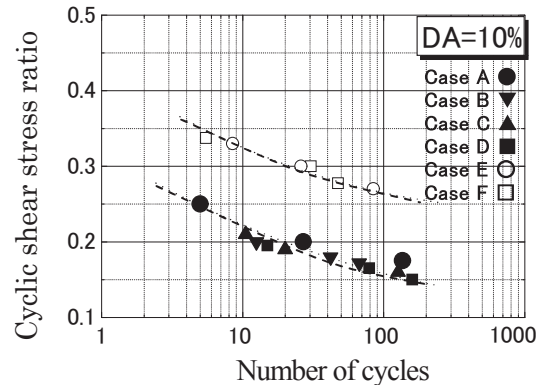


Fig. 14 Cyclic shear strength curves ( $\tau/\sigma'_1 \sim N$  relations)

5. まとめ

異方圧密応力状態に置かれている自然堆積粘土地盤の繰返しせん断挙動を評価するために、単純せん断試験装置を開発するとともに、それを用いて異方圧密粘土供試体による繰返しせん断試験を実施した。偏差応力で整理することにより、異方圧密応力状態からの繰返し単純せん断挙動は、等方応力状態から実施する繰返しせん断挙動とは破壊に至る経路などが異なることが明らかとなった。また、繰返し強度曲線は、繰返し応力比を過去に受けた最大の鉛直有効応力で整理することによって、統一的に表すことができることが示された。このことから、粘性土の繰返しせん断特性に関しては、鉛直有効応力が一つの重要なパラメータであることが示唆された。

参考文献

- 1) 田邊晋, 中西利典, 石原与四郎, 木村克己古奥東京湾地域における沖積層の分布と 1923 年の関東地震による木造家屋被害の対比, 日本地質学会学術大会概要, 113, p.54, 2006.
- 2) 岩崎好規: 地盤データベースによる東大阪の歴史地震被害と鋭敏粘土の解析, 土木学会第 46 回年次学術講演会, 第三集, pp.18-19, 1991.
- 3) JKG-NET 関西圏地盤研究会: 新関西地盤 大阪平野から大阪湾, 2007.

(原稿受理日 平成 21 年 9 月 18 日)

# 飽和圧縮ベントナイトの力学特性と遮水性能

平手寿大<sup>1)</sup> 寺本優子<sup>1)</sup> 小高猛司<sup>2)</sup>

## Mechanical Characteristic and Sealing Performance of Saturated Compacted Bentonite

Toshio HIRATE<sup>1)</sup>, Yuko TERAMOTO<sup>2)</sup>, Takeshi KODAKA<sup>3)</sup>

### Abstract

The aim of the present paper is to study the mechanical characteristics and the sealing performance of the saturated compacted bentonite, which is planned for use as the buffer material in the geological disposal project. A series of the constant volume direct shear tests was performed to observe the mechanical behavior of the saturated compacted bentonite. At the same time, developed shear bands were observed during the direct shearing using the PIV image analysis. Also, inside of the specimens were observed by using a  $\mu$ -focus X-ray CT scanner. From these observations, it seems that there was no change of density at the shear bend. In addition, as a results of the permeability test using the sheared specimen, it can be confirmed the maintenance of sealing performance.

### 1. はじめに

わが国の高レベル放射性廃棄物の地層処分においては、ガラス固化された放射性廃棄物をオーバーパックと呼ばれる金属製容器に封入し、その周りを緩衝材で覆い、地下 300m 以深の岩盤に埋設することを基本方針としている。使用される緩衝材に必要な条件として、オーバーパックを恒久的に安全に支持するとともに、地盤からの長期的クリープ変形や地震などの外力から守ることに加えて、地下水環境内から隔離することが重要である。これらを満たす材料として高压で圧縮したベントナイトが有力である。圧縮ベントナイトは、不飽和状態で締められ製造された後、埋設されるため、地下処分場の閉鎖後、地下水の浸潤により緩衝材は飽和状態になる。飽和状態になると、ベントナイト自身による膨潤圧の増加、オーバーパックの腐食膨張、周辺岩盤からのクリープ変形の長期的な作用などと不飽和状態に比べると周辺環境が変化する。

本研究では、急激な地殻変動や長期的なクリープ破壊によって周辺岩盤にせん断帯が発生し、緩衝材にも破壊が伝播してせん断帯が形成された場合、緩衝材の基本性能が維持されるか検討を行っている。本論文では、飽和圧縮ベントナイト供試体を用いて一面せん断試験を実施し、破壊時の力学特性を調べるとともに、せん断中に発生したせん断帯についてPIV画像解析やマイクロフォーカスX線CTを用いて観察して結果を示す。さらに、せ

ん断帯を含む供試体を用いて、透水試験を行い、遮水性能の維持について検討した結果を示す。

### 2. 飽和供試体作製方法及び試験方法

粉末状のベントナイト(クニミネ工業(株)製 Na 型ベントナイト・クニゲル V1)を 70%、三河珪砂 6 号を 30%の質量比で配合した試料を、圧縮成型後に所定の乾燥密度になるように計量し、Photo 1 に示す直径 80mm、高さ 20mm の高剛性圧縮リングに投入し、油圧ジャッキを用いて圧縮成型する。Photo 2 に示すように圧縮リングを飽和供試体作製用モールドに設置した後、Photo 3 に示す 4 連載過フレームに鉛直軸を固定して設置し、両面注水によって試料を飽和させる。この際、ロードセルによって膨潤圧を計測することにより飽和化の目安とする。今回の実験では、圧縮ベントナイトを約 3 ヶ月飽和させた。飽和後、モールドを解体して試料を取り出し、50mm 角のガイドカッターを用いて 50×50mm の正方形断面で、厚さ 20mm の供試体に成形する。高拘束圧一面せん断試験機に供試体を設置し、水平変位速度 0.4mm/min、上下せん断箱間隔 1mm で、水平変位 6mm になるまで定体積条件で一面せん断試験を開始した。なお、飽和供試体の含水比から飽和度を計算したところ、飽和モールド内で拘束されていた時点では飽和度が 100%に達していたことが確認できたが、モールドから取り出した直後に 1.9mm 程度膨張したことにより、一面せん断試験時には飽和度は 91%程度まで低下していたと考えられる。

1)大学院理工学研究科修士課程建設システム工学専攻 2) 建設システム工学科

1) Master Course of Civil Engineering 2) Department of Civil Engineering

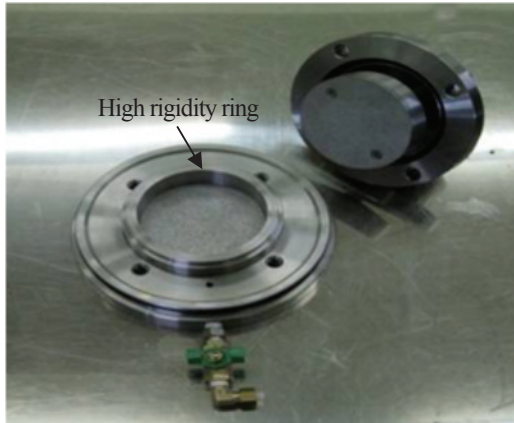


Photo 1 Saturation mold for the compacted bentonite

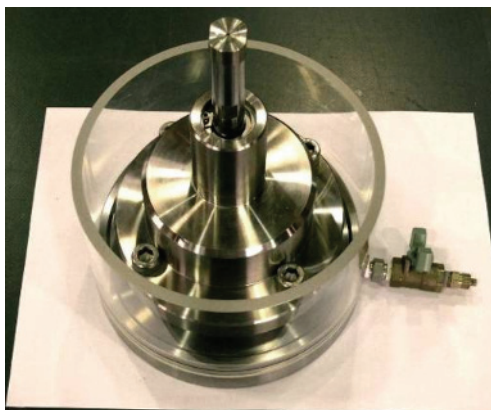


Photo 2 Complete view of the saturation mold

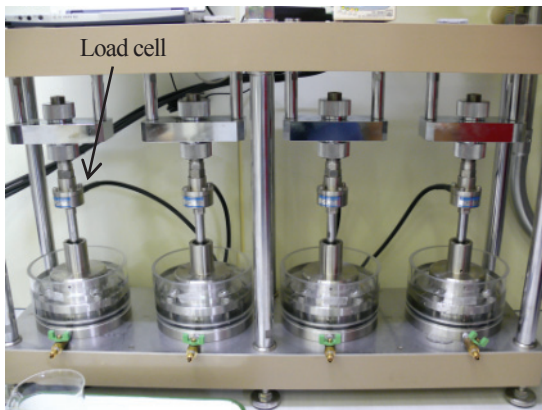


Photo 3 Loading frame

### 3. 飽和供試体による一面せん断試験

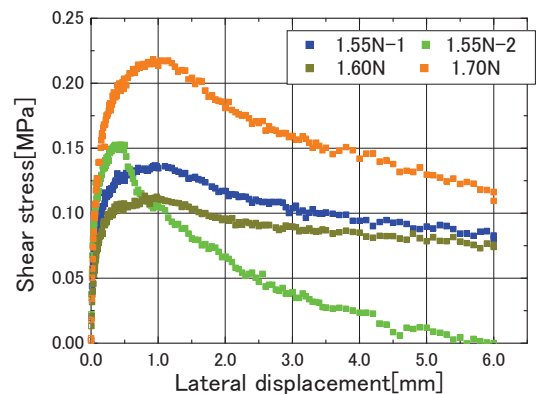
#### 3.1 試験条件

Table 1 に一面せん断試験の試験条件を示す。今回の試験では、乾燥密度 1.55 および 1.60Mg/m<sup>3</sup> の供試体には、初期垂直荷重を 0.6MPa、乾燥密度 1.70Mg/m<sup>3</sup> の供試体には、初期垂直荷重を 1.2MPa を与えて試験を行った。これらの垂直荷重は、飽和供試体作成時の膨潤時に観察された最終的な膨潤圧を同じ値とした。また、乾燥密度 1.55Mg/m<sup>3</sup> の供試体については、供試体内に強制的に発

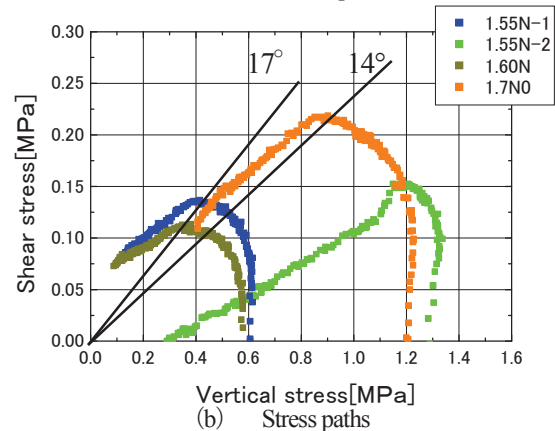
生させた間隙水圧がベントナイトの強度特性に影響を及ぼすか検討するために、初期垂直荷重を 1.3MPa まで負荷させた試験も行った。以上の一連の試験ケースを正規圧密供試体とした。Table 1 の供試体名には乾燥密度を示す数字の後に N と示している。一方、乾燥密度 1.55Mg/m<sup>3</sup> の供試体については、初期垂直荷重を与えずにせん断する試験も実施した。これを過圧密供試体として、乾燥密度を表す数字の後に O と示している。

Table 1 Test conditions

Specimens	Normal consolidation/Over consolidation	Dry density (Mg/m <sup>3</sup> )	Initial vertical stress (MPa)
1.55N-1	Normal consolidation	1.55	0.6
1.55N-2			1.3
1.60N		1.60	0.6
1.70N		1.70	1.2
1.55O	Over consolidation	1.55	0



(a) Shear stress – lateral displacement relations



(b) Stress paths

Fig. 1 Shear test results of normally consolidated specimens

#### 3.2 正規圧密供試体の試験結果

Fig. 1 に(a)せん断応力～変位関係、(b)応力経路を示す。Fig. 1(a)より、いずれの乾燥密度でも水平変位 1mm 前後



で最大せん断応力に達して、その後緩やかな軟化をしている。また、乾燥密度が大きいほど軟化幅が大きくなっている。Fig. 1(b)より、どの乾燥密度でも同じ様な形状の挙動を呈しており、せん断直後から垂直応力が減少していき、ピーク強度に達してからひずみ軟化をして最終状態になっている。1.55N-1, 1.60N および 1.70N の最大せん断応力からせん断抵抗角を求めるとそれぞれ  $\Phi' = 17^\circ$  および  $14^\circ$  である。これは過去に行った不飽和状態の圧縮ベントナイトを用いて一面せん断試験を行って求めたせん断抵抗角  $\Phi' = 33^\circ$ <sup>1)</sup> と比べると小さい値を示しているが、JAEA が公開している三軸試験による内部摩擦角  $\Phi' = 16.6^\circ$ <sup>2)</sup> と比べると非常に近い値となっている。膨潤圧以上の初期垂直荷重を与えてから試験した 1.55N-2 を見ると最大せん断応力をピーク強度は 1.55N-1 と同じ値になっているが、せん断応力が 0MPa まで減少した。これは供試体内に膨潤圧以上の間隙水圧が発生してせん断応力が低下したと考えられる。

3.3 過圧密供試体の試験結果

Fig. 2 に(a)せん断応力～変位関係、(b)応力経路を示す。比較のために正規圧密供試体の試験結果も示している。過圧密供試体は、初期垂直応力 0MPa としてせん断する予定であったが、せん断準備中に供試体が膨張したことにより垂直応力も若干増加し、最終的に初期垂直応力 0.05MPa で試験を開始した。

Fig. 2(a)より、正規圧密供試体、過圧密供試体両方とも水平変位 1mm 辺りで最大せん断応力に達し、その後ひずみ軟化している。最終状態は同じせん断応力となっている。Fig. 2(b)より、過圧密供試体は正のダイレンタンスーの発現により、せん断応力の増加とともに垂直応力も増加している。また、最終状態は正規圧密供試体と過圧密供試体では非常に近い値を示している。このことから、乾燥密度が同じであれば、初期の垂直応力が水浸・膨張時の膨潤圧以下であれば、発揮する最大せん断応力及び最終応力状態は同一であるとわかる。

4. 画像解析結果

画像解析によるせん断帯の観察を、3.2 で示した正規圧密供試体 1.60N について実施した。観察箇所は Photo 4 に示すせん断箱右側の赤い枠で囲った部分である。せん断箱のエッジ部分から伝播してくるせん断帯を観察するのは、この近辺が最適だと過去の試験から判断した。

Fig. 3(a)に速度ベクトルを示す。ベクトルの速度は色表示に最大 12 $\mu\text{m/s}$  を赤色、最小 0 $\mu\text{m/s}$  を青色で評価した。また、Fig.3(b)にせん断ひずみ分布図を示す。なお、固定

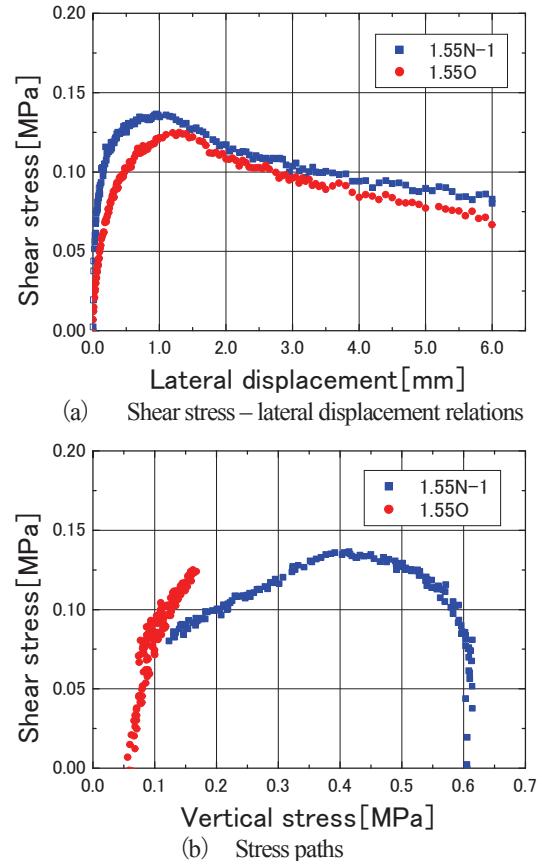


Fig. 2 Shear test results of over-consolidated specimen

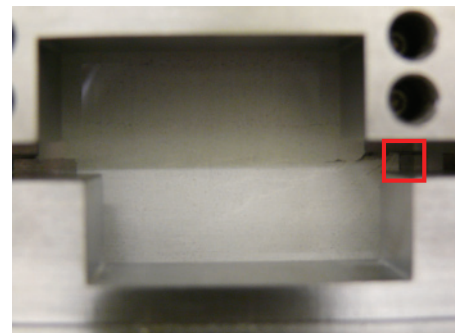
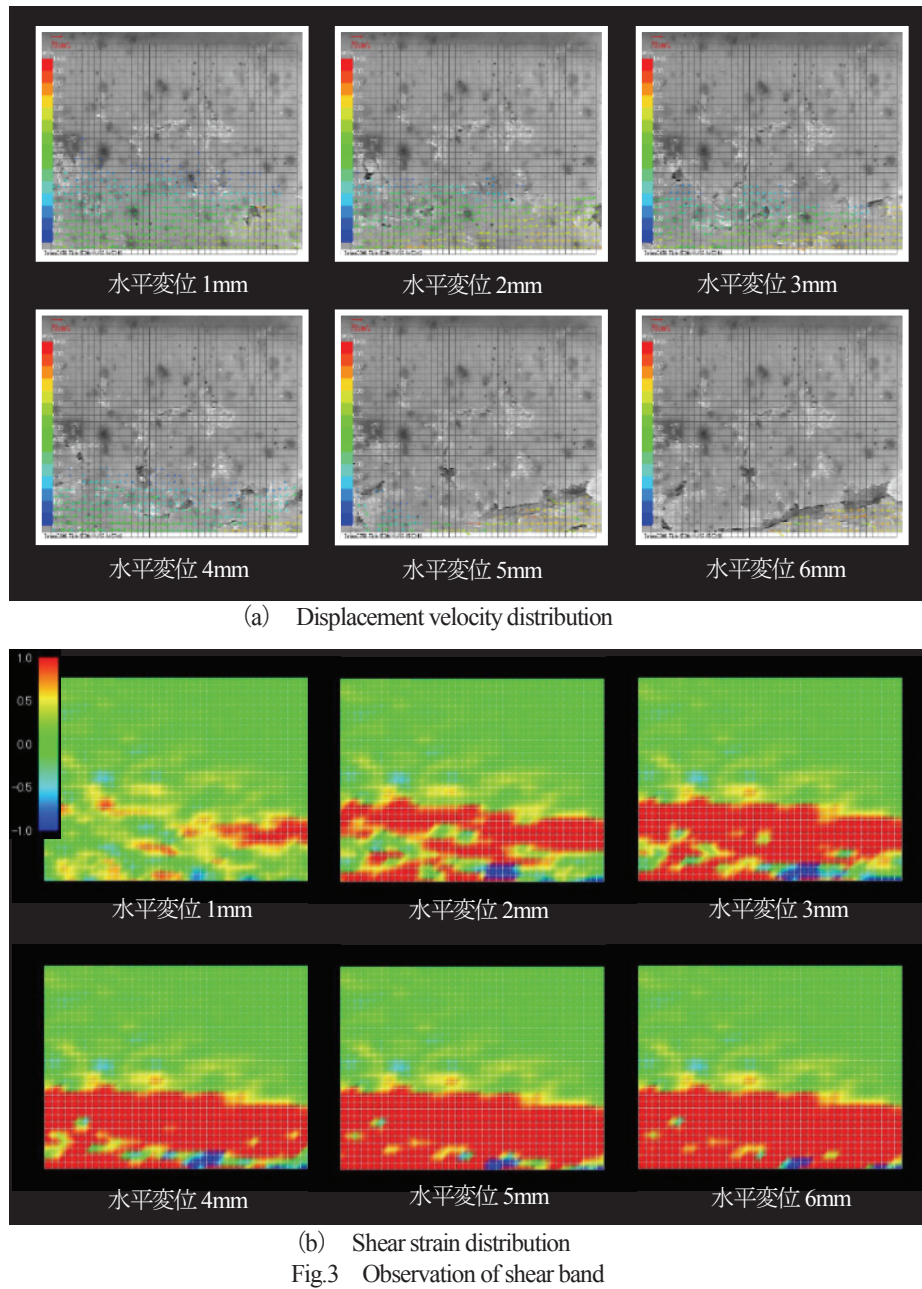


Photo 4 Position for observation

した観測窓から変位速度を計測し続ける解析手法であるために、計測されるひずみ量は、実際の固体の変形から得られる本来のひずみ量には対応していない。

Fig.3(a)より、水平変位 1mm 辺りでは、下部領域の移動速度はあまり大きくないが、水平変位 2mm を過ぎてからほぼ同一で下部領域が移動しているのがわかる。また、水平変位 1mm でせん断帯が見られるが、せん断終了の水平変位 6mm を見ても大きな崩壊の確認はできなかった。Fig. 3(b)より、せん断初期から観察領域全体にせん断ひずみの分布が見られる。これは、飽和供試体では、顕微鏡で観察するためのアクリルガラス面が湿るために、デジタル画像が不明瞭になるのが一因となっている。しかしながら、せん断が進行するにつれて供試体の中央部には明瞭にせん断ひずみが集中しているの



がわかる。

##### 5. X線CTによるせん断帯の観察

マイクロフォーカスX線CT装置を用いてせん断破壊時の供試体内部の状況について観察を行った。装置は、京都大学工学研究科が所蔵するKYOTO-GEO $\mu$ XCT（東芝製TOSCANER-32250 $\mu$ HDK）を用いた。一面せん断試験を行った後、供試体をせん断後の状態を保つように専用の治具を用いてせん断箱から慎重に取り出し、供試体を真空パックして京都大学に搬入した。

Fig.4にX線CT画像を示す。図中の数字は3.1で示した正規圧密供試体を示している。どの供試体も多少の密度のばらつきがあるが、せん断帯が存在するはずの部分

には密度変化は見られない。よって、大変位のせん断帯が発生しても密度変化は生じないと考えられる。

次に、正規圧密供試体1.55N-1についてPhoto5のように供試体の中心部から円柱供試体を取り出し、観察領域を小さくすることにより解像度を高くしてX線CT撮影を行った。結果をFig.5に示す。上下に入っている黒い2本線は、せん断方向がわかるようにカッターナイフで付けた溝である。また、供試体に混合している珪砂6号の最大粒径は約0.4mmであり、画像内に分布した白い斑点のものが珪砂にあたる。これだけ解像度を高くしてもせん断変形に伴う密度変化は見られない。よって、処分場が再冠水した後、緩衝材が飽和状態であれば、環境の変化によってせん断帯が発生しても遮水機能は維持されると推察される。

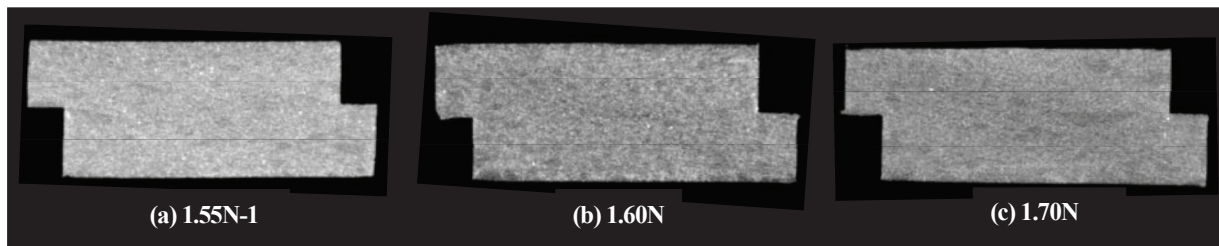


Fig. 4 X-ray CT images

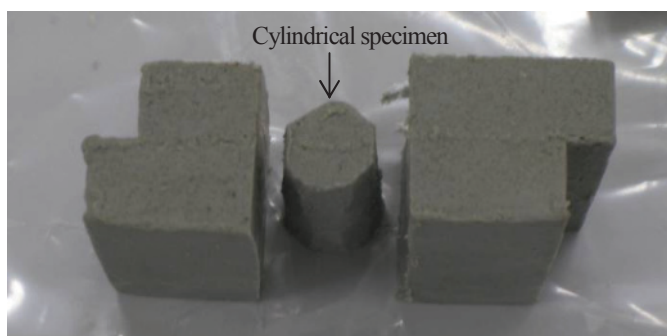


Photo 5 Cylindrical specimen for high resolution X-ray CT

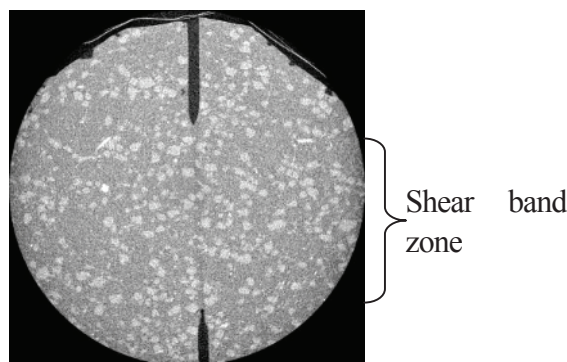


Fig. 5 X-ray CT image of saturated cylindrical specimen

## 6. 超低透水性材料用透水試験

### 6.1 透水試験装置

X線CTによる観察では飽和供試体はせん断変形に伴う密度変化が認められなかったが、実際にせん断帯が発生しても遮水性能が維持されているか確認するため、透水試験を行い、遮水性能について検討した。

本研究では、極めて透水性の低い圧縮ベントナイトの透水係数を計測するために、超低透水性材料用の透水試験装置を作製した。Photo 6に透水試験装置の全景を示す。試験装置は、供試体用小型モールドとその中を透過する水量を計測する二重管ビュレットで構成している。二重管ビュレットは、最大1MPaまで加圧できるアクリル円筒製の圧力室に微量の透水量を計測できる内径約1.8mmのガラス細管を入れたものである。4本あるビュレット管についてキャリブレーションを行って断面積を計測した。その結果、水面1cmの変動で $0.00265\text{m}^3$ の水量が移動すると確認した。ベントナイト供試体は、Photo 7に示す直径1.5mm、厚さ0.3mmの供試体リングに設置する。直径は一面せん断試験の供試体の大きさに依存しており、厚さは現実的に計測可能な時間スケールを勘案して決定した。小型モールドは、供試体の上下にポーラスメタルが付いており、底盤から入った水が供試体を透過して上盤にある穴から流出するようになっている。

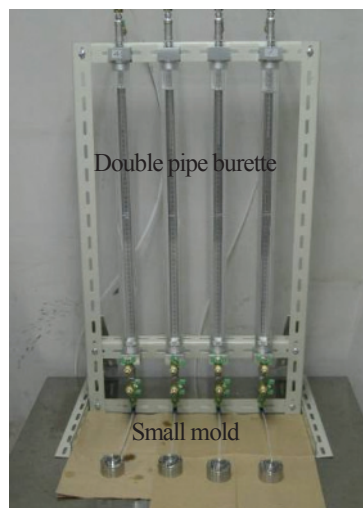


Photo 6 Permeability test apparatus

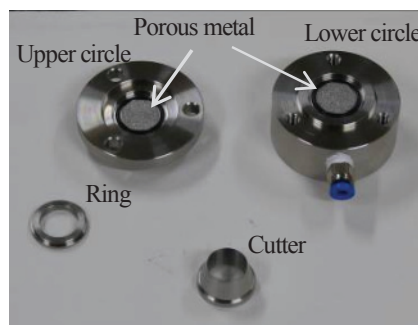


Photo 7 Very small mold

### 6.2 透水試験用供試体の作製方法

供試体は、一面せん断試験を行った後の飽和供試体を使用する。せん断後の供試体から Fig. 6 に示すようにせ

ん断面を含んだ供試体と含まない供試体を取り出す。Photo 8 に示すようにマイターボックスと固定器具を取り付けてカッターナイフで縦断面に3分割にする。マイターボックスから取り出した供試体を Photo 9 に示す円



形にガイドカッターを押し当て、くり抜くことによってせん断面を含んだ円柱供試体を作製する。ガイドカッターに入れた円柱供試体をエポキシ樹脂の止水剤を湿布した供試体リングに挿入して、止水剤が固まるまで1日静置する。その後、供試体の両面を形成する。成形後の供試体を Photo 10 に示す。供試体とリングをモールドの底盤に設置し、上盤を載せてキャップボルトで固定することによって変位を固定する。組み立てたモールドを透水試験装置に繋ぎ、試験を開始する。

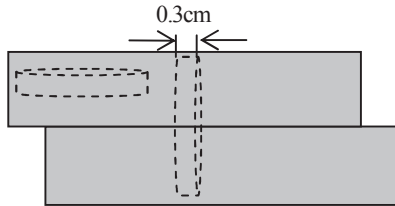


Fig. 6 Position of cut out a specimen

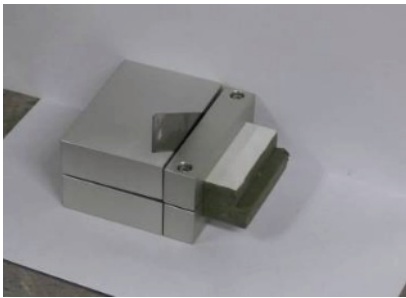


Photo 8 Cutting a specimen with special instrument

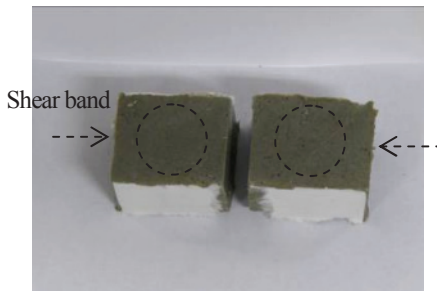


Photo 9 A specimen containing shear band

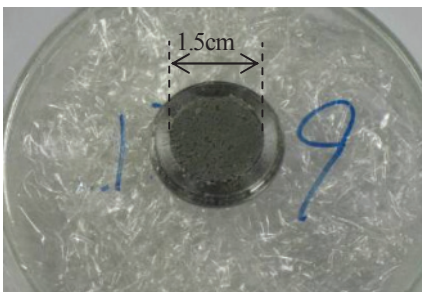


Photo 10 A specimen for permeability test

6.3 透水係数の算出方法

Photo 7 に今回使用した透水試験装置の概要を示す。ベントナイトの様な極端に透水性の低い材料の透水係数を計

測するには、大気圧下でのガラス細管内の水の自由落下だけでは透過量に限度がある。そこで、Fig. 7 のように圧力室内に空気圧を作用させて、あらかじめ大きな水頭を加えておく。ここでは、あらかじめ負荷する圧力を  $p_0$  とする。この場合、 $H_0 = p_0 / \gamma_w$  の水頭が負荷されることになる。

よって、透水係数  $k$  は

$$k = \frac{aL}{A(t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1 + H_0}{h_2 + H_0} \quad (1)$$

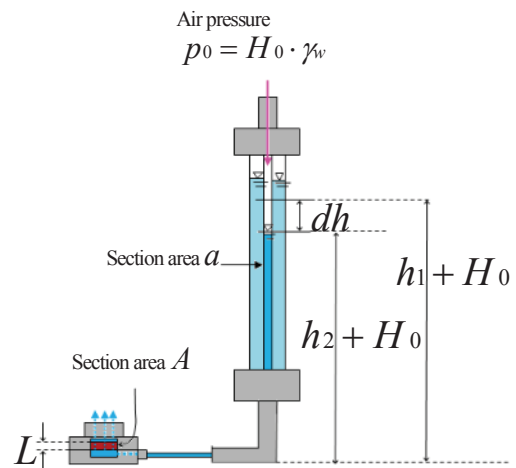


Fig. 7 Schematic permeability tester

6.4 再構成粘土による透水試験装置の検証

飽和供試体による透水試験に先立ち、あらかじめ透水係数が判明している再構成粘土を用いて透水試験を行い、透水試験機の検証を行った。作用空気圧は 0, 10, 30, 50, 100, 200, 300kPa とした。Table 2 に結果を示す。別途、同じ再構成粘土で定ひずみ速度圧密試験を行い、計測した透水係数も記載している。どの作用空気圧においても同じような値となっている。また、圧密試験の結果と比較しても大きな違いはないので、本試験機は、低透水性の材料においても透水係数が計測するのに有効であると確認できた。

Table 2 Coefficient of permeability of reconstituted clay

Air pressure(kPa)	Coefficient of permeability (cm/s)
0	$5.08 \times 10^{-8}$
10	$5.34 \times 10^{-8}$
30	$5.20 \times 10^{-8}$
50	$5.00 \times 10^{-8}$
100	$4.49 \times 10^{-8}$
200	$4.95 \times 10^{-8}$
300	$5.66 \times 10^{-8}$
consolidation test	$5.24 \times 10^{-8}$



6.5 透水試験の結果

Fig. 8 に透水係数～計測時間関係を示す。使用した供試体は乾燥密度  $1.70\text{Mg/m}^3$  である。凡例は、A-C がせん断面あり、D-F がせん断面なしとなっている。また、作用空気圧も示している。実験データは、実験開始時点からそれぞれの計測時間で計測した透水係数であり、計測時間が長くなるほど透水係数も低下し、収束に向かっていく。また、図中の各線は、同条件で同時に計測した4つの実験データを計測時間毎に平均して算出した値を結んだものである。

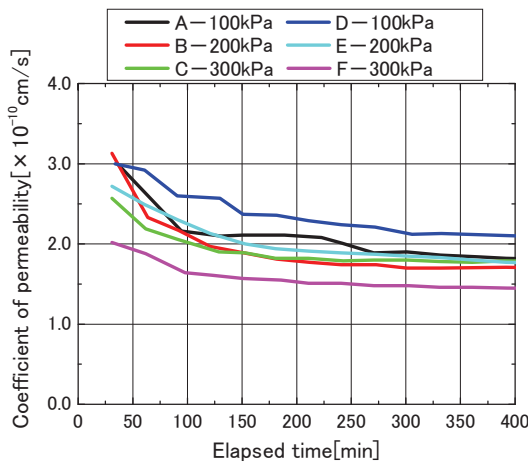


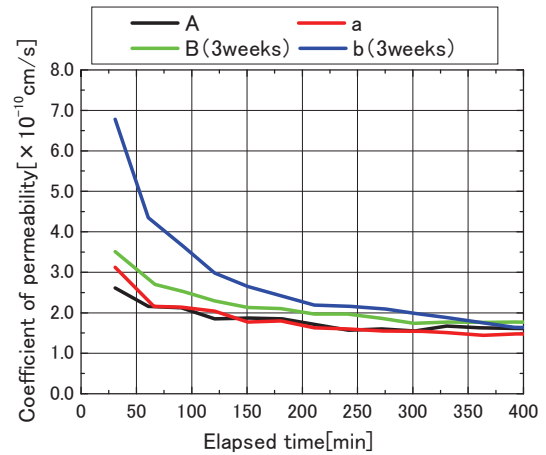
Fig. 8 Result of permeability test

Fig. 8 を見ると、作用空気圧が 100, 200kPa の場合は、せん断面ありの A と B のほうが低い値の透水係数を示しているが、作用空気圧が 300kPa となると、せん断面なしの F のほうが低い透水係数を示している。しかしながら、どの作用空気圧を見ても透水係数は、 $1.4\sim 2.1 \times 10^{-10}\text{cm/s}$  となっているのでせん断面の有無によって、透水係数の値に有意な差は見られない。したがって、せん断帯が発生しても遮水機能は維持されると考えられる。

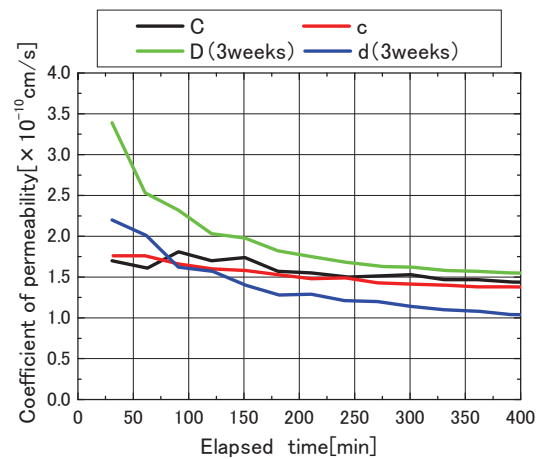
Fig. 8 の結果を得た試験で使用した供試体は、一面せん断試験後、京都大学に移送して X 線 CT を行ってから名城大学に持ち帰って、透水試験を行ったので、せん断後かなりの時間が経過している。したがって、せん断後の時間の経過によってせん断面の有無による透水係数の違いが生じるか検討するために、せん断直後に成形した供試体とせん断後 3 週間経過した後に成形した供試体を用いて透水試験を行った。

Fig. 9 に透水係数～計測時間関係を示す。使用した供試体は乾燥密度  $1.60\text{Mg/m}^3$  である。凡例は、A-F がせん断面あり、a-f がせん断面なしとなっている。また、せん断後の経過時間を示している。また、グラフの値は、Fig.8 と同様に 4 本のビュレットの平均値である。

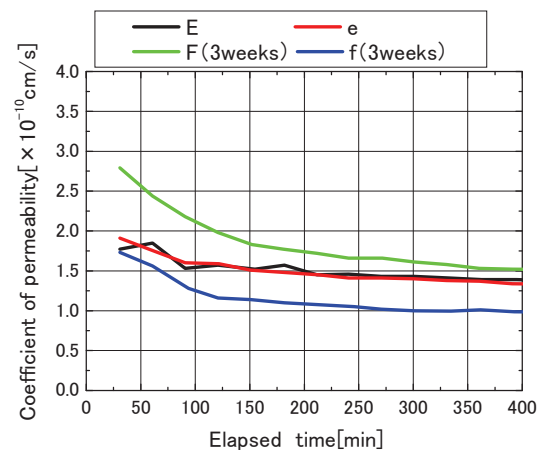
Fig. 9 を見ると、どの作用空気圧でも最初の透水係数にばらつきが見られるが、全ての供試体の透水係数は、最終的に  $1.0\sim 1.7 \times 10^{-10}\text{cm/s}$  となっている。せん断後の経過時間によってせん断面の有無による透水係数に有意な違いは生じないことがわかった。



(a) Applied air pressure, 100kPa



(b) Applied air pressure, 200kPa



(c) Applied air pressure, 300kPa

Fig.9 Results of permeability test

## 7. まとめ

処分場の再冠水により、緩衝材が飽和状態になると不飽和状態の時と比べるとせん断強度が低下することがわかった。また、膨潤圧以上の垂直荷重が加わらなければ、圧密状態に拘わらず最大せん断応力と残留強度を示すことがとわかった。X線CTによる観察や透水試験により飽和後の緩衝材に大変位のせん断帯が発生しても密度変化は起こらず遮水機能は維持されることが確認できた。今後の課題として、より高密度の供試体について一面せん断試験を行っていくとともに、透水試験について精度向上と間隙流体の塩分濃度による透水係数の検討を行っていく必要がある。

## 謝辞

本研究は、(財)原子力環境整備・資金管理センターによる処分重要基礎技術研究調査として実施したものである。また、本研究の一部は、中部電力基礎技術研究所の研究助成の補助も受けて実施したものである。また、X線CTの観察に関し、京都大学の岡二三生教授、肥後陽介助教、元大学院生の佐名川太亮氏にご協力賜りました。記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 小高猛司・寺本優子：不飽和および飽和条件下での圧縮ベントナイトのせん断破壊特性，地盤工学ジャーナル，Vol.4，No.1，59-69，2009.
- 2) 高治一彦・鈴木英明：緩衝材の静的力学特性，核燃料サイクル開発機構報告書，JNC TN8400 99-041，1999.

(原稿受理日 平成21年9月18日)

# 三軸試験による河川堤防砂礫の強度特性の評価

牧田祐輝<sup>1)</sup> 中島康介<sup>1)</sup> 小高猛司<sup>2)</sup> 板橋一雄<sup>3)</sup>

Evaluation of strength characteristics of sandy gravel in river embankment using triaxial test

Yuki MAKITA<sup>1)</sup>, Kosuke NAKASHIMA<sup>1)</sup>, Takeshi KODAKA<sup>2)</sup>, Kazuo ITABASHI<sup>3)</sup>

## Abstract

In the present paper, in order to study the effects of dry density of specimen and the drainage conditions on the strength characteristics of sandy gravels in river embankments, a series of the large size triaxial tests was performed using the original grain sandy gravels. Then the small size triaxial tests using the graded grain soils were also performed. As the results of the above tests, in the case of the high dry density specimen,  $\phi_d$  obtained by CD tests is similar to  $\phi'$  by  $\overline{CU}$  test. However, in the case of low dry density specimens, there is a big difference between  $\phi_d$  and  $\phi'$ . Furthermore,  $\phi_{cu}$  obtained by CU test is very small in the all density cases.

## 1. はじめに

現在、全国の国土交通省直轄河川の堤防において、浸透に対する安全性評価のための詳細点検が実施されてきているが、現状におけるすべり破壊に対する安全性評価は全応力解析で行われ、主に室内三軸試験で得られた強度定数が用いられる。その際、強度定数は堤防構成土が粘性土であればUU試験、砂質土および礫質土であればCU試験で求められる<sup>1)</sup>。一方、河川堤防は現地発生土で築造されている場合がほとんどであり、礫分から細粒分まで広範な粒度の土で構成されていることが多い。そのため、室内三軸試験において強度定数を評価する場合には、粒度調整の方法、再構成供試体の密度、試験の排水条件、などの影響を十分に把握しておく必要がある。特に、ここ数年で河川堤防の質的整備が急ピッチで進められてきたが、その検討が大量かつ早急故に、個々の検討事例の安定解析で用いられた強度定数について、その妥当性が十分に吟味されてきたとは言いがたい。例えば、現場技術者の判断で、全応力解析で用いるべき強度定数に、CD条件で得た $\phi_d$ を代用した例が見受けられるが、その危険性を十分に知った上での判断なのか疑問が残る事例も多い。

本論文では、河川堤防で採取した砂礫を対象に大型三軸試験ならびに小型三軸試験を実施し、供試体密度、排水条件が、砂礫の力学特性にどのような影響を及ぼすのか検討を行う。

## 2. 試験方法

実際の詳細点検がなされた小鴨川、江の川の河川堤防で採取した試料を用いた。Fig.1はそれぞれの実験試料の粒度分布を示す。いずれの試料も、1ヶ所から大型三軸試験での必要量(100kg弱)を確保することは困難であるため、同じ堤防のいくつかの地点で採取した試料を混合して用いた。小鴨川試料においては原粒度のままの試料を用いて大型三軸試験を実施した。江の川試料においては9.5mm超の粒径の礫を取り除いた試料を用いて小型三軸試験を実施した。

小鴨川試料を用いた大型三軸試験では自然乾燥試料を3つ割モールド内で5層ずつ密度管理をしながら、直径30cm、高さ60cmの再構成供試体を作製した。乾燥密度は別途実施した突固め試験の試験結果を参考にし、締固め度90%、85%に対応するように1.8、1.69 g/cm<sup>3</sup>とした。供試体作製後、二酸化炭素による飽和化を行い、18時間程度、50、100、200kPaの有効拘束圧で等方圧密させてから、載荷速度は0.1%/minでせん断を行い、試験条件は $\overline{CU}$ とCDの2種とした。また、一連の大型三軸試験では同一の試料を繰返し用いた。すなわち、三軸試験中に完全飽和させていた試料を、試験後に回収した後、自然乾燥させてから次の試験に用いた。

江の川試料を用いた小型三軸試験では、原粒度の砂礫から粒径9.5mmを超える礫を除外し、含水比14%に水分調整した後に、2つ割モールド内で密度管理をしながら、5層に突き固めて、直径5cm、高さ10cmの再構成供

1)大学院理工学研究科修士課程建設システム工学専攻 2)建設システム工学科 3)常勤理事

1) Master Course of Civil Engineering 2) Department of Civil Engineering 3) Trustee

Table 1. test cases

Sample	Kogamo river		Gohno river					
Type of triaxial test	Large size		Small size					
Diameter of specimen(cm)	30		5					
Height of specimen(cm)	60		10					
Dry density(Mg/m <sup>3</sup> )	1.8	1.69	1.78	1.66	1.56			
Degree of compaction(%)	90	85	90	85	80			
Testing condition	$\overline{CU}$	CD	$\overline{CU}$	CD	$\overline{CU}$	CD	$\overline{CU}$	CD

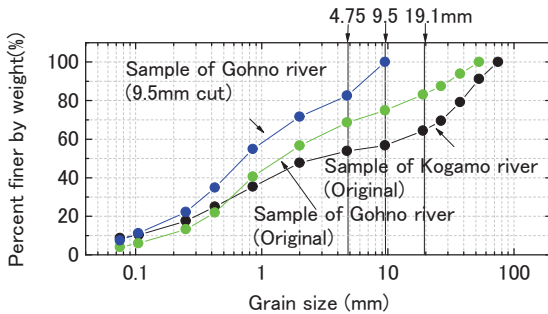


Fig.1 Grain size distributions of specimens for triaxial test

試体を作製した。供試体の乾燥密度は別途実施した締固め試験の結果より、締固め度 90, 85, 80%に対応するように、1.78, 1.66, 1.56g/cm<sup>3</sup>とした。供試体作製後、二重負圧法にて飽和化を行い、1時間程度、50, 100, 200kPaの有効拘束圧で等方圧密し、載荷速度は0.1%/minでせん断を行った。また、試験条件は $\overline{CU}$ とCDの2種とした。Table.1では小鴨川、江の川試料で用いた各種三軸試験の供試体データを示す。

3. 小鴨川試料を用いた大型三軸試験結果

Fig.2 および Fig.3 に小鴨川試料を用いた大型三軸試験結果の応力～ひずみ関係および有効応力経路を示す。図中凡例の数字は初期有効拘束圧であり、せん断時の排水条件や供試体締固め度とともに示している。Fig.2の応力～ひずみ関係を見てみると、締固め度 90%のCD試験では、どの有効拘束圧でも軸ひずみ 7～8%付近で増加が止まり一定値となるか、やや減少している。一方、締固め度 85%のCD試験では、有効拘束圧 50, 100kPaの場合は軸ひずみ 7～8%付近で増加が止まることにおいては締固め度 90%と同様であるが、その後やや軸差応力が増加している傾向がある。有効拘束圧 200kPaの場合は軸ひずみ 9～10%付近で増加がとまり、その後、残留状態に至る。締固め度 90%の $\overline{CU}$ 試験では、軸差応力は単調増加するのに対し、締固め度 85%の $\overline{CU}$ 試験では軸差応力はせん断初期に増加するのみで、その後ほぼ一定値となる。Fig.3の有効応力経路を見てみると、締固め度 90%の $\overline{CU}$

試験では、せん断初期に少し塑性圧縮を示し、その後正のダイラテンシーの発現により軸差応力が大きく増加している。また、 $\overline{CU}$ 試験での破壊応力比は 1.46, CD試験での破壊応力比は 1.74 となっており、CD試験での値は比較的大きな値となった。締固め度 85%の $\overline{CU}$ 試験においては、せん断初期から大きく塑性圧縮し続ける傾向があり、破壊応力比は 1.02 で極めて小さい値となった。一方、CD試験では、 $\overline{CU}$ 試験とは対照的に、せん断中の排水の効果により破壊応力比は 1.73 と非常に大きくなった。締固め度 90%の $\overline{CU}$ 試験と締固め度 85%の $\overline{CU}$ 試験の有効応力経路を見ると、正のダイラテンシーに変相するまでの経路は非常に近いことがわかる。締固め度 90%のCD試験と締固め度 85%のCD試験では破壊応力比は同じような値となっている。締固め度 90%の $\overline{CU}$ 試験とCD試験の破壊応力比を比較すると、それほど大きな差はないが、締固め度 85%の $\overline{CU}$ 試験とCD試験の破壊応力比は大きな差が生じている。

Fig.5 および Fig.6 に、小鴨川試料を用いた大型三軸試験における破壊時のモールの応力円とそれらから求められる破壊規準ならびに強度定数を示す。Table.2は各試験で得られた内部摩擦角と粘着力をまとめたものである。 $\overline{CU}$ 試験では全応力でも整理することにより、 $\overline{CU}$ 試験と解釈した強度定数も示している。いずれの試料においても、試験条件別の内部摩擦角の大きさは $\phi_{cu} < \phi' < \phi_d$ の順になっている。全応力で整理した場合、密詰め傾向の強い締固め度 90%では大きな粘着力が現れるが、締固め度 85%では粘着力が見られない。いずれの $\phi_{cu}$ も小さい値となるが、特に緩詰め傾向の強い締固め度 85%の $\phi_{cu}$ は非常に小さい値となる。また、締固め度 90%において、 $\overline{CU}$ 試験の有効応力で整理して得られた $\phi'$ とCD試験の全応力で整理して得られた $\phi_d$ を比べると、 $\phi_d$ の方が若干大きくなっている。ただし、 $\overline{CU}$ 試験結果にばらつきがあるため、初期有効拘束圧 100kPaの結果のみ比較すると、 $\phi'$ と $\phi_d$ にはそれほど大きな差がない。しかし、締固め度 85%においては、明らかに $\phi'$ と $\phi_d$ には大きな差があり、緩詰め傾向の砂礫においては、同じ有効応力で整理した2つの内部摩擦角であっても、せん断中の体積変化の有無によって大きな差が生じることが分かった。



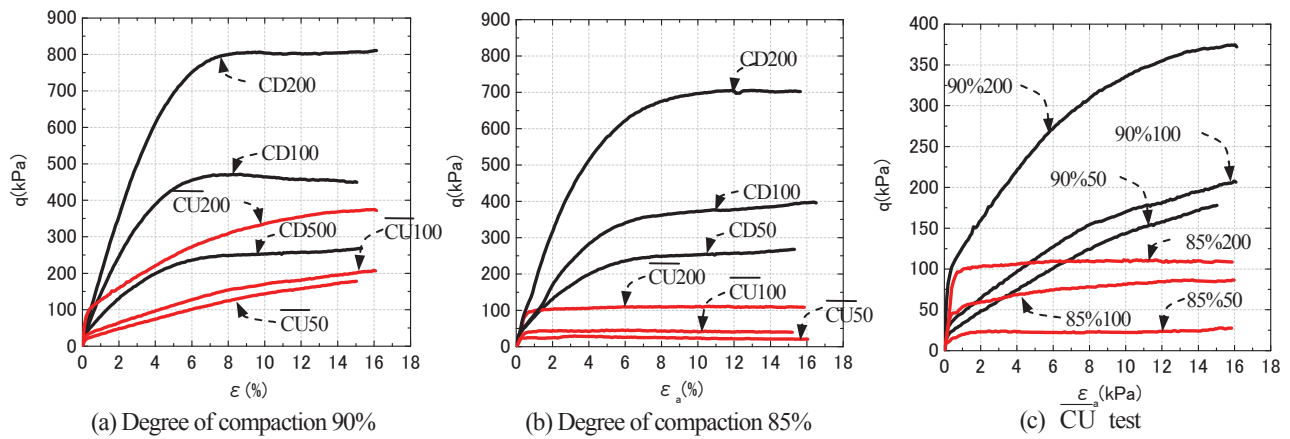


Fig.2 Experimental results of large triaxial test (Kogamo river: stress-strain relations)

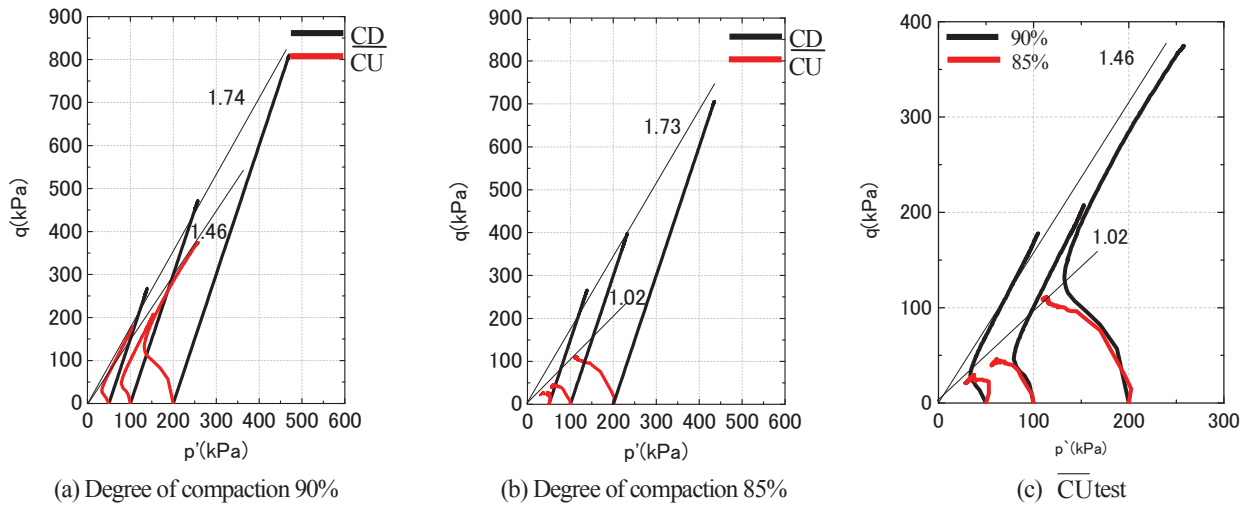


Fig.3 Experimental results of large triaxial test (Kogamo river: effective stress paths)

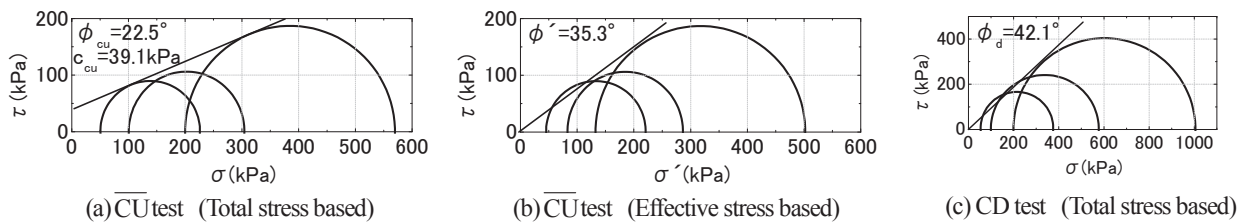


Fig.4 Mohr's stress circles (Kogamo river: Degree of compaction 90% in large triaxial test)

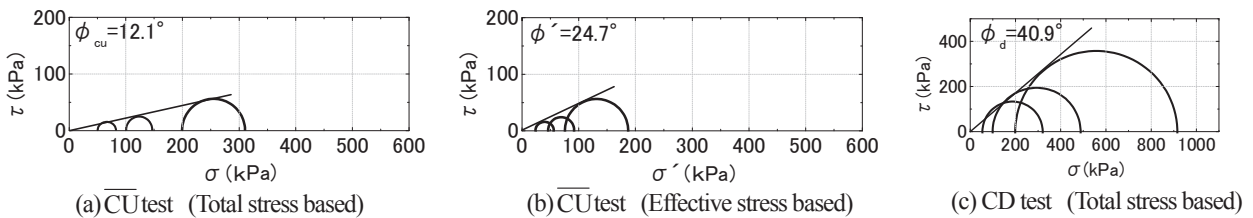


Fig.5 Mohr's stress circles (Kogamo river: Degree of compaction 85% in large triaxial test)

Table 2 Internal friction angles and cohesions (Kogamo river)

Degrees of compaction	$\phi_{cu} (^{\circ})$	$c_{cu} (kPa)$	$\phi' (^{\circ})$	$\phi_d (^{\circ})$
90%	22.5	39.1	35.3	42.1
85%	12.1	0	24.7	40.9

4. 江の川試料用いた小型三軸試験結果

前章の大型三軸試験において観察された、供試体密度が力学挙動へ及ぼす影響について、より系統的に調べるために、粒度調整した江の川試料を用いて小型三軸試験を実施した。Fig.6およびFig.7はそれぞれ、全試験の応力～ひずみ関係および有効応力経路を示す。Fig.6には試験条件と有効拘束圧を記す。Fig.6に着目すると、締固め度90%の供試体においては、CD試験ではピーク強度を示した後、減少するに対し、CU試験では軸差応力はなだらかに単調に増加しつづける。一方、締固め度85%と80%の供試体においては、CD試験ではせん断初期の増加傾向は異なるものの、いずれもなだらかに軸差応力は増加し続けるのに対して、CU試験では軸差応力はせん断初期に小さいながらもピーク強度を示した後、減少している。Fig.7の有効応力経路に着目すると、(a)に示す締固め度90%の供試体のCU試験においては、正のダイレタンシーに起因し、せん断の半ばから塑性膨張を伴うひずみ硬化を示し、典型的な密詰め砂の挙動を示していることが分かる。また、どの初期有効拘束圧の試験にお

いても、最終的な軸差応力の差はほとんどない。初期有効拘束圧50kPaおよび100kPaのCU試験では、CD試験で得られる破壊線(破壊応力比1.58)に漸近してゆくが、初期有効拘束圧200kPaの試験ではその破壊線に漸近しないまま最終状態となった。Fig.7(b)に示す締固め度85%の供試体においては、初期有効拘束圧が小さい試験では塑性膨張を示し、初期有効拘束圧が大きい試験では塑性圧縮を示していることが分かる。Fig.7(c)に示す締固め度80%の供試体のCU試験では、ピーク強度を示した後、塑性圧縮を伴うひずみ軟化を示しており、典型的な緩詰め砂の挙動を示していることが分かる。破壊応力比を見ても、締固め度が小さくなるにつれて、CD試験およびCU試験で得られた破壊応力比に差が生じていることが分かる。また締固め度80%の供試体においては、CU試験での破壊応力比はCD試験に比べてさらに小さくなり1.04となった。これは後述するように、緩詰め砂になるとCU試験での $\phi'$ とCD試験での $\phi_a$ が、同じ有効応力で整理した内部摩擦角であっても大きく異なることを示唆している。

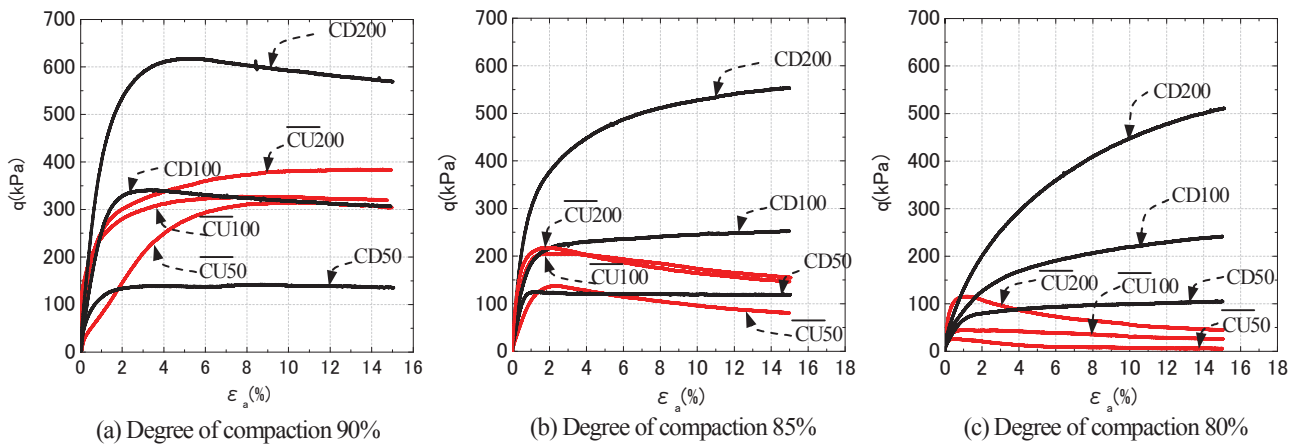


Fig.6 Experimental results of small triaxial test (Gohno river: stress - strain relations)

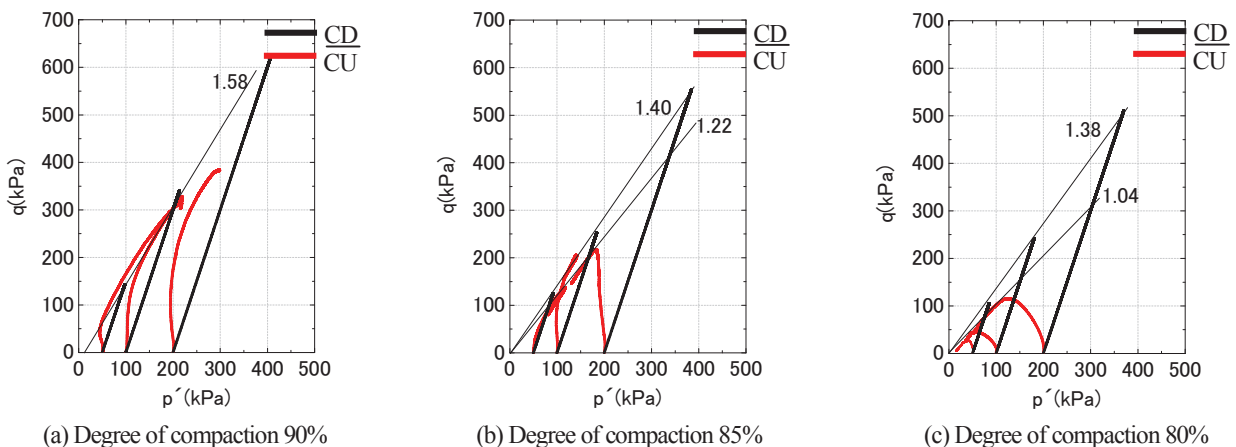


Fig.7 Experimental results of small triaxial test (Gohno river: effective stress paths)

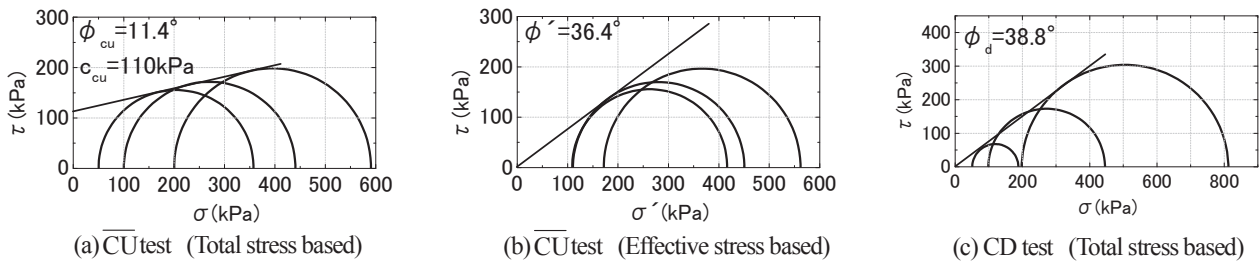


Fig.8 Mohr's stress circles (Gohno river: Degree of compaction 90% in small triaxial test)

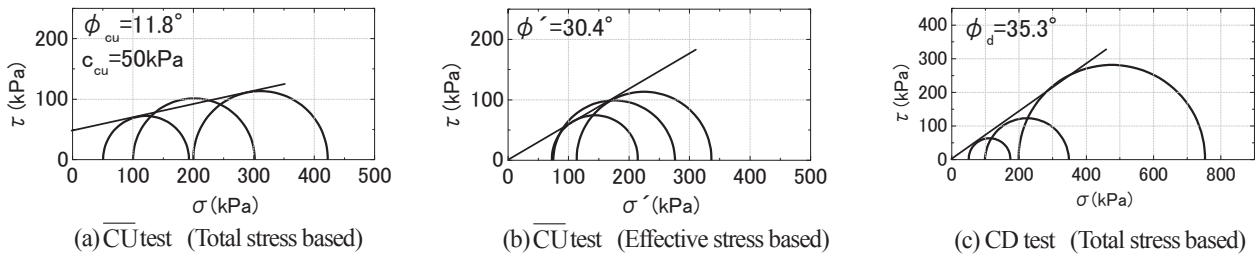


Fig.9 Mohr's stress circles (Gohno river: Degree of compaction 85% in small triaxial test)

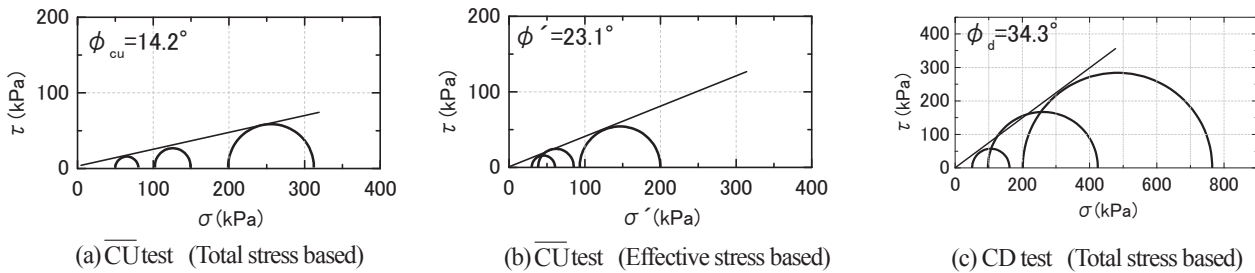


Fig.10 Mohr's stress circles (Gohno river: Degree of compaction 80% in small triaxial test)

Table 3 Internal friction angles and cohesions (Gohno river)

Degrees of compaction	$\phi_{cu}(\text{°})$	$c_{cu}(\text{kPa})$	$\phi'(\text{°})$	$\phi_d(\text{°})$
90%	11.4	110	36.4	38.8
85%	11.8	50	30.4	35.3
80%	14.2	0	23.1	34.3

Fig.8, Fig.9 および Fig.10 に、小型三軸試験における破壊時のモールの応力円とそれらから求められる破壊規準ならびに強度定数を示す。Table 3 に各試験で得られた強度定数、すなわち内部摩擦角と粘着力をまとめて示す。締固め度 90%および締固め度 85%では  $c_{cu}=110\text{kPa}$  ,  $c_{cu}=50\text{kPa}$  と非常に大きな粘着力が見られ、逆に締固め度 80%では粘着力が現れないという差があるものの、いずれも全応力で整理したモールの応力円で得られた内部摩擦角 $\phi_{cu}$ は非常に小さい値となっている。有効応力で整理したモールの応力円で得られた $\phi'$ は締固め度の違いにより内部摩擦角も大きく異なる。CD 試験の結果を整理したモールの応力円で得られた $\phi_d$ は、いずれの試験においても大きな値を示し、ほとんど差がないことが分かる。いずれの試験結果においても、試験条件別の内部摩擦角の大きさは、 $\phi_{cu}<\phi'<\phi_d$ の順になっている。CD 試験は基

本的に有効応力であることから CD 試験で得られる強度定数は、 $\overline{\text{CU}}$ 試験で得られる有効応力の強度定数と近いものとなるように考えられる。しかしながら、今回の試験結果では、締固め度が小さくなるにつれて $\phi'$ と $\phi_d$ には大きな差が生じている。

### 5. まとめ

供試体密度の効果をより詳細に検討するために、様々な供試体密度の大型および小型供試体で $\overline{\text{CU}}$ , CD 試験を実施した。その結果、締固め度が高いものから低いものまで、どの密度の供試体であっても、全応力で整理した $\phi_{cu}$ は非常に小さな値となった。河川堤防のすべりに対する安全性検討を行う場合には、全応力に基づく円弧すべり解析を基本としている<sup>1)</sup>が、粘着力はほとんど考慮せ

ずに円弧すべり安定計算を行うため、たとえ締固め度が高い密詰め供試体であっても、算出される安全率は小さな値となる。この安全率は安全側ではあるものの、すべりに対して不適格であると過度に判定される堤防も多く発生してしまうなど不都合も多い。そのような場合には、現場の技術者の判断で CD 試験で得られる $\phi_d$ を強度定数として用いる事例もしばしば見られる。しかしながら、本論文の実験結果からも分かるように、締固め度が高い場合には、それほど大きな問題はないとおもわれるものの、締固め度が低くなるにつれて $\phi'$ と $\phi_d$ には大きな差が生じており、たとえ CD 試験で得た $\phi_d$ が大きい場合でも、 $\overline{CU}$ 試験を見る限り、構造的にも不安定な緩詰め傾向が強い地盤材料の場合があり、危険な判断となる場合もある。したがって、全応力解析に CD 試験の結果を用いる場合には、対象とする砂礫材料の現地での密度を考慮し、結果として表れるダイラタンシー特性や透水性まで含めて、十分にその地盤材料の力学特性を把握しておく必要がある。また、昨今ではより詳細に安定性評価を行うための有効応力解析も提案されてきている<sup>2)3)</sup>が、有効応力解析を実施する場合であっても、材料パラメータの決定の際には、現地堤防の密度を十分に反映した実験結果を用いて評価を行う必要がある。

### 謝辞

本研究を遂行するにあたり、建設技術研究所の李圭太氏には、大型三軸試験の実施にあたり大量の試料をご提供いただくとともに、有益なご意見をいただきました。中部土質試験協同組合の坪田邦治氏、加藤雅也氏には大型三軸試験装置の提供ならびに実施の際の指導をいただきました。ここに記して謝意を表します。

### 参考文献

- 1) (財)国土技術研究センター:河川堤防の構造検討の手引き, 2002.
- 2) 小高猛司:地盤防災に対する数値地盤力学~地盤材料-間隙流体相互作用のモデリング~, 地学雑誌, Vol.115, No.3, pp. 295-308, 2006.
- 3) 李圭太, 小山倫史, 大西有三, 古川秀明, 小林猛嗣:越流を考慮した河川堤防の浸透崩壊に対する応力-浸透連成解析, 地盤工学ジャーナル, Vol.4, No.1, pp. 1-9, 2009.

(原稿受理日 平成 21 年 9 月 18 日)



# 南海トラフで起こる巨大地震サイクルの間に内陸の地震活動にみられる特徴

牧野内 猛<sup>1)</sup> 森 勇司<sup>2)</sup>

## Seismicity of Inland Earthquakes during the Great Interplate Earthquake Cycles along the Nankai Trough

Takeshi MAKINOCHI<sup>1)</sup>, Yuji MORI<sup>2)</sup>

### Abstract

Chronological change is analyzed on the inland seismicity ( $M \geq 6$ ) in the eastern half of Southwest Japan in the strain accumulating period, which is a period from a great interplate earthquake to the next event along the Nankai trough. In two strain accumulating periods during the 1707 Hoei, 1854 Ansei, and 1944 Tonankai-1946 Nankai earthquakes, the chronological distribution patterns of inland earthquake epicenters are divided into three phases. Those are 1) swarm phase, 2) succeeding quiet phase in the early stage, and 3) westward expanding phase in the middle to late stages of a strain accumulating period. The great interplate earthquakes have occurred when inland earthquakes increase in the western part at the last stage of westward expanding phase. Similar characteristics are recognized in the period after the Tonankai and Nankai earthquakes. Accordingly, the next great interplate earthquakes will be imminent when inland earthquakes begin to increase in the western part.

### 1. はじめに

西南日本の太平洋側沖合を北東-南西に延びる南海トラフでは、陸のプレートの下にフィリピン海プレート（以降、PHPと略称）が沈み込み、プレート境界巨大地震（以降、巨大地震と略称）を起こしている。この巨大地震の発生は周期的で<sup>1) 30) 31)</sup>、最近の500年間では、平均約110年の間隔で、東側で起こった後、同時あるいは2年以内に西側で起こっている<sup>8)</sup>。

このことを遺跡で見出された地震跡と関連させて示したのが Fig.1 である<sup>24)</sup>。この図で下段の年表に示されているのは巨大地震のみであるが、これに陸のプレートで発生する地震（以降、内陸地震と略称）をもプロットするとどのような分布状態を呈すのか、この点を調べてみた。その結果、巨大地震が起こってから次に起こるまでの間に、内陸地震発生の時系列的な分布にいくつかの特徴が見出された。本稿ではその概要を報告する。

なお、本稿は、地球惑星科学連合2007年大会で発表(S149-006)し<sup>13)</sup>、その後の検討を加えたものである。

### 2. フィリピン海プレートの沈み込みと内陸の地震活動との関わり合い

南海トラフで周期的に起こる巨大地震と西南日本で発生する内陸地震との間に相関性があることは、多くの研究者が認識している。そこで、まず最初に、両者の時系列的な関係、内陸地震の起震応力との関係、巨大地震の前後における内陸活断層の応力変化などについて、従来の成果の概要を振り返り、本稿の視点を説明する。

#### 2.1 巨大地震と内陸地震の時系列的な関係

巨大地震と内陸地震の時系列的な関係については多くの研究がある。たとえば、Mogi<sup>17)</sup>、茂木<sup>16)</sup>や、宇津<sup>31)</sup>などは、安政地震(1854)から東南海(1944)・南海(1946)地震までの期間について解析し、Mogi<sup>17)</sup>は模式的な図を示している。また、Shimazaki<sup>28)</sup>、Mogi<sup>18)</sup>、尾池ほか<sup>21)</sup>、Hori and Oike<sup>6)</sup>、木村<sup>9)</sup>、尾池<sup>23)</sup>、堀・尾池<sup>5)</sup>などは、東南海・南海地震の前後における地震活動の推移について解析している。これらの解析から、巨大地震の約50年前から約10年後までの期間は、地震活動が活発になり、ほかの期間は不活発であるというのが一般的な認識となっている。

1) 環境創造学科 2) トヨタ紡織株式会社

1) Department of Environmental Science and Technology 2) Toyota Boshoku Co. Ltd.

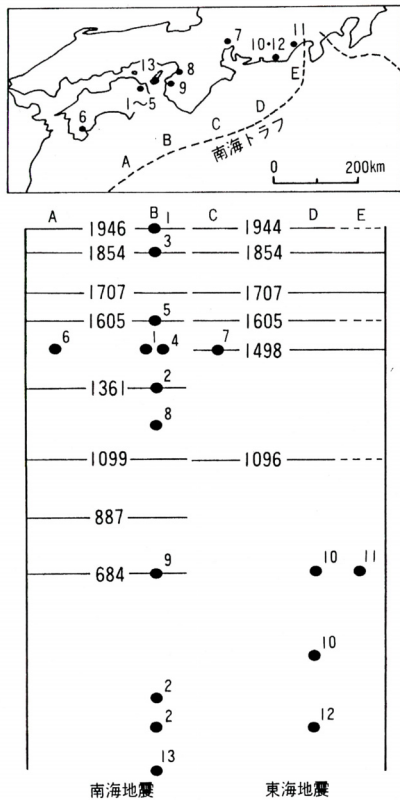


Fig. 1 Chronological distribution of the great interplate earthquakes along the Nankai trough<sup>24)</sup>.

2.2 内陸地震の起震応力との関係

西南日本の活断層は、主に3系列あり、NW-SE系が左ずれ、NE-SW系が右ずれ、N-S系が逆断層である。このような配置状況から、W-E方向に圧縮されていることが明らかになっている<sup>14) 15)</sup>。

中部地方南部での地震は、深さ約20kmで上下に分かれ<sup>12)</sup>、20km以浅の発震機構はW-EからWNW-ESE方向の圧縮軸をもつ<sup>3) 15)</sup>のに対し、20km以深ではN-SからNNW-SSE方向である。20km以深の地震は震源が北に向かって深くなっており、これは陸のプレートとPHPの接触面付近である。一方、20km以浅は太平洋プレートとPHPとの合力の影響が示唆されている<sup>19) 20)</sup>。近畿や中国地方などさらに西の区域における地震の発震機構も、中部地方と同様な傾向にある<sup>2) 9) 10) 11) 32)</sup>。

以上のように、西南日本の地震活動は、深さ約20kmで上下に分けられ、20km以深の地震はPHP沈み込みの影響を大きく受けている。また、20km以浅の地震は、太平洋プレートに加え、PHPも少なからぬ影響を及ぼしていることがうかがえる。

2.3 内陸活断層の応力変化

南海トラフで沈み込むPHPが、西南日本内陸の地震活動に与える影響については、Shimazaki<sup>26) 27) 28)</sup>、Seno<sup>25)</sup>、堀・尾池<sup>4) 5)</sup>、Hori and Oike<sup>6)</sup>などによって論じられている。これらの成果から、巨大地震の前後で、西南日

本における地震活動や活断層の応力場が変動することが明らかになっている。

2.4 本稿の視点

前項まで見てきたように、PHPの沈み込みは、西南日本内陸の地震活動に影響を与えている。これらのうち、時系列的な関係については、主に、内陸地震が活発になる巨大地震の前後の期間に焦点が当てられている。しかしながら、巨大地震から次のそれまでの期間について、その全期間を詳しく解析したり、複数の期間について解析した例は必ずしも多くない。そこで筆者らは、宝永地震～安政地震、安政地震～東南海・南海地震、さらに東南海・南海地震以降の期間について、それぞれ解析した。その結果、このあと述べていくように、いくつかの特徴が見出された。次の章で解析方法を説明した後、内陸地震の時系列的な関係を現象論的に解析する。

3. 解析方法

参照する地震資料は正確であるのが望ましいが、古い時代については記録漏れや不明確さが当然考えられる。ただし、ある程度以上の被害があった地震については、それなりの記録が残されていると思われるので、対象とする地震は被害のあったもので、マグニチュードは6程度以上が適当と考える。また、古い地震については、震央の位置や震源の深さ、さらにはマグニチュードなどの不確かさがつきまとう。気象庁(中央気象台)は地震のデータを系統的に収集するシステムを1884年に構築しているので、これ以降は、本稿の解析に耐え得るデータが入手できていると考えられる。さらに、計測機器や解析手法の相違などによって、異なる解が得られるケースは現在でもある。そこで、参照する資料は複数ではなく、単一の資料にすれば、系統的な質を有するデータになると判断される。

以上の点を考慮して、ある程度詳しい記録が残っていると思われる宝永地震(1707)～安政地震(1854)の期間と、安政地震～東南海(1964)・南海(1946)地震の期間とについて、調査範囲で発生したM≥6の内陸地震を、宇佐美<sup>29)</sup>からリストアップする。そして、それらの震央を地図と年表(縦軸に年代、横軸に経度)にプロットし、巨大地震が起こってから次に起こるまでの間に、震央の時系列的な分布パターンに規則性や特徴があるかどうかを解析する。そして、見出された規則性や特徴が、東南海・南海地震以降の期間にも認められるかどうか検討する。

なお、宇佐美<sup>29)</sup>には記載されていない2002~2007年の地震については、気象庁のホームページ「日本付近で発生した主な被害地震（平成8年~平成19年12月）」<sup>10)</sup>を参照した。

調査範囲は、想定される東海・東南海・南海地震の震源域を含みそれらの北方地域とする。その範囲は、経度方向では東経133~139度の範囲、また緯度方向は南海トラフから北緯37.5度付近までである（Fig.2、破線で囲まれる範囲）。

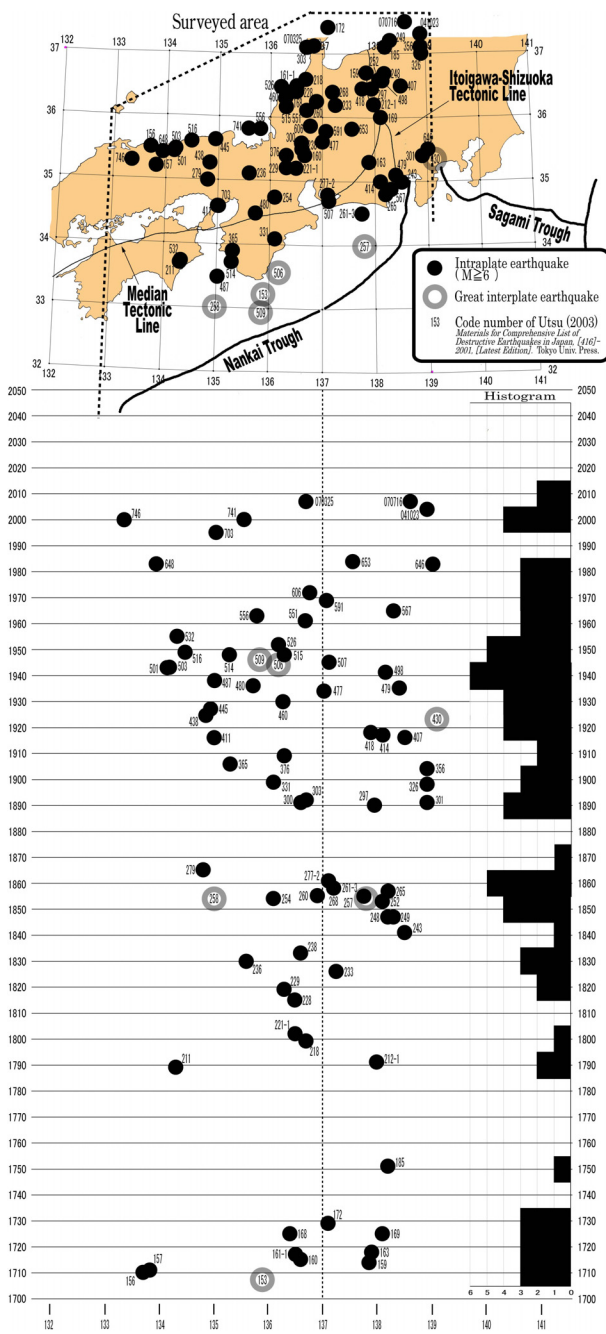


Fig. 2 Spatial and chronological distribution of epicenters of interplate and inland earthquakes since the 1707 Hiei earthquakes.

なお、以下の地震は採用しない。それらは、①震央の位置が明確でない地震、② $M \geq 6$ と判断されていない地震、③主要な地震の余震、④地殻内を想定し20km付近より深い地震（1920年頃より前の地震は深度が不明であるが、一応、20km以浅と仮定する。）、この4種である。

なお、アップした地震のリストは制限頁数の関係で割愛する。また、巨大地震から次のそれまでの期間（いわゆる地震サイクル）を、歪蓄積期間（strain accumulating period）<sup>13)</sup>とよぶことにする。

3回の歪蓄積期間における震央の空間的・時系列的な分布を全期間にわたって示したものがFig.2、それぞれの期間に分けて示したものがFigs.3, 4, 6である。以下、まずFigs.3, 4について、そのあとでFig.6を解析する。

#### 4. 宝永~安政地震の歪蓄積期間における分布パターンの解析

Fig.3は、宝永~安政地震の歪蓄積期間における震央

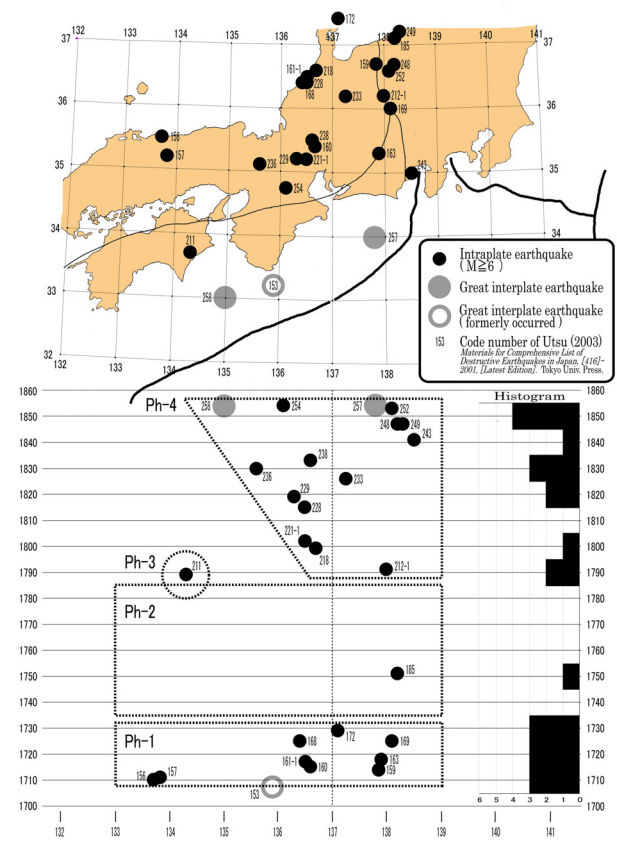


Fig. 3 Pattern analyses of chronological distribution of inland earthquake epicenters in the strain accumulating period of the 1707 Hiei to 1854 Ansei earthquakes.



の時系列的な分布パターンを解析したものである。この図に認められる特徴について、下段の年表およびヒストグラムをもとに見ていく。なお、巨大地震はこのヒストグラムに含まれていない。

震央の分布パターンには以下の特徴が認められる。

1) 巨大地震の後しばらくは地震が頻発 巨大地震が起こった後しばらくの時期は、内陸地震がたびたび発生している (Fig.3 の Ph-1)。震央は東部に多い。この時期は約 30 年間で、地震が頻発する期間と言え。歪蓄積期間全体からみれば、前期の前半にあたる。

2) その後の静穏な時期 頻発する時期を過ぎると、地震がほとんど発生していない時期がある (Ph-2)。この時期は約 50 年間で静穏な期間と言え。歪蓄積期間全体から見れば、前期の後半にあたる。

3) 歪蓄積期間の中期に西部で孤立的に発生 静穏な時期の末期に、調査範囲西部で地震が散発的に発生している (Ph-3)。この時期は歪蓄積期間の中期にあたり、年表上では孤立的な分布状態を呈している。

4) 歪蓄積期間の中～後期に再び頻発 歪蓄積期間の中～後期は、再び地震が頻発している。震央の分布領域に外接する範囲を直線で囲むと、年表上での分布パターンは台形を反転させた形態を呈する (Ph-4)。この時期の前～中期は、地震発生が西方に拡大している。しかし、後期は西方への拡大が見られない。1810 年前後と 1840 年前後には地震発生が少なくなっている。

### 5. 安政～東南海・南海地震の歪蓄積期間における分布パターンの解析

Fig.4 は、安政～東南海・南海地震の歪蓄積期間における震央の時系列的な分布パターンを解析したものである。この図に認められる特徴について、下段の年表およびヒストグラムをもとに、前章と同様に見ていく。なお、巨大地震はこのヒストグラムに含まれていない。

震央の分布パターンには以下の特徴が認められる。

1) 巨大地震の後しばらくは地震が頻発 巨大地震が起こった後しばらくの時期は、内陸地震がたびたび発生している (Fig.4 の Ph-1)。震央は東部に多い。この時期は約 10 年間で、地震が頻発する期間と言え。歪蓄積期間全体から見れば、前期の前半にあたる。

2) その後の静穏な時期 頻発する時期を過ぎると、地震が発生していない時期がある (Ph-2)。この時期は約 20 年間で静穏な期間と言え。歪蓄積期間全体から見れば、前期の後半にあたる。

3) 歪蓄積期間の中～後期に再び頻発 歪蓄積期間の中～後期は、再び地震が頻発している。震央の分布領

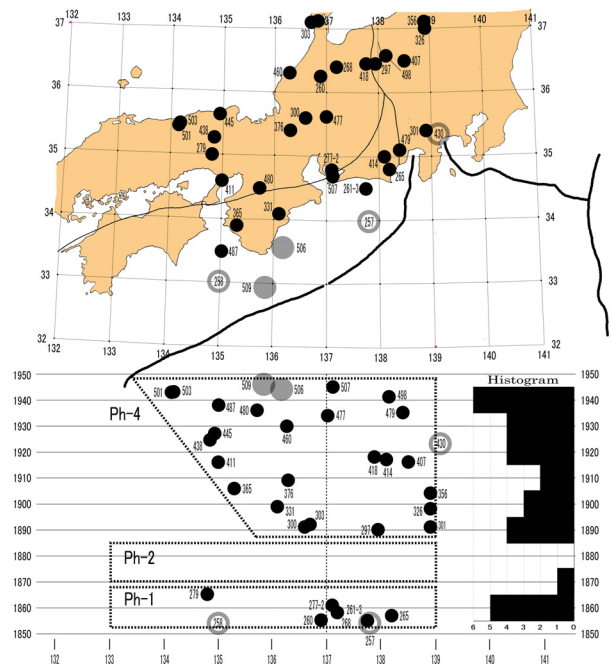


Fig. 4 Pattern analyses of chronological distribution of inland earthquake epicenters in the strain accumulating period of the 1854 Ansei to 1944 Tonankai and 1946 Nankai earthquakes. The legend follows that of Fig. 3.

域に外接する範囲を直線で囲むと、年表上での分布パターンは台形を反転させた形態を呈しており (Ph-4)、地震発生が西方に拡大していった時期と言え。このうち、1910 年前後には地震発生が少なくなっている。

### 6. 2回の歪蓄積期間のまとめ

前章まで見たように、2回の歪蓄積期間ではほぼ同じ特徴が認められる。それらは以下の諸点である。

また、巨大地震の平均発生間隔である 110 年に対応させて、2回の歪蓄積期間を 11 の時期に等分し、それぞれの時期における内陸地震の発生回数を重ね合わせたヒストグラムが Fig.5 である。この図も参照する。

1) 頻発期 歪蓄積期間の前期の前半に、地震が頻発する (Ph-1)。これを頻発期 (swarm phase)<sup>13)</sup> とよぶことにする。これは 2 回の期間に認められ、10~30 年間である。頻発期は、Fig.5 から読み取れる。

この頻発期が認められることは、2.1 項で述べたように多く指摘があり、Mogi<sup>17)</sup> による時系列の模式的な図に対応させれば、④と⑤のステージにあたる。その期間は巨大地震が起こった後の約 10 年間とされているが、やや長いように見受けられる。堀・尾池<sup>5)</sup> は、



巨大地震発生後に起震応力が増加する中部地方で多くなることを述べているが、その傾向も認められる。

2) 静穏期 歪蓄積期間の前期の後半に、静穏な時期がある (Ph-2). これを静穏期 (quiet phase) とよぶことにする. これも2回の期間に認められ、20~50年間である. 静穏期についても、Mogi<sup>17)</sup>、茂木<sup>16)</sup>、堀・尾池<sup>4) 5)</sup>、Hori and Oike<sup>6)</sup>など、多くの指摘がある. Mogi<sup>17)</sup>に対応させれば①のステージにあたる. 静穏期も Fig.5 から読み取れる.

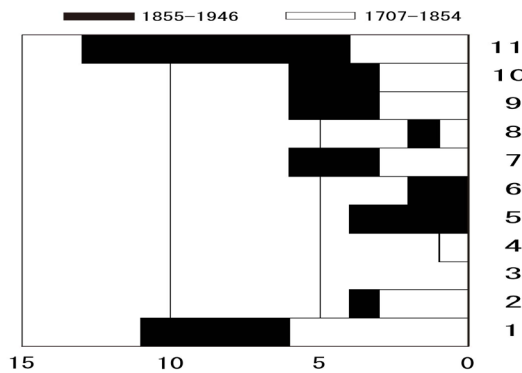


Fig. 5 Histogram of inland earthquakes in the two strain accumulating periods of 1707 Hiei to 1854 Ansei and the 1854 Ansei to 1944 Tonankai - 1946 Nankai earthquakes.

3) 孤立的西部地震 歪蓄積期間の中期に、調査範囲の西部で孤立的に発生している (Ph-3). これを孤立的西部地震 (isolated west earthquakes) とよぶことにする.

この地震は、宝永~安政地震の歪蓄積期間にのみ認められる. 安政~東南海・南海地震の期間では孤立的ではなく、東側の分布範囲に含まれている.

4) 西方拡大期 歪蓄積期間の中~後期には、地震が頻発し、発生域が西方に拡大している (Ph-4). これを西方拡大期 (westward expanding phase)<sup>13)</sup> とよぶことにする. これは、安政~東南海・南海地震の期間では明確に認められる. 宝永~安政地震では必ずしも明確でないものの、外接する範囲は台形を反転した形態を呈するので、その傾向を認めることができる. 次の巨大地震は西方拡大期の末期に起こっている. つまり、歪蓄積期間の末期に近づいた頃、調査範囲の西部で地震が発生し始めると、次の巨大地震が近いと言える. なお、この時期には地震が減少する時もある.

西方拡大期に入った後、次の巨大地震が起こるまでの時間は、宝永~安政地震では約 70 年、安政~東南海・南海地震では約 60 年で、平均すれば 65 年となる.

内陸地震が西方拡大期に頻発することは、2.1 項で

述べたように多くの指摘があり、Mogi<sup>17)</sup>に対応させれば②と③のステージにあたる. この頻発を、宇津<sup>31)</sup>は西南日本内陸の地震活動の「活発化」とよび、50年ほど前から始まるとしている. 堀・尾池<sup>5)</sup>は「西南日本の活動期」としており、頻発期と静穏期の長さに関係なく、巨大地震の約 50 年前から始まるとしている.

また、Hori and Oike<sup>6)</sup>、堀・尾池<sup>5)</sup>は、近畿地方~中国地方東部で多くなることも述べているが、これは、地震発生が単純に増加するのではなく、発生する範囲が西方に拡大することを意味していると考えられる.

しかし、いずれの研究でも、内陸地震の発生域が西方に拡大することは、認識されていないように見受けられる.

### 7. 東南海・南海地震以降の歪蓄積期間における分布パターンの検討

前章まで、宝永~安政地震、安政~東南海・南海地震の2回の歪蓄積期間における震央の分布パターンを解析した. その結果、頻発期、静穏期、孤立的西部地震、西方拡大期などの特徴が見出された. それでは、東南海・南海地震以降の歪蓄積期間に、上記の特徴が

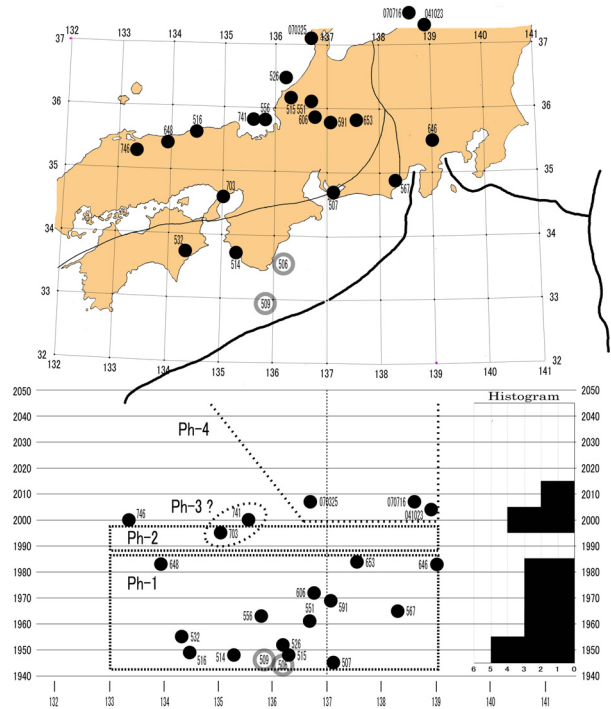


Fig. 6 Pattern analyses of chronological distribution of inland earthquake epicenters in the strain accumulating period after the 1944 Tonankai and 1946 Nankai earthquakes. The legend follows that of Fig. 3.

認められるかどうか検討する. Fig.6 がこの期間の震央分布を検討したものである. なお, 巨大地震は, Figs.3, 4 と同様, ヒストグラムから除いてある.

以下, それぞれの特徴について見ていく.

1) **頻発期** これは明瞭に認められ, 40 年間ほどである (Fig.6 の Ph-1). 前の 2 回の期間では中部地方が多かったが, ほかの地方でもかなり発生している. 1970 年代後半からは震央の分布がまばらになっている.

2) **静穏期** これも認められる (Ph-2). 1990 年前後の 10 年間である. 震央のまばらな分布から, 静穏期は 1970 年代後半からと言えなくもない.

3) **孤立的西部地震** これを認めるのはやや難しい. 敢えて言えば, 兵庫県南部地震 (1995) を含むふたつの地震であろう (Ph-3?).

4) **西方拡大期** 現時点で言及するのは難しい. しかし, 2000 年以降, 鳥取県西部, 芸予 (調査範囲外), 新潟中越, 能登半島, 新潟中越沖など, 記憶に新しい地震が発生しており, 頻発が再び始まっていると考えられる (Ph-4).

5) **東南海・南海地震以降の歪蓄積期間についてのまとめ** 上に見てきたように, 前の期間に見出された特徴のうち, 頻発期と静穏期がやはり認められる. このことから, 少なくとも静穏期までは, 前の 2 回と同様に推移している.

その後については, 上記のように, 2000 年以降大きな地震が調査範囲外も含めて 5 件も発生している. さらに, 兵庫県南部地震以降, 西南日本は地震の活動期に入ったと言われる<sup>7) 16) 22)</sup>. このことから, 1990 年代の後半から, 歪蓄積期間中～後期にあたる時期に入ったものと考えられる.

歪蓄積期間の中～後期にあたる西方拡大期は明瞭とは言いがたいが, これは始まって間もない時期であるためと考えられる. 前の歪蓄積期間の状況からみて, 今後も同様に推移し, 内陸地震の発生は, 西方へ拡大することが予測される. そして, 調査範囲の西部にあたる中国四国地方中・東部～近畿地方西部で地震が発生し始めれば, 巨大地震が近づいたと捉えてよいと考えられる. 前の歪蓄積期間では, 西方拡大期に入って 60～70 年後に巨大地震が起こっている.

宝永～安政地震, 安政～東南海・南海地震の歪蓄積期間に, 東南海・南海地震以降のそれも含めて, 内陸地震の発生様式をモデル的にまとめると, Fig.7 のようになる.

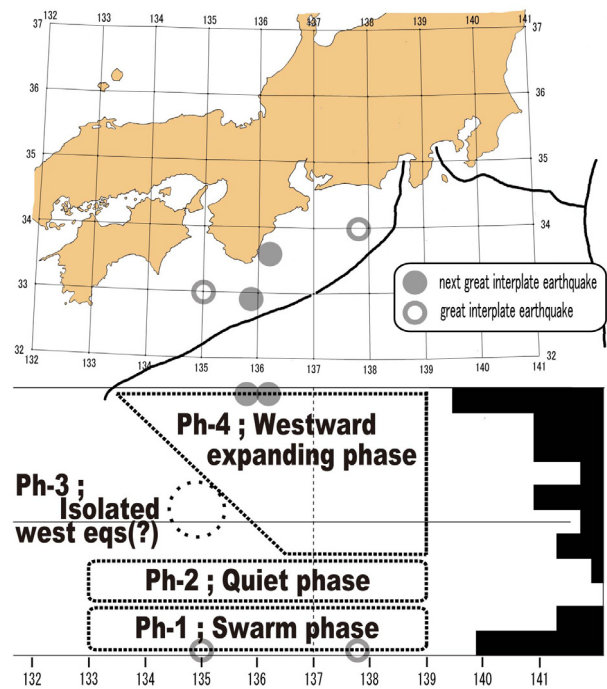


Fig. 7 Schematic model of chronological change on the inland earthquakes.

## 8. それぞれの時期の意味

前章まで, 3 回の歪蓄積期間について, 震央分布の時系列的な特徴を検討した. その結果, 歪蓄積期間前期の前半は頻発期, 後半は静穏期, 中～後期は西方拡大期に分けられることや, 中期には孤立的西部地震も発生すること, などが明らかになった. この章では, それぞれの時期がどのような意味を持つのか考察する.

### 8.1 頻発期

巨大地震の後, 10～30 年ほどの時期は内陸地震が頻発する. この時期は, 巨大地震の後に生まれた新たな応力状態に適応 (あるいは対応) するための調整期間と推定される. つまり, 比較的大きな地震 (本震) の後には余震が続くが, 頻発期の地震も, この余震に対比されるものではないかと考えられる. 巨大地震の後, プレート境界やプレート内では新たな応力状態が生まれる. この応力状態に適応 (対応) するには, 残っていたり新たに生じたりした局所的な歪みを解放する必要があり, 各所でその歪みが解放される. これが頻発期の地震と考えられる. Shimazaki<sup>26)</sup> も, 太平洋側の内陸地震の大部分は巨大地震の余震と捉えている.

### 8.2 静穏期

頻発期の後は 10～50 年ほど静穏な時期となる. これは新たな応力状態への適応がほぼ完了し, しばらく安定する時期と言える. つまり, 局所的な歪みはほとんど

ど解放されてしまったため、しばらく動きのない時期と判断される。

### 8.3 孤立的西部地震

歪蓄積期間の中期に、西部で孤立的に地震が発生する。期間によっては次に述べる西方拡大期の分布範囲に含まれてしまっている。したがって、西方への拡大と関連する現象と推測されるが、このような地震を区別するのが適切かどうか、今後、検討が必要である。

### 8.4 西方拡大期

歪蓄積期間の中～後期は、地震の発生域が西方に拡大する時期である。静穏期の後、歪みの蓄積が再び始まる。そして、一定のレベルに達した部分で破壊が起り始める。

西方拡大期の破壊はランダムに起こるのではなく、巨大地震が東から西に起こると同様に、東から始まり、西方に波及していくと考えられる。その結果、年表上での分布は西に拡大する形態を呈することになる。東から西への波及は、南海トラフに斜交する PHP の沈み込みによって、歪みが一定のレベルに達する部分が、東ほど早く、西ほど遅れること<sup>27)</sup>に関係するのではないかと考えられる。この点に関連して、近畿地方～中国地方東部での増加<sup>5) 6)</sup>は、この地域での地震発生が単純に増加するのではなく、発生範囲が西方に拡大することの現れと考えられる。

### 8.5 巨大地震

西方拡大期の末期にあたることになるが、西部で内陸地震が発生し始めると、次の巨大地震が起こっている。西方拡大期に進行する破壊がほぼ全域に及んだ頃、プレート境界で歪みが限界に達して撥ね上がる。こうして次の巨大地震がもたらされる。

## 9. おわりに

南海トラフに沿う PHP の沈み込みが、内陸地震の発生にも影響を与えていることを、従来の成果から確認した。

この点を踏まえた上で、宝永地震～安政地震～東南海・南海地震の2回の歪蓄積期間に、内陸地震がどのように発生していたのか、その時系列的な関係を現象論的に解析した。そして、見出された特徴が、東南海・南海地震以降の歪蓄積期間にも認められるかどうか検討した。その結果、類似の特徴がやはり認められた。

孤立的西部地震を除けば、頻発期・静穏期・西方拡大期は、それぞれの歪蓄積期間で程度の差はあるものの認められる。すなわち、歪蓄積期間の前期の前半は頻発期、後半は静穏期、そして、歪蓄積期間の中～後

期は西方拡大期にあたる。巨大地震は西方拡大期の末期に起こっている（巨大地震の発生をもって西方拡大期は終る）。

それぞれの時期の意味については、頻発期は巨大地震（本震）の後に生まれた新たな応力状態に適応する時期（余震）、静穏期は新たな応力状態への適応が完了し安定する時期といえる。また西方拡大期は、再び始まった歪みの蓄積が一定のレベルに達して、破壊が東から西に波及していく時期である。そして、その末期にあたることになるが、破壊が西部にまで及んだ頃、プレート境界で次の巨大地震（本震）が起こっている。

## 謝辞

本稿の執筆にあたって専門的なご教示やご助言を数多くして下さった海洋研究開発機構の堀 高峰博士、本稿を査読し有益なご指摘をいただいた京都大学名誉教授田中寅夫先生（元名城大学教授）に、深く感謝申し上げます。

## 引用文献

- 1) Ando, M. (1975) : Source mechanisms and tectonic significance of historical earthquakes along the Nankai trough, Japan. *Tectonophysics*, **27**, 119-140.
- 2) 安藤 雅孝 (1995) 1995年兵庫県南部地震の前震・本震・余震・誘発地震. 月刊地球, 号外 No. 13, 18-29.
- 3) 石川有三 (2002) : 西南日本とアムールプレート. 月刊地球, 号外 No.38, 20-30.
- 4) 堀 高峰・尾池和夫 (1998) : 南海トラフ沿いのプレート境界巨大地震前後における西南日本の地震活動度変化のメカニズム. 月刊地球, **20**, 582-586.
- 5) 堀 高峰・尾池和夫 (2002) : 西南日本の地震活動期と静穏期. 月刊地球, 号外 No. 38, 14-19.
- 6) Hori, T. and Oike, K. (1999) : A physical mechanism for temporal variation in seismicity in Southwest Japan related to the great interplate earthquakes along the Nankai trough. *Tectonophysics*, **308**, 83-98.
- 7) Hori, T. and Kaneda, Y. (2004) Physical criterion to evaluate seismic activity associated with the seismic cycle of great interplate earthquakes. *Journal of Seismology*, **8**, 225-233.
- 8) 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2001) : 南海トラフの地震の長期評価について. ([http://www.jishin.go.jp/main/chousa/01sep\\_nankai/index.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/01sep_nankai/index.htm)).
- 9) 木村昌三 (2001) : 1946年南海地震に関係する四国

- における地震活動の特徴. 地学雑誌, **110**, 581-591.
- 10) 気象庁 (2008) 日本付近で発生した主な被害地震 (平成8年~平成19年12月) (<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/higai/higai1996-new.html>)
  - 11) 気象庁 (2008) 初動発震機構解 (1997年10月~) (<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/mech/index.>)
  - 12) 気象庁地震予知情報課 (2002): 愛知県の地震活動 (2001年9月22日 M4. 2と9月27日 M4. 3). 地震予知連絡会会報, **67**, 342-344.
  - 13) 牧野内 猛・森 勇司 (2007): 南海トラフで起こる前後2回の巨大地震の間に東海地方で発生する直下地震の時系列解析. 日本地球惑星科学連合2007年大会, S149-006.
  - 14) 松田時彦 (1992): 動く大地を読む. 岩波書店.
  - 15) 松田時彦 (1995): 活断層. 岩波書店.
  - 16) 茂木清夫 (1995): 総論 1995年兵庫県南部地震. 月刊地球, 号外 No. 23, 5-16.
  - 17) Mogi, K. (1981): Seismicity in western Japan and long-term earthquake forecasting. *Earthquake Prediction* (D. W. Simpson and P. G. Richards, eds.), AGU, 43-51.
  - 18) Mogi, K. (1990): Seismicity before and after large shallow earthquakes around the Japanese Islands. *Tectonophysics*, **175**, 1-33.
  - 19) 村松郁栄・松田時彦・岡田篤正 (2002): 濃尾地震と根尾谷断層帯ー内陸最大の地震と断層の諸性質ー. 古今書院.
  - 20) 大井田 徹 (1997): 岐阜県東濃地域の地震災害に関する安全性調査報告書. (財)地震予知総合研究振興会.
  - 21) 尾池和夫・堀 高峰・山田聡治 (1995): 1995年兵庫県南部地震に先行した長期・中期・短期現象について. 月刊地球, 号外 No. 13, 81-87.
  - 22) 尾池和夫 (1995) 活動期に入った地震列島. 岩波書店.
  - 23) 尾池和夫 (2002) 総論: 西日本の地震活動. 月刊地球, 号外 No. 38, 5-11.
  - 24) 寒川 旭 (1992): 地震考古学. 中央公論社.
  - 25) Seno, T. (1979) Pattern of intraplate seismicity in southwest Japan before and after great interpolate earthquakes. *Tectonophysics*, **57**, 267-283.
  - 26) Shimazaki, K. (1976a) Intra-plate seismicity gap along the Median Tectonic Line and oblique plate convergence in southwest Japan. *Tectonophysics*, **31**, 139-156.
  - 27) Shimazaki, K. (1976b) Intra-plate seismicity and inter-plate earthquakes: historical activity in Southwest Japan. *Tectonophysics*, **33**, 33-42.
  - 28) Shimazaki, K. (1978): Correlation between intraplate seismicity and interplate earthquakes in Tohoku, northeast Japan. *Bull. Seismological Soc. Amer.*, **68**, 181-192.
  - 29) 宇佐美達夫 (2003) 最新版日本被害地震総覧[416]ー2001. 東京大学出版会.
  - 30) 宇津徳治 (1975): 地震学. 共立出版.
  - 31) 宇津徳治 (1996): 東海地方と周辺の地震活動ー東海地震との関連性ー. 月刊地球, 号外 No. 14, 63-71.
  - 32) 横山博文 (2002): 近畿・中国・四国地方とその周辺の地震活動. 月刊地球, 号外 No. 38, 31-41.

(原稿受理日 平成21年9月18日)



# 工学教育における環境倫理

深谷実<sup>1)</sup> 大野波矢登<sup>2)</sup> 森本司<sup>3)</sup> 木村登次<sup>2)</sup>

## Environmental Ethics in Engineering Education

Minoru FUKAYA<sup>1)</sup>, Hayato OHNO<sup>2)</sup>, Tsukasa MORIMOTO<sup>3)</sup>, Noritsugu KIMURA<sup>2)</sup>

### Abstract

This paper discusses the method of teaching environmental ethics in engineering education with emphasis on the improvement in ability of ethical problem solving. Most universities today have the courses of environmental ethics. In these courses, although philosophical theories about the relation between nature and a human being are taught, practical training of ethical judgment or decision-making is seldom given. As far as the environmental ethics in engineering education is concerned, practical training for improvement in ethical judgement is effective to bring up students to responsible engineers to environment. The problem is that the importance of such training is not fully understood. The way of teaching proposed in this paper solves such a problem.

### 1. はじめに

今日、多くの大学で「環境倫理」という名の科目が、おもに教養科目の一つとして教えられている。環境問題を倫理面からとらえ解決策を考えていこうというのが、この科目のねらいである。しかし、環境倫理については、授業で取りあげられる話題が現実には即しておらず、そのためそれを学んでも実際の問題解決には直接結びつかない、といった指摘がしばしばなされてきた。

本稿では、こうした問題点を改善するために、新しい環境倫理教育の方法を提示することを試みる。それは、倫理問題に対する実践的な問題解決に重点を置いた教育であり、学生の道徳的感受性や責任感の向上と、倫理問題に対する分析・判断能力の育成を目標とする教育である。

以下では、まず従来の環境倫理およびその教育の特徴を確認し、次に工学教育において環境倫理教育が必要であることの根拠、環境倫理教育の位置づけについて考察し、最後に環境倫理教育の実践において何を目標にし、どのような方法を用い、どのような内容を取りあげるべきかを示す。

### 2. 応用倫理および環境倫理の成立とその課題

#### 2.1 応用倫理の成立とその課題

環境倫理をはじめ、生命倫理、ビジネス倫理、情報倫理、技術者倫理などを総称して応用倫理(applied ethics)という。環境倫理について論じる前にここではまず応用倫理について、その成立史とこの研究領域のねらいを簡単に確認しておくことにする。

応用倫理は1970年前後にアメリカで生まれた。誕生の背景には、1960年代後半にアメリカという国が置かれていた状況がある。すなわち、冷戦下での核の危機、ヴェトナム戦争の泥沼化と反戦運動、公害・環境破壊の激化と環境保護運動の胎動、公民権運動の高まり、科学研究・科学教育の意味の問い直しと大学闘争といった状況である。応用倫理は、こうした状況のなかで次々に発生する諸問題を解決するための明確な方針を打ち立てる試みとして登場した。

丸山徳次は、応用倫理の本来のねらいについて次のように述べている<sup>1)</sup>。

応用倫理学とは、既存の原理原則を個別の行為事例に応用〔適用〕し、個別事例を既定の一般的規範の光によって判定する決疑論ではなく、むしろ具体的な問題に関わることによって、行為の全クラスの評価を顧

1) 環境創造学科 2) 名城大学非常勤講師 3) 桜花学園大学保育学部

1) Department of Environmental Science and Technology 2) Part-time Lecturer, Meijo University 3) School of Preschool education, Ohkagakuen University

慮しつつ一般的規範の内容をさらに書き加えていく、その意味で「規範形成的応用(normbildende Anwendung)」を行うものである。そしてこの場合、「問題」とは理論の例解のための仮説的な事例ではなくて、理論的関心を度外視しても重大である現代社会の公的問題である。こうした問題の道徳上の側面を分析し、その解決のために道徳哲学の概念および理論装置を豊かにすること、これが応用倫理学の目標である。

「一般的規範の内容をさらに書き加えていく」ということは、大げさに言えば、近代西欧が作りあげた旧来の倫理を見直し、それに代わる新しい時代の倫理を構築するということである。功利主義や社会契約説といった倫理思想は、現在でも道徳や法、政治といった領域で代表的な基礎理論として用いられている。応用倫理は、社会の現実的な課題に直接取り組むことによってこれらに代わる新たな理論の構築をめざしているのである。

## 2.2 環境倫理の成立とその課題

環境倫理は、1970年代、アメリカとオーストラリア、ノルウェーの三つの国でほぼ同時に誕生した。環境汚染・環境破壊の激化やローマ・クラブのレポート *Limits to Growth*(1972) をとおして、「自然」という概念が哲学的、倫理的な議論のなかに登場してくる。そして、発展を続ける科学技術の利用が、地球規模の環境の危機をもたらしつつあるという認識のもとに、人間と自然の関係のあり方を反省することがこの分野の課題となった。

英語圏の環境倫理の主要なテーマは次の二つである。

一つは、自然がもつ価値をどうとらえるかという問題である。自然がもつ価値とは、経済的利益の確保という目的を達成するために利用可能な資源としての価値(道具的価値, instrumental value) だけなのか、それともそのような価値に還元することのできない特別な価値(内在的価値, intrinsic value) があるのか。近代西欧の倫理思想では一般に、この特別な価値(内在的価値)をもつのは人間のみであると考えられてきた。したがって、自然のような、人間以外のものが内在的な価値をもつかどうか、もしもつとしたら、その根拠をどのように正当化するか、といったことが問題になってくるのである。

もう一つは、人間中心主義(anthropocentrism)批判である。人間と自然の関係を、人間による自然の支配・利用という図式でとらえ、自然は倫理的な配慮の対象には入らないと考えるのが人間中心主義である。これを批判する者たちは、自然をも倫理的な配慮の対象に加え、「人間と人間」の関係のみならず、「人間と自然」の関係をも包括する新しい倫理を構築することを課題とする。

わが国の環境倫理の研究・教育においては、加藤尚武の提案した「環境倫理学の三つの主張」が大きな影響力をもっている。それは次のようなものである<sup>2)</sup>。

- I 自然の生存権の問題——人間だけでなく、生物の種、生態系、景観などにも生存の権利があるので、勝手にそれを否定してはならない。
- II 世代間倫理の問題——現在世代は、未来世代の生存可能性に対して責任がある。
- III 地球全体主義——地球の生態系は開いた宇宙ではなくて閉じた世界である。

加藤は各主張のポイントを次のように説明している<sup>3)</sup>。

自然の生存権の主張は、「近代の法体系からみれば、まったく荒唐無稽な主張としてしか受け取られない。なぜなら法体系は、ヒトである人格とその拡張された概念である法人の所有権を保護する体系であって、生物は人類の公共財と認められる場合でも、人間の所有するモノという資格しか与えられないからである」。

世代間倫理の主張は、「近代の政治体制によっては無効だと決めつけられてしまう。なぜなら、まだ生まれていない人々(未来世代)の投票権を民主主義は認めないし、近代社会では同世代の人々の合意が最終的な決定権をもっているからである」。

地球全体主義の主張は、「近代の経済体制によっては正当化されない。なぜなら環境倫理学は、金銭による価値のない埋蔵資源や、大気圏の価値を重視しているからである」。

つまり、これらの主張のポイントは、近代の法体系・政治体制・経済体制が環境問題に対しては無力であることを指摘し、それに代わる新たな体制を築くための基盤を与えることにある。そして環境倫理の関心は、これらの主張を正当化してくれるような新たな理論を構築することにある。

## 3. 大学における応用倫理教育と環境倫理教育の現状

### 3.1 応用倫理教育の現状と問題点

応用倫理が海外から輸入され始めたころのわが国の倫理学者のそれに対する反応は、どちらかといえば冷淡なものであり、そのようなものは学問の名に値しないといった意見も聞かれたという。応用倫理は現代社会が抱える緊急の問題に対して答えを出そうとするため、どのような問題に対しても一定の処方箋を与えてくれるような体系的で一貫性のある理論を作りあげるのは難しい。こうした特徴をもつがゆえに、倫理理論の研究者たちが

らは、応用倫理は「場当たりの」な「ご都合主義」であり、真剣な考察に値しないものとみなされてしまったわけである。しかし、このような状況は徐々に変わりつつあり、現在では大学でも応用倫理のトピックスが倫理学や哲学の講義で取りあげられたり、生命倫理や環境倫理の講義が行われたりしている。

大学における応用倫理教育は、次のようなかたちをとることが多い。さまざまな倫理理論・原則の紹介と、それを原理的な枠組みとして具体的な問題に適用した場合に出てくる答えの違いを確認する。そして、そのような作業を通じて、一つの問題に対してさまざまな見方のあることを学ぶというやり方である。Fig. 1 は、応用倫理教育で用いられる主要な概念の間の関係を整理したものである<sup>4,5)</sup>。

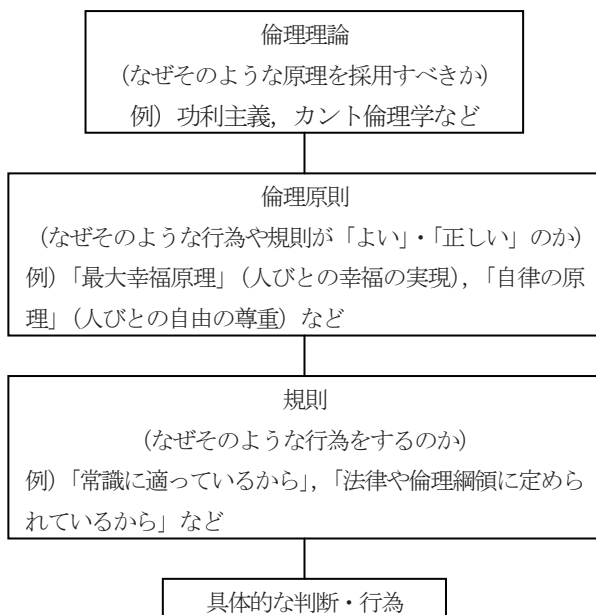


Fig. 1 The relationship between ethical theories, principles, rules and actual judgements or actions.

しかし、このような思考法を用いる場合には、注意すべき点がある。

第一に、あらかじめ与えられた原理・原則を個別の問題に適用して答えを出すという、いわばトップダウン方式の考え方は、丸山徳次が言うところの、「具体的な問題に関わることによって、……一般的規範の内容をさらに書き加えていく」というボトムアップ方式の思考とは異なるものであり、そのため、この学問の本来の目標や問題意識を学生が誤解するおそれがあるという点である。さらに、上から与えられた(あるいは押し付けられた)原理・原則を無批判に受け入れ、遵守することが、「倫理的」であるということだ、といった誤った考えを学生が抱いてしまうおそれもある。これも本来の応用倫理が意

図したものではない。

第二に、応用倫理の授業を受けた学生の反応として、相対主義・懐疑主義に向かう者が出てくるという点である。学生は、大学以前の教育課程のなかで道徳・倫理の授業をつうじて、あるいは社会常識やマナーを身につけることによって、個別の倫理問題に対処するための判断の枠組みを自分なりにすでに作りあげていることが多い。そこに、倫理のさまざまな理論や原則を注入された場合、一方では学生は、一つの問題を多角的に検討する柔軟な姿勢を身につけることになる。しかし他方では、自らの信じていた枠組みが大きく揺らぎ、その結果、倫理問題に対してはさまざまな見方があり、答えが一つに決まっているわけではない、つまり「何でもあり」だという考えへと向かう危険性がある。言いかえれば、倫理問題を真剣に、そして主体的に思考することを停止してしまう危険性があるのである。

### 3.2 環境倫理教育の現状と問題点

環境倫理教育においては、従来から用いられてきた近代西欧の倫理理論や原則と、自然の内在的価値や人間非中心主義(自然中心主義)、加藤の「環境倫理学の三つの主張」が原理的な枠組みとなり、それを個別の問題に適用するというかたちで倫理的思考の訓練が行われる。近代西欧の倫理理論と環境倫理の原則の両方が原理的な枠組みとして用いられるということについては、そもそも後者は前者に対するアンチテーゼとして提起されたものであるため多少違和感があるが、現実の問題に対処するうえでは仕方のないことであろう。

これまでの環境倫理教育の問題点としては、欧米の環境倫理の文献で論じられているような抽象的な哲学的議論の紹介が授業内容の中心となってしまったがために、環境問題に対する具体的な解決策や方針に興味をもつ学生たちの関心を集めることができなかつた、という点をあげることができる。自然の内在的価値の正当化といった、「倫理理論」または「倫理原則」のレベルの議論は、それが「規則」(たとえば、法や倫理綱領)や「具体的な判断・行為」に結びつかなければ、単なる「哲学者たちによる哲学者たちのためだけの議論」で終わってしまう。現実世界との結びつきをもたない議論に対して、学生が興味を失うのも当然だろう。近年、こうした環境倫理教育のあり方を反省し、「より広範な公衆にアピールする公共哲学にするべきだし、具体的な問題事例に関わりながら、社会的意思決定や政策に結びつくような応用倫理学にするべきだ」といった意見も出てきている<sup>6)</sup>。しかし、ここで言われているような改善をどのように行っていくか、そしてその成果をどのように教育に結びつけるかは、

今後の課題として残っている。

#### 4. 工学教育における環境倫理の位置づけ

##### 4.1 工学教育における環境倫理教育の必要性

従来の環境倫理教育のあり方を反省し、それを望ましいものへと改善していくための方向を示すために、ここであらためて、なぜ環境倫理教育が必要なのかということを確認しておく。ただし、ここからは話を工学教育内部だけに限定する。

将来、技術者となることをめざす学生が環境倫理を学ぶ必要があるのは、今日の技術者が環境に対して特別な責任を負っているからである。ある新しい製品を開発する場合、その製品の設計において技術者は、環境という人類の共有の資源に影響を及ぼすような決定を行う。たとえば、「この製品を製造するためにはどのような材料が用いられるべきか」といった問いに対する決定は、その内容しだいでは、環境に大きな影響を及ぼすことがある。

R. Schinzinger と M. W. Martin は技術者の仕事を「社会的実験(social experimentation)」と特徴づけ、技術者は「責任ある実験者(responsible experimenter)」でなければならないという<sup>7)</sup>。新しい技術的成果は、否応なしに社会に

変革をもたらし、そして環境に影響を及ぼす。新しい技術の導入はあたかも人間社会や環境を被験者とする実験をしているようなものである。それゆえ、社会や環境を対象として技術をもち込む技術者は、「責任ある実験者」として特別な責任を負っているのである。

自然環境に対する配慮の必要性は、JABEE 認定基準 1：学習・教育目標(b)や、工学系の学協会が採用する倫理綱領でも言及されている (Table 1)。

環境への責任を自覚し、その他のさまざまな価値についてもバランスをとりながら倫理的に適切な判断ができるようになるには、そのための訓練が必要である。学生に対してそうした訓練の場を提供することが、環境倫理教育の目的である。

##### 4.2 環境倫理と他の授業科目の関係

環境倫理教育はどのようなやり方で行うのがよいだろうか。これについては、いくつかのやり方が考えられる。独立の授業科目を設定するというやり方以外に、技術者倫理のなかでトピックスの一つとして取りあげるといった方法や、技術者倫理教育で提案されているマイクロインサージョン手法のように、環境関連の複数の授業科目のなかに事例等をつうじて環境倫理に関わる要素を少

Table 1 JABEE accreditation criterion 1: learning and educational objective(b) and ethical codes relating to the environment.

JABEE 認定基準 1：学習・教育目標
(b) 技術が社会および自然に及ぼす影響・効果に関する理解力や責任など、技術者として社会に対する責任を自覚する能力 (技術者倫理)
土木技術者の倫理規定 (土木学会)
2. (土木技術者は) 自然を尊重し、現在および将来の人々の安全と福祉、健康に対する責任を最優先し、人類の持続的発展を目指して、自然および地球環境の保全と活用を図る。
電気学会倫理綱領
2. 自然環境、他者および他世代との調和を図る。
日本建築学会行動規範
3. (日本建築学会の会員は) 持続可能な発展を目指し、資源の有限性を認識するとともに、自然や地球環境のために廃棄物や汚染の発生を最小限にする。
日本化学会会員行動規範
IV) 環境に対する責務 会員は、自らの仕事もたらす環境への影響について配慮し、環境汚染を防ぎ、人の健康と環境を守る責務を負う。また、会員は、自らの化学・化学技術に関する知識を人の健康と環境を守るために用いるよう努める。
応用物理学会倫理綱領
2. 会員は、取り扱う技術や材料が地球環境に悪影響を与える可能性があることと、技術的錯誤が人の安全と健康ならびに社会システムの安全性に影響することを認識して、良心に従って研究ならびに技術活動を行い、技術の安全性と技術への信頼を確保する。
化学工学会倫理規程と行動の手引き
2-2 (環境保全と安全・安心確保の努力) 会員は、法令・規則・社会規範を遵守することは当然のことながら、環境保全と公衆の安全・安心の確保を第一優先とします。経済性を環境保全と公衆の安全・安心に優先させてはなりません。



しずつ組み入れるといった方法がある。

名城大学理工学部では環境倫理を独立の授業科目として開講し、ただし原則として技術者倫理とともに受講するというやり方をとっている。それは次のような理由からである。

まず、複数の授業科目に環境倫理的な要素を組み入れるというやり方は、現時点では、担当者間の意志の統一や各々の教育指導能力、授業計画、使用教材等々を考慮すると、実現することはかなり困難であるといわざるをえない。むしろ、理系の学生および教員にとっては、倫理などという異質な問題領域に関わることはできるだけ避け、自分の専門分野の学習や研究に力を注ぎたいというのが正直なところだろう。

技術者倫理のトピックスの一つとして環境倫理を取りあげるといったやり方については、実際に行われていると聞く。そのような方針で編集されている技術者倫理の教科書も多い。なかには環境倫理ばかりか、たとえば原子力発電やバイオテクノロジー、ナノテクノロジーの利用に関する倫理といった、さまざまなトピックスを詰め込むといったケースもあるようである。しかし、そもそも技術者倫理のトピックス自体がかなり豊富であるため、このようなやり方では、個々のトピックスについて内容的に充実した教育を行うことは難しいだろう。

こうした理由から、現状のようなやり方で環境倫理を独立の授業科目として設定することが望ましいといえる。

また、環境倫理と技術者倫理を分けることは、倫理的思考には異なるレベルがあるということを学生に理解させるのに役に立つ。札野順によれば、科学技術に関する倫理は、その考察対象によってメタ・エシックス(meta ethics)、マクロ・エシックス(macro ethics)、メゾ・エシックス(meso ethics)、マイクロ・エシックス(micro ethics)の四つのレベルに分類できる (Table 2)<sup>8)</sup>。

Table 2 Four aspects of science and engineering ethics.

レベル	対象
Meta	科学/技術そのものの本質
Macro	科学/技術と社会の関係
Meso	科学/技術に関連する制度・組織及びそれらと個人との関係
Micro	科学/技術者個人 (あるいは個々の企業など) とその行動

技術者倫理の考察対象はどうしてもマイクロまたはメゾレベルのものが中心となる。アメリカの「専門職倫理 (professional ethics) としての技術者倫理」は、まさにその

ような性格のものである。そして、アメリカで出版された文献の紹介と翻訳から出発したわが国の技術者倫理研究が、アメリカ流の考え方から大きな影響を受けていることは否定できないだろう。

しかし、科学技術の専門化・高度化が進み、科学技術者の社会的責任がますます重みを増しつつある今日、マクロな視点からの考察もその重要性を増してきている。

「科学/技術と社会の関係」について個々の技術者の述べた意見がそのまま社会全体の合意として採用されるなどということは、ほぼありえない。それを知っている学生としては、科学技術に関する制度や政策といったレベルの問題について問われても、個人の判断や行動と直接的な結びつきを見いだせないがゆえに、それについて明確な意見をもつことは難しいだろう。しかし、環境・生命・情報などの領域で技術の急速な発展に起因する、地球規模の問題が生じている現在、個々の技術者が科学技術の専門家の立場でこうした問題に対して一定の見解をもち、社会的合意形成に貢献することが求められている。

技術者倫理とは異なり環境倫理の考察対象は、こうしたマクロな視点から問題を考えるための最適な練習問題になる。つまり、技術者が遭遇する倫理問題について、技術者倫理ではミクロな視点から考察し、環境倫理ではミクロな視点を中心にしながらマクロな視点から考察する。このようなしかたで、二つの分野を補完的なものととらえることができる。

## 5. 環境倫理教育の目標と内容

### 5.1 教育目標

アメリカのヘイスティングス・センター(the Hastings Center)は、高等教育機関における倫理教育の目標として次の五つをあげている<sup>9)</sup>。

- ① 道徳に関する想像力を刺激する
- ② 倫理上の論点を認識できるようにする
- ③ 倫理問題を分析するスキルを発展させる
- ④ 責任感を引き出す
- ⑤ 意見の不一致と情報の曖昧さを許容する

これらの目標は、考察対象の違いに関係なく倫理教育一般の目標と考えることができる。これらを参考にして環境倫理教育の目標を簡単にまとめると、次のようになる。①技術者は可能な行為の選択肢としてどのようなものがあるか、そして自らが選んだ行為の結果として環境にどのような影響が及ぶかを想像できるようになること、②工学設計において技術者は技術的な視点からのみ判断

を下すのではなく、技術以外にも配慮されるべき価値があることを、そして特に環境への配慮の必要性を認識できること、③倫理学および環境倫理の概念や理論・原則などを使って、倫理問題を分析する能力を高めること、④科学技術の専門家である技術者は、環境に対して特別な責任を負っているという自覚をもって行動できるようになること、⑤環境問題における科学的不確実性、および社会的合意を形成することの難しさを認識したうえで、倫理的争点についてねばり強く思考を続けていく力を育成すること、こうしたことが環境倫理教育の目標である。実践的な問題解決に重点を置いた教育にふさわしいものといえよう。

米国工学アカデミー(National Academy of Engineering)が運営するウェブサイト「オンライン・エシックス・センター(Online Ethics Center)」には、「環境的帰結に対する工学の責任に関する教育(Teaching Engineering Responsibility for Environmental Consequence)」というページがあり、教育担当者のための手引きと助言として、授業のさいに強調すべき点をあげている。次に引用しておく<sup>10)</sup>。

工学を学ぶ学生に、技術が環境に及ぼす影響について教える場合、倫理と法律の両方に力点を置くことが大切である。学生は法律を、特に国家環境政策法(National Environmental Policy Act, 1969)を理解しておくべきである。この法律は技術者に対して、自らのプロジェクトが環境に及ぼす影響を、考慮すべき事項とし

て設計の手続きのなかに組み込むようにさせるために制定されたものでもある。また学生は、倫理について、特に環境・動物・未来世代に対する私たちの義務をめぐる諸問題について理解しておくべきである。たとえば次のような問題である。これらの義務の根拠は何か。これらの義務と、顧客や雇用主に対する義務、または経済的関心からくる義務との間の対立をどのように調停するか。技術が環境に及ぼす長期的な影響に不確実性がある場合、どのようにして環境に対する配慮を設計プロセスのなかに組み込んだらよいか。新製品の開発に多くの専門職が関与している場合、どの程度技術者は環境配慮の責任を負うべきか。

ここには、教育目標および内容がより具体的に示されている。

## 5.2 教育内容

授業の進め方に関しては、具体的な事例については、できるだけディスカッションを取り入れ、参加者が自分の価値観や意見を出しあいお互いの考えの違いを確かめあいながら、多面的に分析を行いつつ可能な解決策を探っていくというやり方が、技術者倫理をはじめとする専門職倫理では望ましいといわれている。環境倫理についても、実践的な問題解決能力の育成をねらいとする場合には、このような方法が有効である。

事例中心の授業を行う場合には、M. Davis の提案する

Table 3 Seven-step guide to ethical decision making.

1) 倫理問題を明確に述べよ。
2) 事実関係を検討せよ。
3) 関連する要因、条件などを特定せよ。
4) 取りうる行動を考案し、リスト・アップせよ。
5) 代替案を次のような観点から検討せよ。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 危害テスト：この行動は他のものよりもたらす危害が少ないか。</li> <li>● 世間体テスト：私がこの行動を取ったことが新聞で報道されたらどうなるか。</li> <li>● 自己防衛可能性テスト：自分の意思決定を、公聴会や公的委員会で弁明できるか。</li> <li>● 可逆性テスト：自分がその行為によって悪影響を受ける立場であったとしても、自分はその決定を支持するか。</li> <li>● 「同僚による評価」テスト：その行為を解決策であるとして同僚に説明した場合、同僚はどのように考えるか。</li> <li>● 「専門家集団による評価」テスト：自分が所属する専門家協会の理事会あるいは倫理担当部門は、その行為をどう考えるだろうか。</li> <li>● 「所属組織による評価」テスト：会社の倫理担当部署あるいは顧問弁護士は、その行為をどう考えるだろうか。</li> </ul>
6) 1 から 5 の検討結果を基に、取るべき行為を決定せよ。
7) そのような倫理問題に再び陥らないためにどのような方策を採るべきか、あるいは、問題点の改善方法を考えながら、1 から 6 のステップを再検討せよ。

「倫理的意思決定のための7段階法」(Table 3)などを用いて思考したり、議論したりすることを促してみるとよいだろう<sup>11)</sup>。これは、倫理問題解決のための一般的な手順として技術者倫理の教科書などでよく紹介されている。もちろん、この手順に従って考えていけばあらゆる問題がすっきりと解決できるというわけではない。しかし、

環境問題をとりまく複雑な状況(不確実性、国家の環境政策・経済産業界の方針・国民の意識の間のずれ、しばしばマスメディアをつうじて送られてくる誤った情報等々)のなかで、短絡的な思考に陥ることなく冷静に対処するためには、こうした指針があったほうが便利である。

Table 4 The WFEO model code of ethics.

<p>III. 環境技術者倫理(Environmental engineering ethics)</p>
<p>技術者は、いかなる専門職の活動を展開する場合にも、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 自己の能力、勇気、熱意、および献身のかぎりを尽くして、すぐれた技術上の成果をあげるように努力せよ。そうした努力は、すべての人々が、屋内だけでなく野外においても、健康で快い生活環境を実現することに貢献し、それを促進するであろう。</li> <li>● 自らがたずさわる仕事の有益な目的を果たすに際して、原料およびエネルギーの消費を最小限に抑え、そして廃棄物およびあらゆる種類の汚染の発生を最小限にするように努めよ。</li> <li>● 自己の提案および活動が、直接または間接に、即時にまたは長期的に、人々の健康、社会的公平、および地域の価値体系にもたらす帰結について詳細に議論せよ。</li> <li>● 影響が及ぶと懸念される環境を綿密に調査せよ。そして、その環境の内に含まれる都市または自然の生態系の構造、力学、美的価値が受ける影響を、社会経済システムが受ける影響とともに、評価せよ。そしてそのうえで、環境面からみて健全で持続可能であるような開発の実現のために最適な選択肢を選べ。</li> <li>● 荒廃の懸念される環境を修復し、できるなら改善するために必要とされる活動に対する明確な理解を促進し、そしてそうした活動を自らも提案せよ。</li> <li>● 人類の生活環境および自然に不当な損害をもたらすいかなる種類の活動への参加も拒否し、そして、できるかぎり以最善の技術的、社会的、政治的な解決をめざせ。</li> <li>● 生態系における相互依存、多様性の維持、資源の再生、相互的關係による調和といった諸原理が、人類の持続的な生存の基礎をかたちづくっていること、そしてこれらの基礎にはそれぞれ、持続可能性を実現していくためには越えてはならない限界があることをつねに心がけよ。</li> </ul>

Table 5 Fundamental principles of environmental law.

(1) 持続可能性	環境基本法第3条、第4条。環境と開発に関するリオ宣言第3原則、第5原則、第7原則。
(2) 予防原則	環境基本計画(「第三次基本計画」)の「今後の環境政策の展開の方向」の一つとして「予防的な取組方法の考え方などによる、不確実性を踏まえた施策決定と柔軟な施策変更」。リオ宣言第15原則。
(3) 汚染者負担原則	環境基本法第37条。環境基本計画の「今後の環境政策の展開の方向」の「汚染者負担の原則」・「拡大生産者責任」。
(4) 環境権	憲法第25条、第13条(25条の生存権と13条の幸福追求権に基づく「良好な環境を享受しうる基本的人権」)。環境基本法第3条。リオ宣言第1原則。
(5) 情報公開・市民参加	リオ宣言第10原則、第27原則。環境問題に関する情報の取得、決定過程への公衆の参加及び司法救済に関する条約(「オーフス条約」)。
(6) アセスメント	環境基本法第19条、第20条。環境影響評価法。

さらに、ステップ1の「倫理問題を明確に述べよ」やステップ3の「関連する要因、条件などを特定せよ」では、環境関連の法律や学協会の倫理綱領の知識をもって、いっそう思考や議論が深まることであろう。参考にするといわれる規則をいくつかあげておく。倫理綱領についてはTable 1 で示したものに加えてTable 4 にあげる World Federation of Engineering Organisations (WFEO)が作成した技術者のための環境倫理綱領がある<sup>12)</sup>。工学系学協会の定める倫理綱領にも環境や持続可能性への言及はあるが、環境に関する包括的な倫理綱領は他に存在しないようであり、その意味では貴重である。Table 5 では、環境関連の法律や条約を環境法の基本原則にしたがってまとめておいた<sup>13)</sup>。現在すでにこのような法律や条約はかなりの数が存在しており、とても素人がその全体を理解できるものではない。実際の自分の仕事に直接関係してくるような場合には、法律の専門家に任せるほかない。ただし、技術者のほうでも、科学技術の専門家として、基本原則だけでも理解しておきたい。

## 6. おわりに

本稿で提案した環境倫理教育のあり方を、ここでもう一度確認しておく。(1)まず教育目標は、環境に関わる具体的な倫理問題に適切に対処するために必要とされる、道徳的感受性や責任感、問題解決のスキルといったものを向上させることである。(2)この目標を達成するために最も効果があると思われる教育方法は、具体的な事例を用いた意思決定の訓練である。具体的な事例を取りあげて、事実関係の把握、問題の発見、問題の分析と定式化、当事者の視点からの意思決定とその正当化、といったことを行う実践的な訓練をできるだけ多く学生に体験させることが、この教育の目標を達成するためにはいちばん効果的である。(3)授業のなかで学生に対して与えるべき知識としては、倫理学の理論、環境倫理の原則、環境関連の法律や倫理綱領などがある。ただし、こうした原理・原則や法、倫理綱領は、無批判に受容されるべきものではなく、個別事例への適用というかたちで批判的検討にさらされ、より望ましいものへと改善されるべきものである、ということは強調しておきたい。

最後に、今後の課題について若干述べておく。教育を効果のあるものとするためには、教育手法および教材の開発、教育効果を測るための基準の明確化、継続的な学習への方向づけといったことが重要になってくる。特に、評価基準については以前から問題とされており、明確な答えは出ていない。また、技術者倫理および環境倫理は教養科目として1年生を対象に行われているため、将来

社会に出て授業で学んだことが生かされるべき頃には、知識も能力も失われてしまっているおそれがある。こうしたことを防いでいくためには、継続学習が必要であるが、そのための方向づけを学生に対してどのように行うかということも工夫する必要がある。

## 参考文献

- 丸山徳次：われわれの応用倫理学の源泉としての〈水俣病事件〉、応用倫理学の転換——二正面作戦のためのガイドライン（川本隆史、高橋久一郎編）、ナカニシヤ出版、p. 82、2000年。
- 加藤尚武：環境倫理学のすすめ、丸善、p. vi、1991年。
- 加藤尚武編：環境と倫理〔新版〕、有斐閣、pp. 9-12、2005年。
- 赤林朗編：入門・医療倫理 I、勁草書房、p. 30、2005年。
- 札野順編：技術者倫理、放送大学教育振興会、p. 86、2004年。
- 丸山徳次：講義の7日間 水俣病の哲学に向けて、岩波 応用倫理学講義2 環境（越智賢、他編）、岩波書店、p. 11、2004年。
- R. Schinzinger, M. W. Martin：工学倫理入門（西原英晃監訳）、丸善、pp. 103-105、2002年
- 札野順編：技術者倫理、放送大学教育振興会、pp. 319-320、2004年。
- C. E. Harris, M. S. Pritchard, M. J. Rabins：科学技術者の倫理——その考え方と事例（日本技術士会訳編）、丸善、pp. 10-13、1998年。
- Online Ethics Center: Teaching Engineering Responsibility for Environmental Consequence, URL: <http://onlineethics.org/CMS/edu/instructguides/envimp.aspx>
- 札野順編：技術者倫理、放送大学教育振興会、pp. 137-139、2004年。
- The WFEO Model Code of Ethics(Final version adopted in 2001), URL: <http://www.wfeo.org/index.php?page=ethics>
- 交告尚史、白杵知史、前田陽一、黒川哲志：環境法入門〔補訂版〕、有斐閣、pp. 116-149、2007年。

(原稿受理日 平成21年9月18日)



# 寄書

# Workshop “Trends in Nanomechanics and Nanoengineering” に参加して

安藤義則<sup>1)</sup>

## Attending on the Workshop “Trends in Nanomechanics and Nanoengineering”

Yoshinori ANDO<sup>1)</sup>

### Abstract

This is a report on my experiences during the workshop “Trends in Nanomechanics and Nanoengineering” held in Krasnoyarsk (Russia). I could have many precious experiences in one week as one of the plenary speakers.

今回、ロシアのシベリア鉄道の途中の都市で東西のほぼ中央に位置するクラスノヤルスクで、”Trends in Nanomechanics and Nanoengineering”という Workshop が開かれ、そこでの基調講演者の一人として招待されて参加してきました。その記録をここに寄書として残しておきます。この Workshop は、シベリア連邦大学と Kirensky 物理研究所（クラスノヤルスク）の共催で開催されました。ウィキペディアによりますと、クラスノヤルスクでは 1997 年に、当時の橋本首相とエリツィン大統領の間で “クラスノヤルスク合意” がなされたと書かれています。今回、実質的な Organizer としてとりしきってくれた若い Dr. P. B. Sorokin が最初にクラスノヤルスク空港に迎えに来てくれたとき、ホテルまでの 30 分ほどの車の中の会話で語ってくれたところでは、ロシア政府がシベリア開発の一環として、大学にもかなり巨額の投資をしてくれているので、そのお金の一部を使って今回の Workshop も開催できたのだということでした。

Workshop は 8 月 24 日（月）から 28 日（金）まで行われ、初日（24 日）午後の開会式直後の最初の基調講演を、私とロシアの Prof. L. A. Chernozatonskii が行い、2 日目以降は朝の最初の講演が基調講演で、Prof. B. A. Korgel (USA), Prof. A. M. Rao (USA), Prof. D. E. Bürgler (ドイツ) によって行われました。そのほかに招待講演を行った Dr. E. D. Obraztsova (ロシア), Prof. L. Forro (スイス), Dr. A. A. Saranin (ロシア), Dr. N. G. Galkin (ロシア), Prof. A. Marbeuf (フランス) など 10 名ほどが市内の中心部にあるクラスノヤルスクホテルに滞在しました。毎日、ホテルにマイクロバスで迎えに来てくれて、車で 15 分ほど離れた丘の上にあるシベリア連邦大学に運んでくれて、その大学内の 150 人ほど入れる会議場で Workshop は行われました。Fig. 1 はシベリア連邦大学の玄関で、そこを歩いて 2 階に上がったところ（細長い窓が並んでいる）

がロビーで、その右隣の部屋が階段状のテーブルが配列された会議場です。参加者は総勢 80 名くらいで、こじんまりした会議で、Coffee break やお昼の Dinner が十分時間がとられていて、参加者同士のコミュニケーションのとりやすい有意義な Workshop でした。なお、シベリア連邦大学というのは、3-4 年前にクラスノヤルスクにある 4 つの大学が一緒になってできた新しい大学で、今回 Workshop の開かれた理学部系の基礎の大学が中心になってできているとのことでした。



Fig. 1 Entrance of Siberian Federal University.

私の基調講演は、”Carbon Nanotube: The Inside Story”ということで、Nanoscience の始まりに関わるものですが、Nanomechanics and Nanoengineering との直接の関わりは薄いものでした。それに対して、他の基調講演は Nanomechanics and Nanoengineering と密接な関わりがあるものが目立ちました。その中でも、4 日目は Magnetism 関連で私には縁遠い分野でしたが、Prof. D. E. Bürgler の講演を聴いて、2007 年のノーベル物理学賞の受賞グループからの講演であることが理解できました。Prof. A. M. Rao を始めとして Carbon Nanotube 関連の講演もいくつかありましたが、いずれの講演も Nanomechanics and

1) 材料機能工学科

1) Department of Materials Science and Engineering

Nanoengineering のテクニックを取り込んだ研究がなされており、我々もその方面の展開をしていく必要性を感じさせられたと言う意味でも、有意義な Workshop でした。

ポスターセッションは、会議場前の廊下で2日目の夕方3時間ほど行われました。ポスターボードを使わずに、張り渡された2本のロープにポスターを貼り付けるだけという展示には驚かされました。30件余りの発表でしたが、ほとんどがロシアからの発表で、若いロシア人の学生さんが質問しても英語での回答ができないの多いことも意外でした。Prof. L. Forro も若いDCの学生さんが英語が話せない割合がこんなに多いとは予想もしなかったと驚いておられました。英語の必要性を身にしみて感じさせられました。Fig. 2 はノボシビルスクからきていたDCの学生さんのポスター発表の様子ですが、彼女は英語をちゃんと話すことができたので、後でもいろいろと交流することができました。

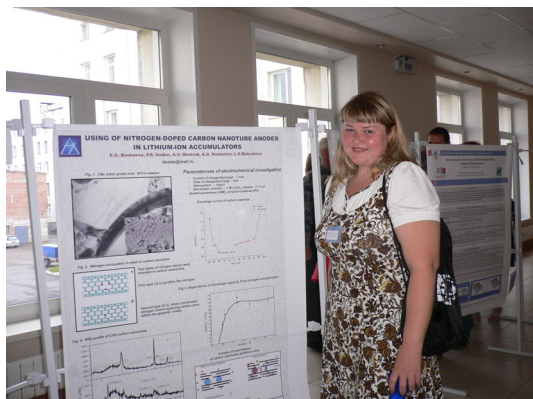


Fig. 2 Poster presentation by DC student from Novosibirsk.

3日目のDinnerの後、午後3時からバスでエニセイ川の少し上流のダムから数キロメートルほど山中に入った山で、ロシアの中でも有名な巨岩が多くあるところにエクスカージョンで出かけました。山頂にもその巨岩があり、後述のように、ホテル近くのエニセイ川からも見ることができるところです。その巨岩の写真の例をFig. 3に示します。松の木や白樺、“ななかまど”など日本の寒冷地で見られる植物も多く見られました。雨がよく降るので山も緑が一杯でした。緯度が高いので、夕方8時を過ぎても十分明るいので、午後3時からエクスカージョンのスタートでも、ちゃんと時間が取れるので、全く問題がないのは異様でした。その後、7時半過ぎに市内に戻って、エニセイ川とは反対側にあるクラスノヤルスク山（ロシア語で赤い山という意味）の山頂にある教会を訪れました。そこにある教会とエニセイ川にかかる橋がFig. 4に示すように10ルーブル紙幣の図柄として描かれていることも知りました。実は、この教会はホテルの私の部屋からも山の上にぽつんと見ることができて、写真にも撮っていました。

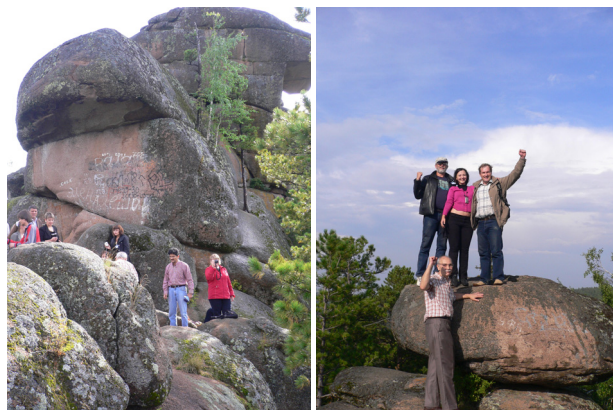


Fig. 3 Photos of rock pillars.



Fig. 4 Photo of a 10 Ruble note.

翌日の27日（木）の午後も同じ時間から出かけて、エニセイ川を遡っていくクルーズでディナーが行われました。ディナーの途中で船の外に出て、周りの風景を見ながら楽しむことができました。Fig. 5の背後に写っているのは列車専用の橋で、エニセイ川にかかるシベリア鉄道の橋です。右側方向がウラジオストック側、左側方向がモスクワ方向です。Fig. 5の一番手前に写っている女性が招待講演者のDr. Obratsovaです。船中では、ノボシビルスクからきていて日本語の少し話せるDCの女子学生達（Fig. 2の女子学生も含む）と日本語のレッスンもでき、楽しい時間を過ごすことができました。ウラジオストックからきていたDr. A. A. Saranin 夫妻（奥さんは



Fig. 5 One scene of cruise.



Fig. 5 の 3 番目) は、お二人とも日本語が上手であることには驚かされました。富山、新潟へはウラジオストックから直行便があるということもうなずけます。

今回は、基調講演の招待者ということで、往復の航空運賃とクラスノヤルスクでのホテル滞在費ともに、主催者であるシベリア連邦大学と Kirensky 物理研究所の方ですべて支払ってもらいました。航空券の手配の方も、シベリア連邦大学の旅行社がルート・航空会社の決定もすべてして頂け、送ってもらえた e-チケットは、中国国際航空で名古屋から北京経由でモスクワに行き、そこから国内線に乗り換えてアエロフロートでクラスノヤルスクに飛ぶというチケットでした。ヨーロッパに位置するモスクワまで行って、アジアにあるシベリアの真ん中まで戻るわけですから、大回りであることこの上なしです。こちらは、お金を払っているわけではありませんから文句を言えるわけではありませんが、精華大学のポストクの学生が来たという北京から直接北に飛ぶクラスノヤルスク直行便の方がずっと短時間であることは間違いありません。ただし、後述しますように、帰りの便ではモスクワと北京の市内もちょっと見ることができたのは別の意味で利点でもありました。時差で見ると、日本とモスクワの間の時差は-5 時間で、モスクワとクラスノヤルスクは-4 時間の時差があるので、結果的には北京と同じ時差の所まで戻ることになります。地図で見ていると、北京よりは 15 度以上も東経が少ないのに同じ時差ということにずっと違和感を持っていましたが、Workshop の終わり頃になって、ロシア全体はヨーロッパと同じ夏時間であることに気がつきました。夏時間でなければ、時差は 1 時間多くなるわけですから、北京とは-1 時間の時差が出てくると言うことで、地図上の経度との食い違いを納得することができました。

シベリア連邦大学の旅行社が送ってくれた行きの便の e-チケットのタイムスケジュールは、次の通りでした。

8/22 (土) 北京 CA909 モスクワ(Terminal 2)

14:15 17:55

(実際は 20 分遅れで到着)

モスクワ(T-1) SU779 クラスノヤルスク

21:00 +05:45

シエレメチェボ空港のターミナル 2 は、国際線専用で、ロシアへの入国はそこで済まさないといけません。その後、中部空港で預けた手荷物を受け取って、国内線専用のターミナル 1 へ荷物を持って移動し(ターミナル 2 からターミナル 1 への移動は車で 20 分かかる)、搭乗手続きをしないといけません。しかも、今から言えばその搭乗手続きは出発 30 分前に最終案内が行われていたのです。つまり、30 分前までに、搭乗手続きを済ませな

いとその便に乗れないのです。だからもともとシエレメチェボ空港でのターミナル 2 から 1 への乗り継ぎ時間は 2 時間半しかなかったのです。これはどう考えてもロシア語がまったく通じない外国人にとっては無理なスケジュールだったと言わざるを得ません。

それに対して、アジアから偏西風に逆らっていく西行き便の常で、まずシエレメチェボ空港のターミナル 2 に 20 分遅れで到着し、出国がものすごい人ごみで 1 時間かかってしまいました。出国したら荷物のターンテーブルはほぼ終了間際で、あせりもあり自分の荷物が探せず、Lost Luggage のカウンターに行って、一緒に探してもらって、15 分かかってようやくターンテーブルから下ろされていた自分の荷物を見つけることができ、ターミナル 2 の出口に出てきたのは、19:30 でした。そこで Transit カウンターで確認した 15 分間隔で出ていると言うシャトルバスの乗り場を探していたら、タクシーの呼び込み会い、それに乗らないと、とても間に合いそうにないことを覚悟して、値段の交渉をしました。まだ、ルーブルへの交換をする時間もなくて、交換していなかったので手持ちのユーロを前提にして、ユーロでいくらかと聞いたら 50 ユーロだと言うので、それは高すぎるとやりとりして、結局 30 ユーロを払うことにしました(領収書はもらって後で、ビザ代金の領収書と一緒にシベリア連邦大学に請求しました)。その結果、タクシーでターミナル 1 に到着したのが、19:50 でした。ターミナル 1 のインフォメーションで e-チケットを見せて、どこで搭乗手続きをしたら良いのかを聞いたら、どの Gate でも良いから並べと言うことで、近くに並びました。しかしどの Gate もものすごい人数で、30 分はすぐに経ってしまいました。最後は、e-チケットを見せて時間がないからと言って 5 人ほどパスさせてもらって、係りの人に e-チケットを見せたら、それを持ってすぐ前にあるクラスノヤルスク行きのチェックインカウンターに直接聞いてくれたのですが、もう間に合わないというのです。時間は、20:30 を 3 分ほど過ぎた所でしたが駄目だと言うのです。そして、反対側にあるアエロフロートのカウンターに聞いてみるといわれました。そこで、聞いた所、最初 10 万円ほど払って、次の便のチケットを買えというので、どうしてそんなに高いのかそんなのは払えないと言ったら、今度は 1 万円ほどの変更手数料を払えば次の便に変更できるというのです。仕方がないから、そうするといったらルーブルでないと支払えないというのです。ルーブルは持っていないといったら、向うの Change で交換してこいということで、とりあえず 2 万円を換金(6,200 ルーブル)してその中から 3,200 ルーブルを支払って変更できました。それは、深夜の 01:40 発の飛行機で、あろうことか



ターミナル1発のそれより遅い飛行機はありませんでした。とにかく予定の飛行機に乗れなくて、クラスノヤルスクへの到着が、予定の早朝の05:45ではなく、午前10:20に変更になったことを伝えないと迎えに来てもらうのに悪いということであせりました。たまたま、オーガナイザーのDr. Sorokinさんの緊急連絡用の携帯番号を聞いていたので、手持ちの携帯電話を国際設定に変更して電話してみたら、夜の9時過ぎでした。うまく連絡することができて、予定の便に乗れなかったことを何とか伝えることができました。彼は念のためeメールでもその変更後の便名を知らせてくれと言ったのですが、さすがにシェレメチェボ空港の国内線ターミナルでeメールができる場所は探せなくて、そのままにしてしまいました。その変更した便は、モスクワ発の国内線のすべての便の中の最終便で、いずれにしてもその便があったことはラッキーでした。モスクワを真夜中の01:40に出発して、飛行機の中で、夜をすばやく過ごして、4時間の時差を逆行して実質5時間の飛行で午前10時過ぎにクラスノヤルスクに到着できたわけです。クラスノヤルスクに到着後は、オーガナイザーのDr. Sorokinさんが車で迎えに来てくれたので、ホテルまで無事案内してもらい、クラスノヤルスクの時間で丁度12時頃にチェックインして、ようやく部屋でくつろぐことができました。

ホテルでインターネットを使いたいと申し出て、Dr. Sorokinさんに接続の仕方を教えてもらって、Yahooへの接続はできたのですが、名城大学のホームページにはつなげることができなく、メールもできないままでした。その後、PCを切って、自分で立ち上げてインターネット接続を試みたら、今度はメール確認もできることがわかりました。携帯はモスクワで確認したときと同様、国際設定にするだけで日本にもすぐに繋がるのが確認でき、電話とeメールの両方の連絡手段が確立できたので、日曜日のお昼時だと言うことで、安心して少し町の中を歩いてみることにしました。Dr. Sorokinさんが空港からクラスノヤルスクホテルまで案内してくれるとき、町の中心部を歩いて説明してくれたので、そのあたりまで歩いてみることにしました。私の部屋は5階でしたが、そのエレベーターホールから外を見た風景をFig. 6に示します。目の前の広場の向うにエニセイ川が流れているのが見えます。

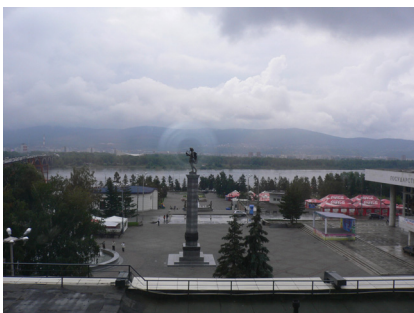


Fig. 6 Scene from hotel.

川の流れは、右から左であることが後で確認できました。その左端に写っている橋は、Fig. 4の10ルーブル紙幣に描かれている橋であることも後でわかりました。ホテルのレセプションで、市内の地図をもらって、いよいよ歩き出しました。



Fig. 7 Big Ben in city hall.

Fig. 6の左端の橋の手前側で、我々のホテルのすぐ横にFig. 7のような目立つ時計塔が立っていました。3日後の市内のエクスカージョンのときに、その時計塔は市役所の横に立つBig Benであるという説明を受け、ロンドンのBig Benをまねて作ったものであるということ、納得できました。翌日のレセプションのとき、クラスノヤルスク市の人口は百万人であることを伺いましたから、それに見合うシンボルであることがわかりました。ホテルから1kmほど離れた中心部には議事堂があり、その横にはKGBの建物もありました。また、議事堂の正面には大きなレーニンの像も立っていました。そのレーニン像のすぐ向かい側には、子供の遊園地もある公園があったので、入ってみました。入園料は確か20ルーブル(1ルーブルは約3円)でした。Fig. 8は、その入口でCentral Parkと書かれているようです。中は緑が一杯で、日本でも見られるような植物がたくさんありました。Fig. 9のような、“ななかまど”(日本でこんなに大きいの見ることがないですが——)や白樺もあちこちで見られました。松の木も市内のあちこちで見られました。その公園の反対側の入口は、エニセイ川の河畔になっていたのので、その後は、エニセイ川に沿って、その河畔を下ってホテルの方に戻ることになりました。



Fig. 8 Entrance of park.

Fig. 9 Plants in park.

エニセイ川の対岸上流方向の写真をFig. 10に示します。実はその写真の中央遠方に尖っているように見える山がありますが、それこそ、Fig. 3に示した巨岩の山の頂上、すなわち巨岩そのものなのです。また、川の中央

に見える緑の島は、中洲になっていることが、展望台から確認できました。その中州の下流の所で、Fig. 6 の左端に見える有名な橋がかかっているのです。Fig. 11 はクラスノヤルスクホテルの遠景です。



Fig. 10 Yenisei river.

Fig. 11 Hotel Krasnoyarsk.

実は、モスクワのシェレメチェボ空港の国際線ターミナル2と国内線ターミナル1の乗り継ぎのトラブルは、今回の Workshop 出席者の中で私だけではないことをフランスのボルドーからこられていた私と同年輩の招待講演者の Prof. A. Marbeuf (Fig. 12) に教えてもらいました。彼は奥さんも一緒に参加されていて、奥さんの方がシェレメチェボ空港の国内線ターミナル1でクラスノヤルスク行きの最終便に日本人の私が乗り込むのを見て、同じ Workshop に参加するのではないかと彼に尋ねたとのことです。彼は参加者名簿を見て日本人の私の名前があるのを見て間違いないと答えていたとのことでした。彼らの場合は、国際線ターミナル2で出国カウンターに行かず直接 Transit カウンターに行ったら、さっと特別扱いで国内線ターミナル1に車で運んでくれたとのことです。ところが、そこで搭乗手続きをしようとしたら預けた手荷物はターミナル2で自分で受け取って持ってこないといけないと言われて、結局またターミナル2まで戻って荷物を持ってターミナル1にきたら、予定の便に間に合わなくて、私と同じ最終便になってしまったとのことでした。彼は国際線から国内線への乗り継ぎの手荷物のことまで含めて、もっとちゃんと前もって知らせておいてほしかったとぼやいていました。私の場合は、シベリア連邦大学の旅行社が e-チケット



Fig. 12 Prof. A. Marbeuf.

を送ってくれたときの案内に、それらしきことは書かれていましたが、実際の体験はそう簡単ではなかったことも確かです。

ここで、一気に翌日の Workshop の開会式と基調講演、そしてその後の一般講演の後のレセプションに話を移します。レセプションで主催者の挨拶と乾杯があった後、参加者からの Talk をというところで、“まずは一番東の日出づる国からの参加者で最初の基調講演者である Prof. Ando からどうぞ”と最初に振られてきました。そこで、私はロシアの訪問は2回目であること、1回目は1980年のモスクワオリンピックの直後に、モスクワで国際結晶成長会議が行われて参加したので、今回が2度目であるが、シベリアは勿論始めてであることを話しました。ただし、自分の父は、第2次世界大戦の終了間際のソ連の参戦で、満州からシベリアに抑留され、その翌年にこのシベリアで戦病死しており、その場所はシベリア鉄道でここから 500km ほど離れたバイカル湖畔のイルクーツクの近くのチェレンホフ第1収容所だと話しました。ロシア人はその場所は分かるとうなずいていました。英語でどう表現してよいか分からないので、そこまでしか話せませんでした。今から思えば、父の経験した場所とほとんど同じ場所の夏の1週間を過ごしたのですが、日本の寒冷地くらいの感じで日本とよく似ているとさえ思えました。とても暮らしやすそうな所でした。しかし、後から何人かの人にクラスノヤルスクの冬について尋ねたところ、10月から始まって4月まで雪も多く(夏も雨が結構多かったことにも対応していると思われます)、零下30-40度が当たり前ということで、父も一冬でその厳しさに耐えられなかったのだと思うと、感無量でした。実際、父は最初の冬の3月半ばに亡くなっています。

Workshop の最終日の金曜日の朝、私は会場には行かずに、朝9時にホテルに車で迎えに来てもらって、空港に送ってもらい、クラスノヤルスク発 11:50 の飛行機で、来るときとは逆に、モスクワに戻りました。今度は時差分が時間の遅れになるので、みかけの時間はたったの1時間で、モスクワ時間 12:55 にターミナル1に到着しました。北京への出発は例によってターミナル2からですが、夜の22:20発ですから10時間近くも余裕があります。ターミナル1からターミナル2への移動も、シャトルバスが来るまで列の後ろに並んで、30分以上でも今度は気長に待つことができました。来たバスに乗り込んで、来たときにタクシーで走った道を逆に走っていたとき、ターミナル2に近づいたところで、高架の列車の線路が道路のすぐ横にあることに気がつきました。実は、日本で地球の歩き方「ロシア」08-09版を買っていて、シェレメチェボ空港は世界一市内へのアクセスの悪い空港だと



書かれていたことを読んで知っていました。列車の存在などまったく書かれていなかったのです。



Fig. 13 Train terminal for Moscow express.

おかしいなと思って、ターミナル2で表示を確認したら、ターミナル2の向かい側にある高架の終点（Fig. 13の建物）の窓に大きく Moscow への Express と書かれているではありませんか。特急列車で行けるのなら、10時間近くもある乗り継ぎの待ち時間の間に市内に行って戻ってくることは十分できるはずだと判断しました。まず、荷物預かりを探して170ルーブルでトランクを預け、そのあと列車の切符を買いに行きました。表示（英語）では片道なら250ルーブルだけれど、Round Trip なら360ルーブルでよいと言うことで、帰りの切符を確保できました。どうやら、その列車はまだできたばかりらしく、空港から Fig. 13 の列車の駅までのアクセスの途中でも舗装がまだ完了していない所もいくつかありました。

Fig. 13 の列車に乗り込んだら、終点までの所要時間は35分と書かれており、これは好都合と言うことでした。ところが、悲しいかな終点がどこなのかが、ロシア文字で判断できません。実際に終点まで行って、Fig. 14にある地下鉄の駅の表示を見て、日本語の地下鉄路線図と照らし合わせて初めて、シェレメチェボ空港のアクセスのある地下鉄2号線と5号線（環状線）の交わる主要駅の一つベラルースカヤ駅であることがわかりました。



Fig. 14 Metro station.

地下鉄の切符は、どれだけ乗っていても同じ値段で1回券か2回券かがあることが、案内書に書かれていたことを思い出し、中心部まで行く券と帰りの券の2枚を買えば足りるはずと、発券窓口で2枚買ってすぐに来た地下鉄に乗り込みました。乗ってから念のためと隣の人に地下鉄路線図を示して、中心部に行きたいのだけれど今どの線に乗っているのかと確認した所、これは環状線のこちらまわりだから、中心部に行くのなら次の駅で9号線に乗り換えないといけないと言われました。実は、最初の駅で環状線ではなく直接中心部に向かう2号線に乗ったつもりだったのがそうではなかったことがわかりました。でもお陰で、後は、地下鉄ならどこでも地図と照らし合わせて、いけるようになりました。

乗り換えた後は、3つ目の駅で降りれば中心近くだと確認できたので、降りて外に出たら Fig. 15 の風景が見られました。

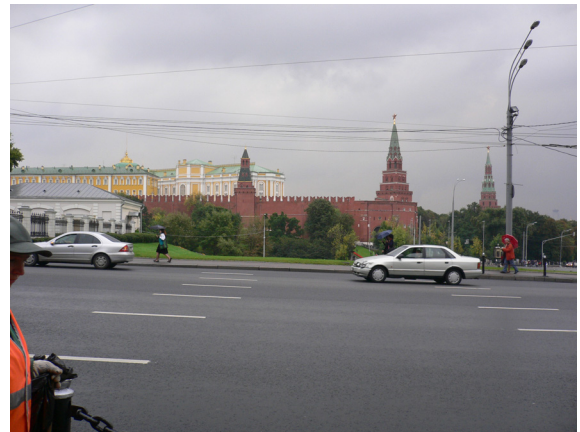


Fig. 15 One corner of Kremlin palace.

これは、間違いなくクレムリンの一角だと言うことは分かるのですが、地図上のポイントとの対応がつかなく、どちらが入口になるのかがわかりませんでした。仕方なく、城壁に沿って図の左方向に歩いてみました。数百メートルも歩いたところで、Fig. 16のクレムリンの入りしき所が確認でき、地図との対応もつくようになりました。350ルーブルの入場券を買って、入ろうとしたら、ショルダーバッグを階段を下りたところにあるクロークに預けないといけないと言われてそうしました。そのとき、カメラ禁止の看板が目についたので、一緒に預けたためクレムリン宮殿の内部の撮影はできませんでした。でも、それは建物内部の写真撮影に対する警告だったらしく、外の風景写真を撮っている人は多く、しまったと思いました。が後の祭りでした。したがって、記録写真はありますが、案内書に書かれている通りのいくつかの華麗な宮殿があるのを見て、自分が30年前にきたときは、赤の広場に行っただけで、クレムリンの城壁の中には入っていなかったことが改めて確認できました。

Fig. 16 のクレムリンへの入場塔（案内書によればクレムリンの中で最も高いトロイツカヤ塔）を乗り越えてさらに反対方向に進んで左端に到達したら、Fig. 17 の赤の広場とレーニン廟そしてポクロフスキー聖堂が見えてきました。



Fig. 16 Troitskaya tower (entrance of Kremlin).

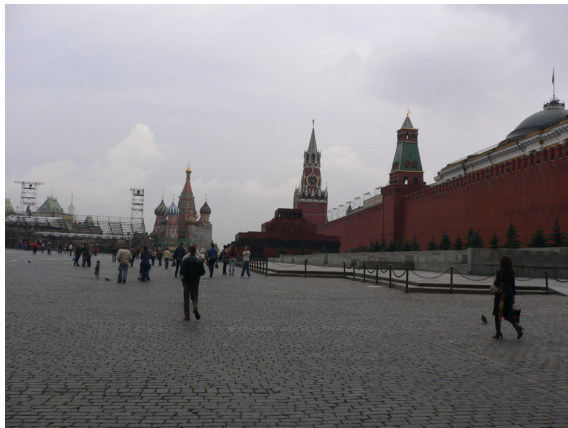


Fig. 17 Red Square and Lenin Enshrine.

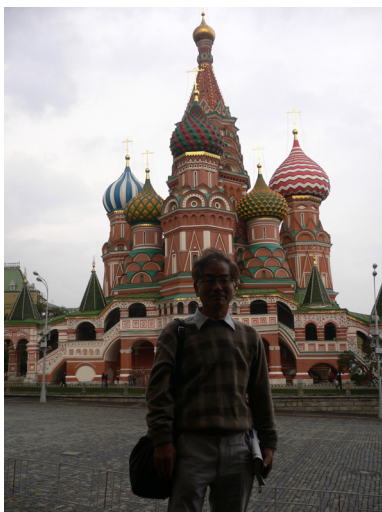


Fig. 18 Pokrofskii Church.

大聖堂の横をクレムリンの城壁に沿っておりていくと、案内の地図の通りモスクワ川があるのも確認できました。後は、来たときは別の地図にある2号線の地下鉄のチアトラーリヤナ駅を探して、乗換えなしでベラルースカヤ駅まで戻り、十分余裕を持って特急列車で空港に戻って行くことができました。

帰りの北京でも、乗り継ぎ時間が6時間ほどありました。北京については、10年前に行ったとき空港から市内へのアクセスが、知り合いに迎えに来てもらったにもかかわらず大変でした。その記憶があったので、Workshopに来ていた精華大学のポスドクに尋ねたら北京オリンピックのために地下鉄へ直行する列車ができたから簡単にいけると教えてくれました。空港のインフォメーションで確認したら、25元（1元＝¥15）で地下鉄の東直門駅に着くからそこで地下鉄に乗り換えればよいとのことでした。東直門駅で地下鉄に乗り換えようとしたのですが、切符がいくらでどのように買ったらいかががわかりません。近くにいた案内の小母さんに、空港でもらった地図を見せて天安門に行きたいのだがと言ったら、天安門は駄目だと言うのです。何故駄目なのか、何の意味かわからないといったらこっちへ来いと言って、壁の張り紙を示すのです。そこには、8月27日付で、天安門という言葉が入った何か書かれているのですが、理解できません。仕方なく、駅の外に出て、大きな街路があったので、それに沿って、天安門に近づく方向に歩いてみました。1km余り歩いた所で、地図にある地下鉄の次の北新橋駅があったので入ってみたら、地下鉄はどこまででも各二元と書かれていました。どこでもたったの30円でいけるのなら全く問題ないということで、天安門から3つほど手前の東単駅まで行って後は天安門の方に向かって歩いてみました。その結果、天安門周辺の地下鉄の入口は封鎖されていて出入りできないことが確認できました。Fig. 19のように、天安門の外の通りは人が歩けるのだけれど、中には入れなくて、さらに道路の反対側の人民広場も人が入れないように封鎖されていました。夜、日本に帰ってニュースを見ていたら開国60周年の軍事演習の予行演習のために、入れないことが報道されました。

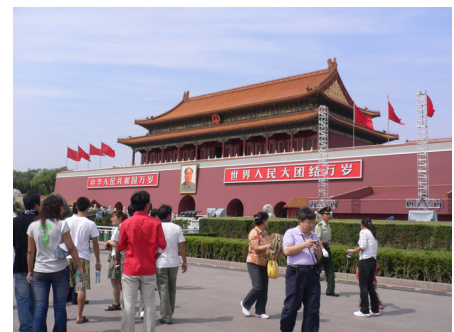


Fig. 19 Tiananmen Square.

以上、いろいろと経験満載の1週間の報告です。

（原稿受理日 平成21年9月18日）



平成 21 年

発 表 論 文 題 目

## 数学科

小澤 哲也

## 【著書】

Tetsuya Ozawa : "Basic Notions of Geometry and Euclidean Geometry", "Encyclopedia of Life Support Systems", 6.1.3.2. ed. By UNESCO-EOLSS, Eolss Publishers Co.Ltd, (2008)

江尻 典雄

## 【学術論文】

N. Ejiri : "A construction of minimal surfaces in flat tori by swelling", Trends in Differential Geometry, Complex Analysis and Mathematical Physics, World Scientific, edited by K. Sekigawa, V. S. Gerdjikov, S. Dimiev, pp.74-82, (2009)

## 【その他】

高橋実希, 江尻典雄 : 「PSL (2, C) の null curve に関する Small の公式について」, 日本数学会 2009 年度会 幾何学学科会講演アブストラクト, pp.11-12, (2009-3)

北岡良之

## 【学術論文】

Yoshiyuki Kitaoka : "A Statistical Relation of Roots of A Polynomial in Different Local Fields", Mathematics of Computation, Vol.78, No.265, pp.523-536, (2009)

齊藤公明

## 【学術論文】

L. Accardi, U.C.Ji and K. Saitô : "Exotic Laplacians and associated stochastic processes", Infinite Dimensional Analysis, Quantum Probability and Related Topics, Vol.12, No.1, pp. 1-19, (2009)

K. Saitô : "A Gauss-Poisson correspondence and the Lévy Laplacian", Interdisciplinary Information Sciences Vol.15, No.3 pp.431-440, (2009)

## 【その他】

K. Saitô : "Exotic Laplacians and exponential functions of white noise", (科研費研究集会), 「白色雑音とアルゴリズムに関する確率論」, 福岡教育大学, アブストラクト, No.10, (2009-9)

K. Saitô : "Exotic Laplacians and higher derivatives of white noise", (大学間共同研究), Volterra Center, University of Rome Torvergata, (2009-9)

K. Saitô : "A Gauss-Poisson correspondence and Laplace operators", 第 10 回チュニジア-日本 文化・科学・技術学術会議 TIASST10, (2009-11)

K. Saitô : "Exotic Laplacians in White Noise Theory", Invited Lecture at University of Tunis El Manar-Tunisia, (2009-11)

古家 守

M.Furuyaten, H.Niitsuma and M.Takahashi : "n-adicp-basis and regular semi-local ring", SUT J.Math. Vol.44, No.2, 219-227, (2008)

## 情報工学科

田中 敏光

## 【学術論文】

三嶋 仁, 田中敏光, 佐川雄二:「GPU を用いたメタボールの実時間描画」, 情報処理学会論文誌, Vol.49, No.12, pp.4080-4087, (2008-12)

谷 佳将, 田中敏光, 佐川雄二:「CG による紙の破断表現」, 電気学会論文誌 C, Vol.128-C, No.12, pp.1735-1740, (2008-12)

## 【その他】

後藤 優, 田中敏光, 佐川雄二:「フロントガラスを流れる雨滴の CG 表現」情報処理学会 グラフィクスと CAD 研究会, CG&CAD-134, pp.19-24, (2009-2)

坂この実, 田中敏光, 佐川雄二:「CG による滝の凍結する表現」, 照明学会若手セミナー予稿集, pp.34-35, (2009-3)

後藤 優, 田中敏光, 佐川雄二:「車のフロントガラスを流れる雨滴の CG 表現」, 照明学会若手セミナー予稿集, pp.36-37, (2009-3)

武仲毅知, 田中敏光, 佐川雄二:「人の接触を原因とするスイッチ周辺壁面の汚れの表現」, 照明学会若手セミナー予稿集, pp.38-39, (2009-3)

神谷有見, 田中敏光, 佐川雄二:「自然に溶け込むテクスチャの生成」, 照明学会若手セミナー予稿集, pp.40-41, (2009-3)

川本寛樹, 田中敏光, 佐川雄二:「素材の違いを考慮した蔓の成長モデル」, 照明学会若手セミナー予稿集, pp.42-43, (2009-3)

内藤通太郎, 田中敏光, 佐川雄二:「カーレースゲームにおけるカメラワークの自動生成」, 照明学会若手セミナー予稿集, pp.44-45, (2009-3)

星山英孝, 佐川雄二, 田中敏光:「Web 情報を用いた対話型ヘルプシステム」, 照明学会若手セミナー予稿集, pp.46-47, (2009-3)

長谷川千佳, 田中敏光, 佐川雄二:「ビデオ画像からのバレーボール選手の動作推定とその復元」, 照明学会若手セミナー予稿集, pp.48-49, (2009-3)

澤田昌之, 田中敏光, 佐川雄二:「顔方向を用いた講義受講者の授業集中度評価」, 照明学会若手セミナー予稿集, pp.50-51, (2009-3)

河合利昌, 田中敏光, 佐川雄二:「授業集中度評価のための板書の検出について」, 電子情報通信学会卒業研究発表会予稿集, O1-03, (2009-3)

成大坪, 聡田中敏光, 佐川雄二:地域性を考慮したゴ

ミの分別トレーニングシステムの作成」, 電子情報通信学会卒業研究発表会予稿集, p1-16, (2009-3)

瀧口智史, 田中敏光, 佐川雄二:「色情報が映像酔いを与える影響についての考察」, 電子情報通信学会卒業研究発表会予稿集, p1-17, (2009-3)

武仲毅知, 田中敏光:「手の接触を原因とするスイッチ周辺壁面の汚れの表現」, 電子情報通信学会卒業研究発表会予稿集, p2-13, (2009-3)

山本茂毅, 田中敏光, 佐川雄二:「性格を持つロボット群における共同作業」平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-025, (2009-9)

瀧口智史, 田中敏光, 佐川雄二:「ウェアラブル環境下での片手文字入力システム」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-041, (2009-9)

杉浦司, 田中敏光, 佐川雄二:「GPU を用いた類似画像検索の高速化」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-103, (2009-9)

明瀬祐介, 田中敏光, 佐川雄二:「バスケットボールのシュート動作の分析」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-105, (2009-9)

神尾江里華, 田中敏光, 佐川雄二:「モーションキャプチャを利用したリハビリゲームの提案」, O-152, (2009-9)

中島貴裕, 田中敏光, 佐川雄二:「照度の変化にロバストな板書の検出」平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-212, (2009-9)

畔柳有希, 田中敏光, 佐川雄二:「CG による凍った滝の表示」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-341, (2009-9)

大森健斗, 田中敏光, 佐川雄二:「CG による紙の破れ動作の表現」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-342, (2009-9)

日吉大樹, 田中敏光, 佐川雄二:「ガラスのゆがみの表現」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-343, (2009-9)

武仲毅知, 田中敏光, 佐川雄二:「人の接触による室内の汚れの表現」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-416, (2009-9)

岩井沙織, 田中敏光, 佐川雄二:「壁面の凹凸を考慮した蔓の成長モデル」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-417, (2009-9)

前田裕人, 田中敏光, 佐川雄二:「カーレースゲームにおけるカメラワークの自動生成」平成 21 年度電

- 気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-418, (2009-9)
- 後藤優, 田中敏光, 佐川雄二:「フロントガラスを流れる雨滴のCG表現-曲面ガラス上の運動モデルの提案-」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, p-022, (2009-9)
- 澤田昌之, 田中敏光, 佐川雄二:「顔方向も考慮した講義受講者の中度評価」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, p-023, (2009-9)
- 杉島健二, 佐川雄二, 田中敏光:「マウス単独による文字入力インタフェース」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-040, (2009-9)
- 新美淳也, 佐川雄二, 田中敏光:「感情推定手法を併用したWebからの評判情報抽出」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-047, (2009-9)
- 竹内星詞, 佐川雄二, 田中敏光:「ユーザからのフィードバックを用いたWeb検索法」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-048, (2009-9)
- 加藤大貴, 佐川雄二, 田中敏光:「Q&Aサイトにおける検索支援システム」, O-049, (2009-9)
- 寺島健浩, 佐川雄二, 田中敏光:「用語の説明文絞込みシステム」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-050, (2009-9)
- 村林翔, 佐川雄二, 田中敏光:「ブログにおける楽曲の感想収集」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-164, (2009-9)
- 大津ちひろ, 佐川雄二, 田中敏光:「構文情報を付与した英文理解支援」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-165, (2009-9)
- 村井健, 佐川雄二, 田中敏光:「文章の進行とともに変化する感情の推定」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O-167, (2009-9)
- 星山英孝, 佐川雄二, 田中敏光:「Web情報を併用した対話型ヘルプシステム」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, p-058, (2009-9)

#### 阿知葉 征彦

##### 【その他】

- 鎌田章布, 阿知葉征彦:「拡大・縮小するゾーンプレート動画の周波数特性の検討」, 平成20年度照明学会・映像情報メディア学会東海支部若手セミナー講演予稿集, No.1, (2009-3)
- 天野泰国, 阿知葉征彦:「オーバーラップを付加した高精度動き補償予測の検討」, 平成20年度照明学会・映像情報メディア学会東海支部若手セミナー講演予稿集, No.2, (2009-3)

- 大塚友博, 阿知葉征彦:「領域別傾き検出を用いた自由視点画像生成の検討」, 平成20年度照明学会・映像情報メディア学会東海支部若手セミナー講演予稿集, No.3, (2009-3)
- 細田恭章, 阿知葉征彦:「顔画像領域のFace Toolへの自動適用の検討」, 平成20年度照明学会・映像情報メディア学会東海支部若手セミナー講演予稿集, No.4, (2009-3)
- 市川勝也, 森井彩, 阿知葉征彦:「視差補償・動き補償を組み合わせた立体動画の符号化効率」, 平成20年度照明学会・映像情報メディア学会東海支部若手セミナー講演予稿集, No.5, (2009-3)
- 大塚友博, 阿知葉征彦:「奥行き情報の垂直冗長性を用いた光線空間補間の検討」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, O-011, (2009-9)
- 市川勝也, 阿知葉征彦:「3モードの動き・視差補償を用いた予測画像品質の検討」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, O-013, (2009-9)

#### 板倉 文忠

##### 【その他】

- 水野雄介, 坂野秀樹, 板倉文忠:「歌唱音声における音高連続変化音声の分析」, 日本音響学会春季講演論文集, 1-R-3, p. 55, (2009-3)
- 荒川綾則, 内村佳典, 坂野秀樹, 板倉文忠:「音圧レベル変化を含む歌唱音声の周波数分析」, 日本音響学会春季講演論文集, 1-R-4, p. 55, (2009-3)
- 西脇涼介, 坂野秀樹, 板倉文忠:「話声から歌声への発話変化に伴う音声特徴量の変化の分析」, 日本音響学会春季講演論文集, 1-R-5, p. 56, (2009-3)
- 柴田吉輝, 坂野秀樹, 板倉文忠:「意図的な明瞭発声における動的特徴の分析」, 日本音響学会春季講演論文集, 1-R-6, p. 56, (2009-3)
- 田原 拓, 坂野秀樹, 板倉文忠:「早口音声の特徴に基づいた人間らしい話速変換音声の生成に関する分析」, 日本音響学会春季講演論文集, 1-R-22, p. 60, (2009-3)
- 坂野秀樹, 吉田 翔, 高橋茂樹, 板倉文忠, 森勢将雅, 高橋 徹, 河原英紀:「STRAIGHTライブラリを用いた高品質音声分析合成アプリケーションの開発」, 日本音響学会春季講演論文集, 1-R-26, p. 60, (2009-3)
- 片山裕規, 坂野秀樹, 板倉文忠:「アコースティックギター音の分析合成手法に関する検討」, 日本音響学会春季講演論文集, 2-8-1, p. 87, (2009-3)
- 笠原優也, 坂野秀樹, 板倉文忠:「時間的不整合を含



む楽音信号に対する客観評価尺度の提案」, 日本音響学会春季講演論文集, 2-9-17, p. 101, (2009-3)

荒川綾則, 内村佳典, 坂野秀樹, 板倉文忠:「帯域分割 LSP を用いた声道断面積関数に基づく声質制御方式の開発」, 日本音響学会秋季講演論文集, 2-P-11, p. 127, (2009-9)

川上裕司, 坂野秀樹, 板倉文忠:「歌唱音声の声質変換において学習データの違いが品質に与える影響の調査」, 日本音響学会秋季講演論文集, 3-P-27, p. 131, (2009-9)

#### 上村鉄雄

##### 【学術論文】

Giichiro Uchida, Satoru Iizuka, Tetsuo Kamimura, and Noriyoshi Sato: "Generation of two-dimensional dust vortex flows in a direct current discharge plasma", *Physics of Plasmas*, Vol.16, No.5, pp.053707-1-6, (2009-5)

##### 【その他】

瀬戸 章, 上村鉄雄, 斎藤和史, 中村良治, 石原 修:「帯電微粒子流におけるポイド構造のシミュレーション」, 日本物理学会 2009 年秋季大会講演概要集, 第 64 巻, 第 2 号, 第 2 分冊, pp.124, (2009-9)

庄司多津男, 小澤隆嘉, 秦 浩起, 横井 渉, 上村鉄雄:「AC トラップ中の帯電微粒子群の脈動現象」, 日本物理学会 2009 年秋季大会講演概要集, 第 64 巻, 第 2 号, 第 2 分冊, pp.192, (2009-9)

横井 渉, 上村鉄雄, 庄司多津男:「AC トラップ中の帯電微粒子群のシミュレーション」, 日本物理学会 2009 年秋季大会講演概要集, 第 64 巻, 第 2 号, 第 2 分冊, pp.192, (2009-9)

Wataru Yokoi, Tetsuo Kamimura and Tatsuo Shoji: "Simulation Studies on Behavior of AC Trapped Coulomb Clusters", *Abstracts of the 10th Workshop on Fine Particle Plasmas*, pp.8, (2009-11)

Hayato Yonezawa, Wataru Yokoi, Tetsuo Kamimura and Tatsuo Shoji: "Charged Particles on Liquid Surface as 2D Multi-component Strongly Coupled Plasmas", *Abstracts of the 10th Workshop on Fine Particle Plasmas*, pp.9 (2009-11)

A. Seto, T. Kamimura, Y. Saitou, Y. Nakamura and O. Ishihara: "Simulation on Void Structure in the Flow of Dust Particles", *Abstracts of the 10th Workshop on Fine Particle Plasmas*, pp.11, (2009-11)

#### 佐川雄二

##### 【その他】

杉島健二, 佐川雄二, 田中敏光:「マウス単独による

文字入力インタフェース」, 電気関係学会東海支部連合大会, O-040, (2009-9)

新美淳也, 佐川雄二, 田中敏光:「感情推定手法を併用した Web からの評判情報抽出」, 電気関係学会東海支部連合大会, O-047, (2009-9)

竹内星詞, 佐川雄二, 田中敏光:「ユーザからのフィードバックを用いた Web 検索法」, 電気関係学会東海支部連合大会, O-048, (2009-9)

加藤大貴, 佐川雄二, 田中敏光:「Q & A サイトにおける検索支援システム」, 電気関係学会東海支部連合大会, O-049, (2009-9)

寺島健浩, 佐川雄二, 田中敏光:「用語の説明文絞込みシステム」, 電気関係学会東海支部連合大会, O-050, (2009-9)

村林 翔, 佐川雄二, 田中敏光:「ブログにおける楽曲の感想収集」, 電気関係学会東海支部連合大会, O-164, (2009-9)

大津ちひろ, 佐川雄二, 田中敏光:「構文情報を付与した英文理解支援」, 電気関係学会東海支部連合大会, O-165, (2009-9)

村石 健, 佐川雄二, 田中敏光:「文章の進行とともに変化する感情の推定」, 電気関係学会東海支部連合大会, O-167, (2009-9)

星山英孝, 佐川雄二, 田中敏光:「Web 情報を併用した対話型ヘルプシステム」, 電気関係学会東海支部連合大会, P-058, (2009-9)

#### 高橋友一

##### 【学術論文】

T. Takahashi: "Multi-Agent Systems, Simulation and Application", ed. A. M. Uhrmacher, D. Weyns, pp.423-450; *RoboCup Rescue: Challenges and Lessons Learned*. CRC Press, (2009)

Shigeru Yotsukura, Tomoichi Takahashi: "Framework of an Emergency Management System Using Different Rescue Simulators", *Advanced Robotics*, Vol. 23, No.9, pp. 1233-1246, (2009-6)

Shigeru Yotsukura, Masaru Okaya, Tomoichi Takahashi: "A Hybrid Agent Simulation System of Rescue Simulation and USARSim - Simulations from Going to Fire-Escape Doors to Evacuation to Shelters", *RoboCup International Symposium 2009*, CD-ROM, (2009-7)

Y. Nagasaka, T. Kitahara, T. Takahashi: "A Proposal of Bridging Activities between RoboCup Junior and Senior Leagues", pp. 177-188, *Robot Soccer World Cup XII (Lecture Notes in Artificial Intelligence 5399)*, (2009-8)

T. Takahashi: "Analysis Methods of Agent Behavior and

its Interpretation in a case of Rescue Simulations”, pp. 331-342, Robot Soccer World Cup XII (Lecture Notes in Artificial Intelligence 5399, (2009-8)

#### 【その他】

岡谷 賢, 四倉 茂, 高橋友一:「災害救助シミュレータにおけるエージェントのシミュレータ間の移動プロトコルについて」, 平成 21 年度情報処理学会第 71 回全国大会, CD-ROM, (2009-3)

市橋浩典, 内山雅文, 高橋友一:「複数カメラからの画像合成を用いたロボットシステム」, 第 71 回情報処理学会全国大会講演論文集, CD-ROM, (2009-3)

佐藤 圭, 柴田和志, 高橋友一:「基盤地図情報を用いた災害シミュレーション」, 情報処理学会第 71 回全国大会公園論文集, CD-ROM, (2009-3)

四倉 茂, 岡谷 賢, 高橋友一:「災害ロボット開発における動的シミュレーション環境の一実現方法」, 情報処理学会第 71 回全国大会公演論文集, CD-ROM, (2009-3)

内山雅文, 市橋浩典, 高橋友一:「情報教育におけるロボット教材の比較」, 平成 21 年度情報処理学会第 71 回全国大会講演論文集, CD-ROM, (2009-3)

市橋 浩典, 内山 雅文, 岡谷 賢, 高橋 友一:「EcoBe! とウェブカメラによる教材用ロボットシステム」, 第 29 回人工知能学会 AI チャレンジ研究会, (2009-5)

内山雅文, 市橋浩典, 高橋友一:「駒指しによるチェスゲーム用インタフェースの提案」, 第 14 回ゲームプログラミングワークショップ 2009, 予稿集, (2009-11)

#### 塚本弥八郎

##### 【学術論文】

Y. Tsukamoto : “A Normative Approach to Fuzzy Logic Reasoning using Residual Implications”, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, Vol.13, No.3, pp.262-267, (2009-5)

##### 【その他】

塚本弥八郎, 森田 甫:「GA によるテニスダブルス対戦表の作成」, 第 26 回東海ファジィ研究会講演論文集, pp.20-1-20-2, (2009-2)

塚本弥八郎:「R- 含意に関する 2, 3 の考察」, 第 19 回ソフトサイエンス・ワークショップ講演論文集, pp140-143, (2009-3)

塚本弥八郎:「Biomimicry とファジィ」, 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌), Vol.21, No.3, p370, (2009-6)

塚本弥八郎:「単関数の表現とファジィ積分」, 日本知能情報ファジィ学会主催, 第 25 回ファジィシス

テムシンポジウム講演論文集, CD-ROM, (2009-7)

Y. Tsukamoto : “A Study on Fuzzy Logic Reasoning with Residual Implication and Frank’s t-norm”, in Proc. of 2009 IEEE International Conference on Fuzzy Systems, CD-ROM, (2009-9)

塚本弥八郎:「R- 含意に基づくファジィ推論」, 日本知能情報ファジィ学会評価問題研究部会主催, 第 14 回 曖昧な気持ちに挑むワークショップ講演論文集, pp.1-12, (2009-11)

塚本弥八郎:「歴代会長からのメッセージ: 学会理念を想起して」, 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌), Vol.21, No6, p7, (2009-12)

塚本弥八郎:「Toward comprehensive interpretation of soft computing methods」, 第 27 回東海ファジィ研究会講演論文集, pp.1-8 (2010-2)

塚本弥八郎, 「ファジィ推論と制御の根本問題」, 理工学部研究報告, Vol.50, pp2-9, (2010-3)

#### 津川定之

##### 【学術論文】

橋本尚久, 加藤 晋, 津川定之:「外部の駐車支援システムにおける音声誘導の検討—高齢ドライバーによる実験評価—」, 電気学会論文誌 D 産業応用部門誌, Vol. 129, No. 2, pp. 222- 227, (2009-2)

加藤晋, 橋本尚久, 津川定之:「車車・路車間通信による予見的速度制御の交通流改善効果の一考察」, 自動車技術会論文集, Vol. 40, No. 3, pp. 919- 924, (2009-5)

Naohisa Hashimoto, Shin Kato, Sadayuki Tsugawa : “A Cooperative Assistance System between Vehicles for Elderly Drivers”, IATSS RESEARCH, Vol. 33, No. 1, pp.35-41, (2009-5)

加藤 晋, 橋本尚久, 津川定之:「構内の自律移動体における走路地図生成とその運用に関する一検討」, 自動車技術会論文集, Vol. 40, No. 5, pp. 1381- 1386, (2009-9)

橋本尚久, 加藤 晋, 津川定之:「高齢被験者における駐車操作の向上のためのシステム検討」, 自動車技術会論文集, Vol. 39, No. 6, pp. 271-276, (2009-11)

##### 【その他】

津川定之:「ITS の課題」, 電子情報通信学会 Fundamentals Review, Vol.2, No. 3, pp. 59-65, (2009-1)

津川定之:「安全運転支援システムの現状と課題」, 自動車技術, Vol. 63, No. 2, pp.12-18, (2009-2)

津川定之:「ITS 技術による自動車交通の省エネルギー化」, ベトロテック, Vo. 32, No. 2, pp.101-106, (2009-2)

- 津川定之：「2. ITS, ASV 技術」, 自動車技術会第16回自動車工学基礎講座講習会, (2009-3)
- 津川定之：「ITS 技術とロボット技術」, 自動車技術会2009年春季大会フォーラム「ぶつからない自動車とロボット」, pp.40-45, (2009-5)
- 加藤 晋, 橋本尚久, 津川定之：「構内の自律移動体における走路地図生成とその運用に関する一検討」, 自動車技術会2009年春季大会学術講演会前刷集, No. 69-09, pp. 1-6, (2009-5)
- 橋本尚久, 加藤 晋, 津川定之：「支援システムの受容性と高齢ドライバーの運転行動スタイル等の分類に関する一考察」, 自動車技術会2009年春季大会学術講演会前刷集, No. 57-09, pp.29-34, (2009-5)
- 津川定之：「エネルギー・環境対策としての ITS 技術」, 電気評論, 第537号, pp.12-17, (2009-6)
- Sadayuki Tsugawa : “A Survey on Effects of ITS-related Systems and Technologies on Global Warming Prevention”, Proceedings of 12th IFAC Symposium on Transportation Systems (CD-ROM), pp. 334-341, (2009-9)
- 津川定之：「2. ITS, ASV 技術」, 自動車技術会第17回自動車工学基礎講座講習会, (2009-9)
- Sadayuki Tsugawa : “Introduction to ‘Energy ITS’ Project”, Proceedings of International Task Force on Vehicle-Highway Automation 13th Annual Meeting, (2009-9)
- Sadayuki Tsugawa : “Introduction to ‘Energy ITS’ Project”, ES01 “ITS for energy efficiency and climate change mitigation,” 16th ITS World Congress, (2009-9)
- Sadayuki Tsugawa : “Vehicle Safety Communications : Current Status and Issues”, SIS50 “Development of Communications Technologies for Vehicle Safety,” 16th ITS World Congress, (2009-9)
- Sadayuki Tsugawa : “A Survey on Effects of ITS on Global Warming Prevention”, SIS62 “Reducing Greenhouse Emission and Fuel Consumption,” 16th ITS World Congress, (2009-9)
- Masahiro Nozawa, Sadayuki Tsugawa : “Design of a Lateral Control Algorithm for Two Vehicles with the Same Trajectories”, TS049 “ADAD and Positioning 1,” Proceedings of 16th ITS World Congress (CD-ROM), (2009-9)
- Shin Kato, Naohisa Hashimoto, Sadayuki Tsugawa : “Improvement of Traffic Flow by Preview Speed Control Using its Communication Systems”, TS069 “ISA Technologies,” Proceedings of 16th ITS World Congress (CD-ROM), (2009-9)
- Naohisa Hashimoto, Shin Kato, Sadayuki Tsugawa : “Acceptance of parking assistance system by elderly drivers -relationship between system types and their driving styles-”, IS09 “ADAS/ General 1,” Proceedings of 16th ITS World Congress (CD-ROM), (2009-9)
- 加藤 晋, 橋本尚久, 津川定之：「自動運転・隊列走行システムのHMIに関する一検討」, 自動車技術会2009年秋季大会学術講演会前刷集, No. 95-09, pp.9-12, (2009-10)
- 加藤 晋, 橋本尚久, 津川定之：「隊列走行システムにおける安全性と信頼性に関する研究」, 自動車技術会2009年秋季大会学術講演会前刷集, No.95-09, pp.13-18, (2009-10)
- Sadayuki Tsugawa : “Automated Driving : Its Benefits and Issues”, IEEE Vehicular Networking Conference 2009, (2009-10)
- 津川定之：「自動車の自動運転－その特長と課題－」, 情報処理学会研究報告, Vol. 2009-ITS-39, No. 9, (2009-11)
- Sadayuki Tsugawa : “Intelligent Vehicles for Intelligent Transport Systems : Current Status and Future Expectations”, 2nd International Conference on Intelligent Robotics and Applications 2009, (2009-12)
- 天野克正, 津川定之：「無信号交差点における車車間通信を用いた合流支援」, ビークルオートメーション研究会シンポジウム ADVANTY2009, (2009-12)
- 岡野 誠, 津川定之：「車車間通信による情報収集の効率」, ビークルオートメーション研究会シンポジウム ADVANTY2009, (2009-12)
- 松島麻実, 津川定之：「車両ラテラル制御における前方注視距離の影響」, ビークルオートメーション研究会シンポジウム ADVANTY2009, (2009-12)

#### 中野倫明

##### 【著書】

- 中野倫明(分担執筆)：『自動車センサの最新動向』(木股雅章 監修), 第2編 第9章, シーエムシー出版社, (2009-2)
- 中野倫明(分担執筆)：『車載用センサ／カメラ技術と安全運転支援システム』, 第6章 第2節, 第6章 第4節, 技術情報協会, (2009-5)

##### 【学術論文】

- 牛田将弘, 平岡雅丈, 野田龍臣, 川澄未来子, 松田克己, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新：「自動車教習所向け高齢者の運転能力測定システムの開発」, 精密工学会誌, Vol.74, No.12, pp.1341-1345,



(2008-12)

## 【その他】

春日部利明, 平岡雅丈, 松田克巳, 川澄未来子, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明:「高齢ドライバーの認知機能測定を意図した運転能力測定シミュレータの開発」, 精密工学会 動的画像処理実利用化ワークショップ(DIA) 2009 講演論文集, I-8, pp. 74-79, (2009-3)

酒井雅敏, 鈴木麻以, 中野倫明, 山本修身, 山田宗男, 山本 新:「まばたき変化と運転パフォーマンスの融合によるドライバーの意識低下状態の検知」, 精密工学会 動的画像処理実利用化ワークショップ(DIA) 2009 講演論文集, I-9, pp. 80-83, (2009-3)

服部 正, 吉川真人, 川澄未来子, 山崎初夫, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新:「香り提示による運転時の意識低下に対する覚醒効果の検討」, 精密工学会 動的画像処理実利用化ワークショップ(DIA) 2009 講演論文集, I-9, pp. 80-83, (2009-3)

春日部利明, 平岡雅丈, 松田克巳, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明:「高齢者支援のための運転能力測定・訓練シミュレータの開発」, 自動車技術会 2009 年春季大会 学術講演前刷集, No.4-09 運転能力・訓練, 20, pp. 10-13, (2009-5)

近藤洋平, 野田龍臣, 山崎初夫, 川澄未来子, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明:「高齢ドライバーの運転前の脳の活性化と運転時の注意・判断力への効果」, 自動車技術会 2009 年春季大会 学術講演前刷集, No.4-09 運転能力・訓練, 21, pp. 14-17, (2009-5)

山西正彦, 北山 隆, 酒井雅敏, 加藤剛資, 山田宗男, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 松本浩志:「ワイパーの払拭性能と車両前方視界の評価手法に関する検討」, 自動車技術会 2009 年春季大会 学術講演前刷集, No.37-09 ドライバ行動, 178, pp. 1-4, (2009-5)

鈴木勇太郎, 小林啓一郎, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「車内での不審行動および不審者侵入の検知」, 自動車技術会 2009 年春季大会 学術講演前刷集, No.58-09 画像認識, 280, pp. 17-20, (2009-5)

神道圭三, 毛利佳之, 渡邊達也, 山本修身, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新:「瞳孔挙動による酒気帯び状態の検知可能性」, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 109 No. 63, IE2009-39, pp.165-170, (2009-5)

Takashi Kitayama, Masatoshi Sakai, Takashi Kato, Muneo Yamada, Tomoaki Nakano, Shin Yamamoto, Osami Yamamoto, Masahiko Yamanishi, and Hiroshi Matsumoto: "On a Technique for Evaluating

Performance of Wipers Based on Forward Visibility," IAPR Conference on Machine Vision Applications, Proceedings of MVA2009, 8-15, pp.265-268, (2009-5)

Toshiaki Kasukabe, Masatake Hiraoka, Osami Yamamoto, Muneo Yamada, Tomoaki Nakano, Shin Yamamoto, Katsumi Matsuda and Mikiko Kawasumi: "Development of System for Comprehensively Measuring Driving Ability for Elderly Safe Driving," IAPR Conference on Machine Vision Applications, Proceedings of MVA2009, 13-15, pp. 443-446, (2009-5)

Youhei Kondou, Mikiko Kawasumi, Osami Yamamoto, Muneo Yamada, Shin Yamamoto, Tomoaki Nakano: "Study of Early Screening Method of Dementia And Its Systemization," IAPR Conference on Machine Vision Applications, Proceedings of MVA2009, 3-14, pp. 82-85, (2009-5)

中野倫明, 山田宗男, 山本 新:「超高齢社会における安全運転支援のための高齢ドライバー対策」, 2009 年度自動車技術会中部支部総会併催の研究発表会資料, (2009-6)

北山 隆, 加藤剛資, 山田宗男, 中野倫明, 山本修身, 山本 新, 山西正彦, 松本浩志:「ワイパー払拭性能の定量評価手法に関する検討」, 第15回画像センシングシンポジウム SSII 09 講演論文集(CD-ROM), IS2 インタラクティブ&ショートオーラルセッション2「ITS・安全安心・追跡・検出」, IN2-05, (2009-6)

酒井雅敏, 吉川真人, 川澄未来子, 柳田康幸, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新:「香り提示による運転中のドライバーの意識低下に対する覚醒効果」, 第15回画像センシングシンポジウム SSII 09 講演論文集(CD-ROM), IS2 インタラクティブ&ショートオーラルセッション2「ITS・安全安心・追跡・検出」, IN2-06, (2009-6)

毛利佳之, 伊藤広太, 山本修身, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新:「酒気帯び運転の検知方法に関する検討」, 第15回画像センシングシンポジウム SSII 09 講演論文集(CD-ROM), IS2 インタラクティブ&ショートオーラルセッション2「ITS・安全安心・追跡・検出」, IN2-07, (2009-6)

山本 新, 中野倫明, 山田宗男:招待講演「予防安全のための運転支援システムにおけるドライバ状態のモニタリング」, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 109 No. 128, ITS2009-13, pp.31-36, (2009-7)

中野倫明, 山田宗男, 山本 新:「加齢による認知機能の低下と運転行動」, 自動車技術会No.01-09 シンポジウム「ドライバーの認知能力と脳機能の評価」,



- 20094544, pp.7-12, (2009-8)
- 藤巻哲也, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新:「高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発－運転時の注意・判断力の測定－」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と認知科学, P-010, (2009-9)
- 春日部利明, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新:「高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発－運転時の有効視野の測定法－」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と認知科学, P-011, (2009-9)
- 長瀬洋輔, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新:「高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発－運転パフォーマンスによる認知機能低下の検出手法－」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と認知科学, P-012, (2009-9)
- 安藤雅仁, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新:「高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発－脳の活性化による運転時の注意・判断力向上の検討－」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と認知科学, P-013, (2009-9)
- 近藤洋平, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新:「高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発－注意・判断力向上のためのカーナビを用いた訓練法－」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と認知科学, P-014, (2009-9)
- 加藤剛資, 北山 隆, 山本修身, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新, 山西正彦, 松本浩志:「車両ワイパの払拭性能評価に関する検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と情報検索, P-060, (2009-9)
- 各務勇氣, 鈴木勇太郎, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「車室内監視カメラによる異常行動および不審者侵入検知システムの検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と情報検索, P-061, (2009-9)
- 鈴木勇太郎, 各務勇氣, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「異常行動検知システムにおける検出精度向上検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と情報検索, P-062, (2009-9)
- 服部 正, 川澄未来子, 柳田康幸, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「香り提示によるドライバの意識低下に対する覚醒効果の検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と情報検索, P-063, (2009-9)
- 神道圭三, 毛利佳之, 渡辺達也, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「対光反射による低量飲酒状態検知の試み」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と情報検索, P-064, (2009-9)
- 酒井雅敏, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「まばたき変化と操舵特性の融合による意識低下状態の判定」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と情報検索, P-065, (2009-9)
- 毛利佳之, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「異常行動検知システムにおける検出精度向上検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と情報検索, P-066, (2009-9)
- 渡辺達也, 神道圭三, 毛利佳之, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「瞳孔挙動による低量飲酒状態検知システムの検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と情報検索, P-067, (2009-9)
- 神道圭造, 毛利佳之, 渡辺達也, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「対光反射特性に基づくドライバ状態の推定に関する検討」, ViEW2009 ビジョン技術の実利用ワークショップ講演論文集, 「ここまできた特殊撮像・ハードウェアシステム」セッション, F-6H (I-54), (2009-12)
- 加藤剛資, 北山 隆, 酒井雅敏, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男, 山西正彦, 松本浩志:「前方視界に基づくワイパ性能の定量評価手法に関する検討」, 第 8 回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/I-A, 1-A-11, (2009-12)
- 渡辺達也, 毛利佳之, 山本修身, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新:「運転パフォーマンスによる各種意識状態の推定」, 第 8 回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/2-C, 2-C-13, (2009-12)
- 近藤洋平, 安藤雅仁, 藤巻哲也, 山崎初夫, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明:「高齢ドライバの運転能力向上を目指した測定・訓練シミュレータの開発」, 第 8 回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/2-D, 2-D-02, (2009-12)
- 神道圭造, 毛利佳之, 渡辺達也, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「対光反射特性に基づくドライバ状態の検出手法に関する検討」, 第 8 回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/2-D,

2-D-03, (2009-12)

鈴木勇太郎, 神道圭造, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「車内での不審行動および不審者侵入検知システムにおける検出精度向上検討」, 第8回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/2-D, 2-D-06, (2009-12)

各務勇気, 酒井雅敏, 服部 正, 山崎初夫, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「香りによるドライバ覚醒システムに関する検討」, 第8回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/2-D, 2-D-07, (2009-12)

加藤剛資, 北山 隆, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男, 土井裕太, 村松昌美, 松本浩志:「前方視認性を考慮したワイパ性能の定量評価手法に関する検討」, 2009年映像情報メディア学会冬季大会講演論文集, 一般講演 7-4 (ポスター発表 P-1), (2009-12)

長瀬洋輔, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明:「高齢者向け運転シミュレータの開発-認知症の早期スクリーニングの試み-」, 2009年映像情報メディア学会冬季大会講演論文集, 一般講演 4-7 (ポスター発表 P-2), (2009-12)

藤巻哲也, 春日部利明, 松田克巳, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明:「高齢者向け運転シミュレータの開発-加齢による認知機能低下の測定法-」, 2009年映像情報メディア学会冬季大会講演論文集, 一般講演 4-6 (ポスター発表 P-3), (2009-12)

安藤雅仁, 近藤洋平, 山崎初夫, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明:「高齢者向け運転シミュレータの開発-中高年者の認知機能の訓練とその効果-」, 2009年映像情報メディア学会冬季大会講演論文集, 一般講演 4-8 (ポスター発表 P-4), (2009-12)

柳田 康幸

#### 【学術論文】

H. Funato, M. Yoshikawa, M. Kawasumi, S. Yamamoto, M. Yamada, and Y. Yanagida: "Stimulation Effects Provided to Drivers by Fragrance Presentation Considering Olfactory Adaptation," Proceedings of IEEE Intelligent Vehicles Symposium 2009, pp. 881-886, (2009-6)

丹羽真隆, 伊藤雄一, 岸野文郎, 野間春生, 柳田康幸, 保坂憲一, 久米裕一郎:「振動触覚を用いた情報提示のための仮現運動と刺激条件」, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 14, No. 2, pp. 223-232, (2009-6)

#### 【その他】

安藤友二, 齊藤綾亮, 柳田康幸:「投影型シースルーピラーのための画像生成・補正」, 電子情報通信学

会研究技術報告, MVE2008-106, pp. 51-56, (2009-1)

柳田康幸:「香りプロジェクトによる局所型香り提示」, 日本バーチャルリアリティ学会第3回香りと生体情報研究会, (2009-1)

芹澤隆史, 増田雄一, 柳田康幸:「自由空間での歩行者に対する香り提示システム」, 情報処理学会インタラクティブ2009 論文集, pp. 71-72, (2009-3)

芹澤隆史, 柳田康幸:「ハイブリット式モーションキャプチャーを用いたバーチャルアバターとのインタラクション」, 情報処理学会インタラクティブ2009 論文集, CD-ROM, (2009-3)

大島 工, 権田知美, 柳田康幸:「香りプロジェクトの最適化に関する研究~空気砲押し出しパラメータの渦輪挙動への影響に関するシミュレーション~」, 電子情報通信学会技術研究報告, MVE2009-19, pp. 101-105, (2009-6)

酒井雅敏, 吉川真人, 川澄未来子, 柳田康幸, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新:「香り提示による運転中のドライバの意識低下に対する覚醒効果」, 第15回画像センシングシンポジウム, (2009-6)

船戸宏徳, 吉川真人, 川澄未来子, 山本 新, 山田宗男, 柳田康幸:「香りプロジェクトを用いた嗅覚刺激によるドライバの覚醒効果」, 日本バーチャルリアリティ学会第4回香りと生体情報研究会, SBR2009-018, pp. 63-68, (2009-6)

芹澤隆史, 柳田康幸:「ステレオカメラシステムによる姿勢推定の研究」, 日本バーチャルリアリティ学会第14回大会論文集, CD-ROM, 発表番号 1A4-2, (2009-9)

大島 工, 芹澤隆史, 柳田康幸:「KHAKI:ドーム型掌・指先入力デバイスの設計開発に関する検討」, 日本バーチャルリアリティ学会第14回大会論文集, CD-ROM, 発表番号 1B3-3, (2009-9)

芹澤隆史, 柳田康幸:「歩行者の位置検出と軌道予測を用いた香り提示システム」, 日本バーチャルリアリティ学会第14回大会論文集, CD-ROM, 発表番号 1D3-1, (2009-9)

村井康治, 芹澤隆史, 永柳博己, 柳田康幸:「渦輪衝突による歩行者待ち受け型香り場生成」, 日本バーチャルリアリティ学会第14回大会論文集, CD-ROM, 発表番号 1D3-2, (2009-9)

増田雄一, 柳田康幸:「香りプロジェクトのための距離画像カメラとRFIDタグを用いた個人識別型位置検出手法の検討」, 日本バーチャルリアリティ学会第14回大会論文集, CD-ROM, 発表番号 1D3-3, (2009-9)

- 三浦竜哉, 村井康治, 柳田康幸:「頸部触覚による編み物粗さ質感判別特性」, 日本バーチャルリアリティ学会第14回大会論文集, CD-ROM, 発表番号3C4-1, (2009-9)
- 神尾江里華, 芹澤隆史, 田中敏光, 佐川雄二, 柳田康幸:「モーションキャプチャを利用したリハビリゲームの提案」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会, CD-ROM, 発表番号O-152, (2009-9)
- 船戸宏徳, 野間春生, 柳田康幸:「Odorshop: 香り印刷によるパーソナルコミュニケーションの提案」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会, CD-ROM, 発表番号P-018, (2009-9)
- 服部 正, 川澄未来子, 柳田康幸, 中野倫明, 山本新, 山田宗男:「香り提示によるドライバの意識低下に対する覚醒効果の検討」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会, CD-ROM, 発表番号P-063, (2009-9)
- 柳田康幸:「香りの時空間制御と香りプロジェクタ」, 電気学会センサ・マイクロマシ部門主催第26回「センサ・マイクロマシと応用システム」シンポジウム論文集, pp. 55-60, (2009-10)
- 松原 仁, 馬場 章, 星野准一, 長谷川晶一, 柳田康幸, 杉本雅則, 稲見昌彦:「オンラインゲームの制作支援と評価」, JST『デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術』第3回領域シンポジウム(ポスター), (2009-11)
- H. Funato, H. Noma, and Y. Yanagida: "Odorshop: A Method of Personal Communication by Fragrance Printing," Proceedings of Joint Virtual Reality Conference of ICAT - EGVE - Euro VR 2009 [Poster], (2009-12)
- T. Serizawa and Y. Yanagida: "A Calibration-less motion tracker by using stereo camera and edge tracing," Proceedings of Joint Virtual Reality Conference of ICAT - EGVE - Euro VR 2009 [Demo], (2009-12)
- 山田 啓一**
- 【学術論文】**
- 福岡広晃, 白井 悠, 紀平和俊, 山田啓一:「周辺車両ドライバの状態に応じた支援システム」, 自動車技術会論文集, Vol. 40, No. 3, pp. 933-938, (2009-5)
- 【その他】**
- 竹島 徹, 小林純也, 鈴木康太郎, 山田啓一:「動き履歴画像の濃度勾配方向ヒストグラムを用いた人物の異常挙動検出」, 動的画像処理実利用化ワークショップ2009 (DIA2009) 講演論文集, pp. 183-187, (2009-3)
- Junya Kobayashi, Keiichi Yamada, "Detection of Abnormal Objects in a Scene based on Local Features," Proc. of IAPR Conference on Machine Vision Applications (MVA2009), pp. 34-37, (2009-5)
- 村山博紀, 小林純也, 竹島 徹, 山田啓一:「音と画像の融合による不審人物の検出」, 第15回画像センシングシンポジウム(SSII09) 講演論文集, IS2-20, (2009-6)
- Hiroaki Fukuoka, Yuu Shirai, Keiichi Yamada: "Driving Support System Adaptive to the State of Surrounding Vehicle Drivers," Proc. of 2009 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 1215-1220, (2009-6)
- Toshinori Hayashi, Keiichi Yamada: "Predicting Unusual Right-turn Driving Behavior at Intersection," Proc. of 2009 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp. 869-874, (2009-6)
- 小林純也, 山田啓一:「局所特徴を用いた画像中の不審物体の検出」, 第12回 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2009) 論文集, IS2-10, pp.931-936, (2009-7)
- 竹島 徹, 山田啓一:「ビデオカメラによる街路における人物の非通常挙動の検出」, 平成21年度電気学会 電子・情報・システム部門大会, TC7-1, (2009-9)
- 竹島 徹, 村山博紀, 山田啓一:「動き履歴画像特徴に基づく歩行者の非通常挙動の検出」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, O-106, (2009-9)
- 村山博紀, 竹島 徹, 山田啓一:「音と画像の融合による事務所内での不審挙動検出」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, O-107, (2009-9)
- 鈴木康太郎, 山田啓一:「顔表情モニタリングによる人物の異常挙動検出」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, O-108, (2009-9)
- 福岡広晃, 白井 悠, 山田啓一:「周辺車両ドライバの状態に応じた支援システム」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, O-267, (2009-9)
- 林 紀典, 山田啓一:「交差点における右折行動の通常からの逸脱の予測」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, O-370, (2009-9)
- 小林純也, 山田啓一:「局所特徴を用いた道路シーン中の非通常物体の検出」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, O-379, (2009-9)
- 中坪宏太, 山田啓一:「時空的局所特徴点を用いた歩行者の行動認識の検討」, 平成21年度電気関係学会



東海支部連合大会講演論文集, O-380, (2009-9)

内田和宏, 山田啓一:「車線変更時におけるドライバ間の運転行動の相互作用」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, O-442, (2009-9)

松山紘士, 山田啓一:「加速度センサを用いた歩行者の行動認識の検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, O-448, (2009-9)

内田和宏, 坂野友里恵, 山田啓一:「ドライバ間の運転行動の相互作用に関する研究 - 車線変更時における運転行動の解析 -」, 自動車技術会学術講演会前刷集(2009 年秋季大会), No.111-09, pp. 1-4, 20095508, (2009-10)

林 紀典, 細江尚樹, 山田啓一:「交差点における対向車両の右折行動の通常からの逸脱の検出」, 自動車技術会学術講演会前刷集(2009 年秋季大会), No.111-09, pp. 5-8, 20095507, (2009-10)

#### 山本 修身

##### 【その他】

勢尾将平, 山本修身: 入力インターフェースの構築のためのパーティクルフィルタによる指先の追跡, 電子情報通信学会総合大会 D-12-33, (2009-3)

Kitayama, T., Sakai, M., Kato, T., Yamada, M., Nakano, T., Yamamoto, S., Yamamoto, O., Yamanishi, M. and Matsumoto, H.: On a technique for evaluating performance of wipers based on forward visibility. IAPR Conference on Machine Vision Applications, MVA2009, May 20-22, 2009, Keio University, Yokohama, Japan, 8-15, pp. 265-268 (2009-5)

Kasukabe, T., Hiraoka, M., Yamamoto, O., Yamada, M., Nakano, T., Yamamoto, S., Matsuda, K and Kawasumi, M.: Development of system for comprehensively measuring driving ability for elderly safe driving. IAPR Conference on Machine Vision Applications, MVA2009, May 20-22, 2009, Keio University, Yokohama, Japan, 13-15, pp. 443-446 (2009-5)

Kondou, Y., Kawasumi, M., Yamamoto, O., Yamada, M., Yamamoto, S. and Nakanno, T.: Study of early Screening method of dementia and its systemization. IAPR Conference on Machine Vision Applications, MVA2009, May 20-22, 2009, Keio University, Yokohama, Japan, 3-14, pp. 82-85 (2009-5)

勢尾将平, 山本修身: パーティクルフィルタによる指先の追跡, 画像センシング技術研究会, 第 15 回画像センシングシンポジウム SSII09 IS4-18, (2009-6)

勢尾将平, 山本修身: 入力インターフェースのためのパーティクルフィルタによる指先の追跡, 電気関係学会,

東海支部連合大会, O-444, (2009-9)

水谷友彰, 山本修身: テニスの動画像におけるボールの画像パターンによる検出. 電気関係学会, 東海支部連合大会, O-104, (2009-9)

長瀬洋輔, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明: 高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発 - 運転パフォーマンスによる認知機能低下の検出方法 - . 電気関係学会, 東海支部連合大会, P-012, (2009-9)

藤巻哲也, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明: 高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発 - 運転時の注意・判断力の測定法 - 電気関係学会, 東海支部連合大会, P-010, (2009-9)

春日部利明, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明: 高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発 - 運転時の有効視野の測定法 - . 電気関係学会, 東海支部連合大会, P-011, (2009-9)

安藤雅仁, 山崎初夫, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明: 高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発 - 脳の活性化による運転時の注意・判断力向上の検討 - . 電気関係学会, 東海支部連合大会, P-013, (2009-9)

近藤洋平, 山崎初夫, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明: 高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発 - 注意・判断力向上のためのカーナビを用いた訓練法 - . 電気関係学会, 東海支部連合大会, P-014, (2009-9)

加藤剛資, 北山 隆, 山本修身, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新, 山西正彦, 松本浩志: 車両ワイパの拭き性能評価に関する検討. 電気関係学会, 東海支部連合大会, P-060, (2009-9)

各務勇氣, 鈴木勇太郎, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男: 車室内監視カメラによる異常行動および不審者侵入検知システムの検討. 電気関係学会, 東海支部連合大会, P-061, (2009-9)

鈴木勇太郎, 各務勇氣, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男: 異常行動検知システムにおける検出精度向上検討. 電気関係学会, 東海支部連合大会, P-062, (2009-9)

神道圭造, 毛利佳之, 渡辺達也, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男: 対光反射による低量飲酒状態検知の試み. 電気関係学会, 東海支部連合大会, P-064, (2009-9)

酒井雅敏, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男: まばたき変化と操舵特性の融合による意識低下状態の判定. 電気関係学会, 東海支部連合大会, P-065,



(2009-9)

毛利佳之, 山本修身, 山本 新, 山田宗男: 飲酒状態の検出方法に関する研究 - 瞳孔変化と操舵特性の融合 -. 電気関係学会, 東海支部連合大会, P-066, (2009-9)

渡辺達也, 神道圭造, 毛利佳之, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男: 瞳孔挙動による低量飲酒状態検知システムの検討. 電気関係学会, 東海支部連合大会, P-067, (2009-9)

## 渡邊 晃

### 【学術論文】

鈴木秀和, 渡邊 晃: 「プライベートネットワーク内のノードを通信相手とした移動透過性の実現方式」, 電子情報通信学会論文誌(B), Vol.92-B, No.1, pp.13, (2009-1)

金本綾子, 鈴木秀和, 伊藤将志, 渡邊 晃: 「IPv4 移動体通信システムにおけるパケットロスレスハンドオーバの提案」, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.1, pp.133-143, (2009-1)

瀬下正樹, 鈴木秀和, 伊藤将志, 渡邊 晃: 「分割 Diffie-Hellman 鍵交換による移動ノードの鍵共有方式の提案」, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.7, pp.1725-1734, (2009-7)

坂本順一, 鈴木秀和, 伊藤将志, 宇佐見庄五, 渡邊 晃: 「プライベートアドレスによるネットワークモビリティを実現する Mobile NPC の提案」, 情報処理学会論文誌, Vol.50, No.10, pp.1-13, (2009-10)

### 【その他】

K.Kai, S. Usami, A.Watanabe, and T.Wadayama: "Consideration on Two Dimensional Constraint Codes with Honeycomb Structure." 2008 International Symposium on Information Theory and Its Applications (ISITA2008), pp.1261-1266, (2008-12)

M. Ito, T. Shikama and A. Watanabe: "Proposal and Evaluation of Multiple Gateways Distribution Method for Wireless Mesh Network." Proc. of the 3rd International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (ICUIMC 2009), (2009-1)

樋口豊章, 伊藤将志, 渡邊 晃: 「無線メッシュネットワークにおける通信品質向上の提案と評価」, 情報処理学会研究報告, 2009-MBL-48, Vol.2009, (2009-1)

森崎 明, 伊藤 将志, 渡邊 晃: 「無線メッシュネットワーク向けのルーティングプロトコルの提案」, 情報処理学会第 71 回全国大会講演論文集, (2009-3)

後藤 秀暢, 伊藤 将志, 渡邊 晃: 「アドホックネット

ワークのパケット衝突を減少させる方式の提案」, 情報処理学会第 71 回全国大会講演論文集, (2009-3)

水谷智大, 鈴木秀和, 渡邊 晃, 「Mobile PPC における仮想インタフェースの検討」 情報処理学会第 71 回全国大会講演論文集, (2009-3)

三浦健吉, 鈴木秀和, 渡邊 晃: 「NAT-f を利用した SIP の NAT 越え通信の提案」, 情報処理学会第 71 回全国大会講演論文集, (2009-3)

鈴木秀和, 寺澤圭史, 渡邊 晃: 「Hole Punching を用いた NAT 越え Mobile PPC の実装」, 情報処理学会研究報告, 2009-MBL-49, Vol.2009, No.17, pp.1-7, (2009-4)

寺澤圭史, 鈴木秀和, 渡邊 晃: 「IPv4/IPv6 混在環境で移動透過性を可能にする Mobile PPC の実現」, 情報処理学会研究報告, 2009-MBL-49, Vol.2009, No.17, pp.1234-1239, (2009-4)

寺澤圭史, 鈴木秀和, 渡邊 晃: 「IPv4/IPv6 混在環境で移動透過性を可能にする Mobile PPC の実現」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2009) シンポジウム論文集, Vol.2009, No.1, (2009-7)

森崎 明, 伊藤将志, 渡邊 晃: 「トラヒック状況を考慮したアドホックルーティングプロトコルの検討」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2009) シンポジウム論文集, Vol.2009, No.1, pp.1068-1073, (2009-7)

永井順也, 伊藤将志, 渡邊 晃: 「断線障害を自動補修するネットワークの検討」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2009) シンポジウム論文集, Vol.2009, No.1, pp.1094-1101, (2009-7)

水谷智大, 鈴木秀和, 渡邊 晃: 「NAT 越えと移動透過性を同時に実現する内部仮想アドレスの提案」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2009) シンポジウム論文集, Vol.2009, No.1, pp.1566-1571, (2009-7)

三浦健吉, 鈴木秀和, 渡邊 晃: 「NAT-f を利用した SIP の NAT 越え通信方式の提案」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2009) シンポジウム論文集, Vol.2009, No.1, pp.1572-1577, (2009-7)

鈴木秀和, 渡邊 晃: 「通信グループに基づくサービスの制御が可能な NAT 越えシステム」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2009) シンポジウム論文集, Vol.2009, No.1, pp.372-378, (2009-7)

後藤秀暢, 伊藤将志, 渡邊 晃: 「アドホックネットワークのパケット衝突によるスループットの低下

- を防ぐ方式の検討], マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2009) シンポジウム論文集, Vol.2009, No.1, pp.593-597, (2009-7)
- 樋口豊章, 伊藤将志, 渡邊 晃:「無線メッシュネットワークにおける通信品質の向上」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2009) シンポジウム論文集, Vol.2009, No.1, pp.808-814, (2009-7)
- 鈴木健太, 鈴木秀和, 渡邊 晃:「NAT-fを応用したリモートアクセス方式 GSRA の提案」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, (2009-9)
- 宮崎雄介, 鈴木秀和, 渡邊 晃:「中間者攻撃に対する SPAIC の安全性検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, (2009-9)
- 安田雄大, 寺澤圭史, 鈴木秀和, 渡邊 晃:「高齢者を見守るためのセンシングシステムの提案」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, (2009-9)
- 河合辰夫, 樋口豊章, 渡邊 晃:「災害発生時に被災者を迅速に発見する方式の提案」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, (2009-9)
- 水上剛宏, 樋口豊章, 永井順也, 渡邊 晃:「無線メッシュネットワークにおけるセッション分配方式の検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, (2009-9)
- 久保敷透, 寺澤圭史, 鈴木秀和, 渡邊 晃:「企業ネットワークにおける IPv6 アドレスの隠蔽方式」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, (2009-9)
- 山岸弘幸, 寺澤圭史, 鈴木秀和, 渡邊 晃:「高齢者ドライバの安全を確認するシステムの提案」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, (2009-9)
- H. Suzuki, and A. Watanabe, " : Implementation of NAT Traversal for Mobile PPC with the Principle of Hole Punching," Proceedings of the IEEE International Region 10 Conference 2009 (TENCON2009), (2009-11)
- Toyoaki Higuchi, Masashi Ito and Akira Watanabe : "Proposal for a new method to alleviate Traffic Congestion in Wireless Mesh Network," Proceedings of the IEEE International Region 10 Conference 2009 (TENCON2009), (2009-11)
- Akira Morisaki, Masashi Ito, and Akira Watanabe : "Researches on an Ad-hoc Routing Protocol considering Traffic Conditions," Proceedings of the IEEE International Region 10 Conference 2009 (TENCON2009), (2009-11)
- 宇佐見庄五
- 【学術論文】
- 佐原僚介, 林祐一, 宇佐見庄五, 白田 毅, 内匠 逸:「誤り率と情報量双方の規準に基づく量子利得をもつ符号の例」, 電気学会 論文誌 C, Vol.128, No.12, pp.1743-1744, (2008-12)
- 坂本順一, 鈴木秀和, 伊藤将志, 宇佐見庄五, 渡邊 晃:「外部動的マッピングにより NAT 越え通信を実現する NAT-f の提案と実装」, 情報処理学会 論文誌, Vol.50, No.10, pp.2543-2555, (2009-10)
- 【その他】
- T.Wadayama, K.Nakamura, M.Yagita, Y.Funahashi, S. Usami, and I. Takumi : "Gradient Descent Bit Flipping Algorithms for Decoding LDPC Codes," 2008 International Symposium on Information Theory and Its Applications (ISITA2008), pp.82-87, (2008-12)
- R.Sahara, S. Usami, and T.S.Usuda : "The Multiple Coding Gain with Two Criteria in an Attenuated Quantum Channel," 2008 International Symposium on Information Theory and Its Applications (ISITA2008), pp.473-478, (2008-12)
- K.Kai, S. Usami, A.Watanabe, and T.Wadayama : "Consideration on Two Dimensional Constraint Codes with Honeycomb Structure," 2008 International Symposium on Information Theory and Its Applications (ISITA2008), pp.1261-1266, (2008-12)
- 田中秀平, 宇佐見庄五:「変形擬直交 M 系列対を用いた光 CDMA システムの特性の検討」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル DICOMO2009 シンポジウム (DiCoMo2009), pp.1537-1543, (2009-7)
- R.Sahara, K.Iyoda, S. Usami, and T.S.Usuda : "Quantum gain of coding for M-ary quantum signals by good classical error correcting codes," 2008 9th Asian Conference on Quantum Information Science(AQIS09), pp.203-204, (2009-8)
- 坂井田武嗣, 宇佐見庄五:「符号化の自由度を考慮した高次元パリティ符号の拡張」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-286, (2009-9)
- 田中秀平, 宇佐見庄五:「光 CDMA システムにおける多重 CSK 方式の検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-453, (2009-9)
- 高村祥夫, 佐原僚介, 宇佐見庄五, 白田 毅:「波長分割多重による広帯域量子通信路容量の達成可能性の検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-454, (2009-9)

太田征輝, 佐原僚介, 宇佐見庄五, 白田 毅:「拡大  
体量子符号に対する相互情報量導出の簡略化の検  
討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会,  
O-456, (2009-9)

#### 小中 英嗣

##### 【学術論文】

小中英嗣:「動的量子化とデータ駆動ゼロ次ホールド  
を用いたネットワーク化制御系の安定性」, 電気学  
会論文誌 C, Vol. 129, No. 1, pp.46-52, (2009-1)

太田泰晃, 小中英嗣:「ネットワーク化制御系におけ  
るデータ欠落率推定に基づく動的フィードバックゲ  
インの設計手法」, 電気学会論文誌 C, Vol. 129, No. 3,  
pp.441-450, (2009-3)

##### 【その他】

小中英嗣, 鈴木達也:「ハイブリッドベトリネットモ  
デルに基づく鋼板連続処理プロセスのモデル予測制  
御」, 計測自動制御学会 システム・情報部門大会  
2008 講演論文集, pp. 467-472, (2008-11)

小中英嗣:「スカラ切替システムに対する切替条件と  
連続値入力時系列の同時設計」, 計測自動制御学会  
第 44 回離散事象システム研究会講演論文集,  
pp. 57-60, (2008-12)

安藤嘉人, 小中英嗣, 鈴木達也:「鉄鋼連続処理プロ  
セスにおける操作ルールの抽出手法」, 第 9 回計測  
自動制御学会制御部門大会, CD-ROM, (2009-3)

吉岡一樹, 小中英嗣:「線形制御システムにおける正  
規外乱を考慮した動的量子化手法に関する研究」,  
電子情報通信学会 2009 年総合大会論文集 p.20,  
(2009-3)

伊藤誓悟, 小中英嗣:「2つの制御対象を持つネット  
ワーク化制御系における予測に基づくデータ送信  
手法」, 電子情報通信学会 2009 年総合大会論文集  
p.21, (2009-3)

板倉啓樹, 小中英嗣:「離散値制御系に対する時間付  
き事象駆動型ニューラルコントローラの構築」, 第  
22 回 回路とシステム軽井沢ワークショップ, pp.  
522-527, (2009-4)

E. Konaka, T. Suzuki, K. Asano, and Y. Iijima: " Model  
Predictive Control for Line Pacing in Steel Processing  
Lines", Pre-prints of the IFAC Workshop on Automation  
in Mining, Mineral and Metal Industry (IFAC MMM  
2009), Chapter 4-8, (2009-10)

#### 坂野 秀樹

##### 【その他】

水野雄介, 坂野秀樹, 板倉文忠:「歌唱音声における  
音高連続変化音声の分析」, 日本音響学会春季講演

論文集, p. 55, (2009-3)

荒川綾則, 内村佳典, 坂野秀樹, 板倉文忠:「音圧レ  
ベル変化を含む歌唱音声の周波数分析」, 日本音響  
学会春季講演論文集, p. 55, (2009-3)

西脇涼介, 坂野秀樹, 板倉文忠:「話声から歌声への  
発話変化に伴う音声特徴量の変化の分析」, 日本音  
響学会春季講演論文集, p. 56, (2009-3)

柴田吉輝, 坂野秀樹, 板倉文忠:「意図的な明瞭発声  
における動的特徴の分析」, 日本音響学会春季講演  
論文集, p. 56, (2009-3)

田原 拓, 坂野秀樹, 板倉文忠:「早口音声の特徴に  
基づいた人間らしい話速変換音声の生成に関する分  
析」, 日本音響学会春季講演論文集, p. 60, (2009-3)

河原英紀, 森勢将雅, 高橋 徹, 坂野秀樹, 西村竜一,  
入野俊夫:「音響的イベントの持続時間に基づいた  
非周期成分の時間構造の制御について」, 日本音響  
学会春季講演論文集, p. 61, (2009-3)

坂野秀樹, 吉田 翔, 高橋茂樹, 板倉文忠, 森勢将雅,  
高橋 徹, 河原英紀:「STRAIGHT ライブラリを用  
いた高品質音声分析合成アプリケーションの開発」,  
日本音響学会春季講演論文集, p. 61, (2009-3)

片山裕規, 坂野秀樹, 板倉文忠:「アコースティック  
ギター音の分析合成手法に関する検討」, 日本音響  
学会春季講演論文集, p. 87, (2009-3)

國越 晶, 喬 宇, 鈴木雅之, 峯松信明, 広瀬啓吉,  
坂野秀樹:「ジェスチャー空間と音響空間の写像に  
基づくリアルタイム音声生成系」, 日本音響学会春  
季講演論文集, p. 96, (2009-3)

笠原優也, 坂野秀樹, 板倉文忠:「時間的不整合を含  
む楽音信号に対する客観評価尺度の提案」, 日本音  
響学会春季講演論文集, p. 101, (2009-3)

荒川綾則, 内村佳典, 坂野秀樹, 板倉文忠:「帯域分  
割 LSP を用いた声道断面積関数に基づく声質制御方  
式の開発」, 日本音響学会秋季講演論文集, p. 127,  
(2009-9)

川上裕司, 坂野秀樹, 板倉文忠:「歌唱音声の声質変  
換において学習データの違いが品質に与える影響の  
調査」, 日本音響学会秋季講演論文集, p. 131, (2009-  
9)

#### 山田 宗男

##### 【著書】

山田宗男(分担執筆):『自動車センサの最新動向』(木  
股雅章 監修), 第 2 編 第 9 章, シーエムシー出版社,  
(2009-2)

山田宗男(分担執筆):『車載用センサ／カメラ技術と  
安全運転支援システム』, 第 3 章 第 3 節, 第 6 章 第



3 節, 技術情報協会, (2009-5)

【学術論文】

牛田将弘, 平岡雅丈, 野田龍臣, 川澄未来子, 松田克己, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新: 「自動車教習所向け高齢者の運転能力測定システムの開発」, 精密工学会誌, Vol.74, No.12, pp.1341-1345 (2008-12)

【その他】

春日部利明, 平岡雅丈, 松田克己, 川澄未来子, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明: 「高齢ドライバーの認知機能測定を意図した運転能力測定シミュレータの開発」, 精密工学会 動的画像処理実利用化ワークショップ(DIA) 2009 講演論文集, I-8, pp. 74-79, (2009-3)

酒井雅敏, 鈴木麻以, 中野倫明, 山本修身, 山田宗男, 山本 新: 「まばたき変化と運転パフォーマンスの融合によるドライバーの意識低下状態の検知」, 精密工学会 動的画像処理実利用化ワークショップ(DIA) 2009 講演論文集, I-9, pp. 80-83, (2009-3)

服部 正, 吉川真人, 川澄未来子, 山崎初夫, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新: 「香り提示による運転時の意識低下に対する覚醒効果の検討」, 精密工学会 動的画像処理実利用化ワークショップ(DIA) 2009 講演論文集, I-9, pp. 80-83, (2009-3)

春日部利明, 平岡雅丈, 松田克己, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明: 「高齢者支援のための運転能力測定・訓練シミュレータの開発」, 自動車技術会 2009 年春季大会 学術講演前刷集, No.4-09 運転能力・訓練, 20, pp. 10-13, (2009-5)

近藤洋平, 野田龍臣, 山崎初夫, 川澄未来子, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明, 「高齢ドライバーの運転前の脳の活性化と運転時の注意・判断力への効果」, 自動車技術会 2009 年春季大会 学術講演前刷集, No.4-09 運転能力・訓練, 21, pp. 14-17, (2009-5)

山西正彦, 北山隆, 酒井雅敏, 加藤剛資, 山田宗男, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 松本浩志: 「ワイパーの拭拭性能と車両前方視界の評価手法に関する検討」, 自動車技術会 2009 年春季大会 学術講演前刷集, No.37-09 ドライバ行動, 178, pp. 1-4, (2009-5)

鈴木勇太郎, 小林啓一郎, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男: 「車内での不審行動および不審者侵入の検知」, 自動車技術会 2009 年春季大会 学術講演前刷集, No.58-09 画像認識, 280, pp. 17-20, (2009-5)

神道圭三, 毛利佳之, 渡邊達也, 山本修身, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新: 「瞳孔挙動による酒気帯び状

態の検知可能性」, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 109 No. 63, IE2009-39, pp.165-170, (2009-5)

Takashi Kitayama, Masatoshi Sakai, Takashi Kato, Muneo Yamada, Tomoaki Nakano, Shin Yamamoto, Osami Yamamoto, Masahiko Yamanishi, and Hiroshi Matsumoto: "On a Technique for Evaluating Performance of Wipers Based on Forward Visibility," IAPR Conference on Machine Vision Applications, Proceedings of MVA2009, 8-15, pp.265-268, (2009-5)

Toshiaki Kasukabe, Masatake Hiraoka, Osami Yamamoto, Muneo Yamada, Tomoaki Nakano, Shin Yamamoto, Katsumi Matsuda and Mikiko Kawasumi: "Development of System for Comprehensively Measuring Driving Ability for Elderly Safe Driving", IAPR Conference on Machine Vision Applications, Proceedings of MVA2009, 13-15, pp. 443-446, (2009-5)

Youhei Kondou, Mikiko Kawasumi, Osami Yamamoto, Muneo Yamada, Shin Yamamoto, Tomoaki Nakano: "Study of Early Screening Method of Dementia And Its Systemization", IAPR Conference on Machine Vision Applications, Proceedings of MVA2009, 3-14, pp. 82-85, (2009-5)

中野倫明, 山田宗男, 山本 新: 「超高齢社会における安全運転支援のための高齢ドライバー対策」, 2009 年度自動車技術会中部支部総会併催の研究発表会資料(2009-6)

北山 隆, 加藤剛資, 山田宗男, 中野倫明, 山本修身, 山本 新, 山西正彦, 松本浩志: 「ワイパー拭拭性能の定量評価手法に関する検討」, 第 15 回画像センシングシンポジウム SSII 09 講演論文集(CD-ROM), IS2 インタラクティブ&ショートオーラルセッション 2 「ITS・安全安心・追跡・検出」, IN2-05, (2009-6)

酒井雅敏, 吉川真人, 川澄未来子, 柳田康幸, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新: 「香り提示による運転中のドライバーの意識低下に対する覚醒効果」, 第 15 回画像センシングシンポジウム SSII 09 講演論文集(CD-ROM), IS2 インタラクティブ&ショートオーラルセッション 2 「ITS・安全安心・追跡・検出」, IN2-06, (2009-6)

毛利佳之, 伊藤広太, 山本修身, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新: 「酒気帯び運転の検知方法に関する検討」, 第 15 回画像センシングシンポジウム SSII 09 講演論文集(CD-ROM), IS2 インタラクティブ&ショートオーラルセッション 2 「ITS・安全安心・追跡・検出」, IN2-07, (2009-6)

山田宗男: 招待講演「産学連携におけるシナリオづ



- くりのすすめ－大学からみた産学連携への期待－」, 第15回画像センシングシンポジウム SSII 09 講演論文集(CD-ROM), オーガナイズドセッション2「オープンイノベーションへの挑戦」, OS2-04, (2009-6)
- 山本 新, 中野倫明, 山田宗男:「招待講演「予防安全のための運転支援システムにおけるドライバ状態のモニタリング」, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 109 No. 128, ITS2009-13, pp.31-36, (2009-7)
- 中野倫明, 山田宗男, 山本 新:「加齢による認知機能の低下と運転行動」, 自動車技術会 No.01-09 シンポジウム「ドライバの認知能力と脳機能の評価」, 20094544, pp.7-12, (2009-8)
- 藤巻哲也, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新:「高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発－運転時の注意・判断力の測定－」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと認知科学, P-010, (2009-9)
- 春日部利明, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新:「高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発－運転時の有効視野の測定法－」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと認知科学, P-011, (2009-9)
- 長瀬洋輔, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新:「高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発－運転パフォーマンスによる認知機能低下の検出手法－」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと認知科学, P-012, (2009-9)
- 安藤雅仁, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新:「高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発－脳の活性化による運転時の注意・判断力向上の検討－」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと認知科学, P-013, (2009-9)
- 近藤洋平, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新:「高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発－注意・判断力向上のためのカーナビを用いた訓練法－」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと認知科学, P-014, (2009-9)
- 加藤剛資, 北山隆, 山本修身, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新, 山西正彦, 松本浩志:「車両ワイパの拭き性能評価に関する検討」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと情報検索, P-060, (2009-9)
- 各務勇気, 鈴木勇太郎, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「車室内監視カメラによる異常行動および不審者侵入検知システムの検討」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと情報検索, P-061, (2009-9)
- 鈴木勇太郎, 各務勇気, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「異常行動検知システムにおける検出精度向上検討」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと情報検索, P-062, (2009-9)
- 服部 正, 川澄未来子, 柳田康幸, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「香り提示によるドライバの意識低下に対する覚醒効果の検討」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと情報検索, P-063, (2009-9)
- 神道圭三, 毛利佳之, 渡辺達也, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「対光反射による低量飲酒状態検知の試み」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと情報検索, P-064, (2009-9)
- 酒井雅敏, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「まばたき変化と操舵特性の融合による意識低下状態の判定」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと情報検索, P-065, (2009-9)
- 毛利佳之, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「異常行動検知システムにおける検出精度向上検討」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと情報検索, P-066, (2009-9)
- 渡辺達也, 神道圭三, 毛利佳之, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「瞳孔挙動による低量飲酒状態検知システムの検討」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと情報検索, P-067, (2009-9)
- 神道圭造, 毛利佳之, 渡辺達也, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「対光反射特性に基づくドライバ状態の推定に関する検討」, ViEW2009ビジョン技術の実利用ワークショップ講演論文集, 「ここまできた特殊撮像・ハードウェアシステム」セッション, F-6H (I-54), (2009-12)
- 加藤剛資, 北山隆, 酒井雅敏, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男, 山西正彦, 松本浩志:「前方視界に基づくワイパ性能の定量評価手法に関する検討」, 第8回ITSシンポジウム2009 講演論文集, DLS/I-A, 1-A-11, (2009-12)
- 渡辺達也, 毛利佳之, 山本修身, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新:「運転パフォーマンスによる各種意識状

態の推定], 第8回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/2-C, 2-C-13, (2009-12)

近藤洋平, 安藤雅仁, 藤巻哲也, 山崎初夫, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明:「高齢ドライバの運転能力向上を目指した測定・訓練シミュレータの開発」, 第8回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/2-D, 2-D-02, (2009-12)

神道圭造, 毛利佳之, 渡辺達也, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「対光反射特性に基づくドライバ状態の検知手法に関する検討」, 第8回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/2-D, 2-D-03, (2009-12)

鈴木勇太郎, 神道圭造, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「車内での不審行動および不審者侵入検知システムにおける検出精度向上検討」, 第8回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/2-D, 2-D-06, (2009-12)

各務勇氣, 酒井雅敏, 服部 正, 山崎初夫, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「香りによるドライバ覚醒システムに関する検討」, 第8回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/2-D, 2-D-07, (2009-12)

加藤剛資, 北山 隆, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男, 土井裕太, 村松昌美, 松本浩志:「前方視認性を考慮したワイパ性能の定量評価手法に関する検討」, 2009 年映像情報メディア学会冬季大会講演論文集, 一般講演 7-4 (ポスター発表 P-1), (2009-12)

長瀬洋輔, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明:「高齢者向け運転シミュレータの開発 - 認知症の早期スクリーニングの試み -」, 2009 年映像情報メディア学会冬季大会講演論文集, 一般講演 4-7 (ポスター発表 P-2), (2009-12)

藤巻哲也, 春日部利明, 松田克巳, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明:「高齢者向け運転シミュレータの開発 - 加齢による認知機能低下の測定法 -」, 2009 年映像情報メディア学会冬季大会講演論文集, 一般講演 4-6 (ポスター発表 P-3), (2009-12)

安藤雅仁, 近藤洋平, 山崎初夫, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明:「高齢者向け運転シミュレータの開発 - 中高年者の認知機能の訓練とその効果 -」, 2009 年映像情報メディア学会冬季大会講演論文集, 一般講演 4-8 (ポスター発表 P-4), (2009-12)

吉川雅弥

【著書】

M.Yoshikawa: Hardware-oriented Ant Colony Optimization Considering Intensification and

Diversification, Witold Bednorz (ed.), Greedy Algorithms, I-Tech Publisher, Vienna, Austria, Chapter 19, pp.359-368, (2008-12)

M.Yoshikawa, H.Yamauchi, H.Terai: Dedicated Hardware For Hybrid Evolutionary Computation, Ao, Sio-Iong; Huang, Xu; Wai, Ping-kong Alexander (eds.), Trends in Communication Technologies and Engineering Science, Springer, Netherlands, Chapter 12, pp.151-161, (2009-5)

【その他】

國生雄一, 川原崎正英, 石橋宏太, 西本智広, 北村一真, 吉川雅弥, 藤野 毅「ビアプログラマブルロジックデバイス VPEX における自動配置ツールの開発と性能評価」, 電子情報通信学会, 信学技報, vol. 108, no. 347, ICD2008-123, pp.107-112, (2008-12)

T.Hashizume, S.Nishizawa, H.Sugano, M.Yoshikawa, M. Fukui, "An efficient hardware circuit simulator for power grid optimization system", Proc. of The 15th Workshop on Synthesis And System Integration of Mixed Information technologies, pp.17-22, (2009-3)

H. Miki, Y.Kawakami, M.Yoshikawa, M.Fukui, "Reliability aware power grid optimization with consideration of thermal effects", Proc. of The 15th Workshop on Synthesis And System Integration of Mixed Information technologies, pp.440-445, (2009-3)

K.Kitamura, S.Yamada, M.Kawarasaki, Y.Kokusyuu, U.Ahmed, G.Lemieux, M.Yoshikawa, T.Fujino, "Interconnect Utilization of the VPEX Via-Programmable Structured ASIC", Proc. of The 15th Workshop on Synthesis And System Integration of Mixed Information technologies, pp.330-334, (2009-3)

川原崎正英, 西本智広, 國生雄一, 北村一真, 山田翔太, 吉川雅弥, 藤野 毅「ビアプログラマブルデバイス VPEX のチップ評価と DES 暗号回路実装の検討」, 電子情報通信学会, 信学技報, vol. 108, no. 478, VLD2008-139, pp.77-82, (2009-3)

M.Yoshikawa, T.Nagura, "Adaptive Ant Colony Optimization Considering Intensification and Diversification", Proc. of International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2009, pp.200-203, (2009-3)

M.Yoshikawa, H.Terai, "Car Navigation System based on Hybrid Genetic Algorithm", Proc. of World Congress on Computer Science and Information Engineering, pp.62-65, (2009-4)

M.Yoshikawa, H.Terai, "Dedicated Hardware for Ant

- Colony Optimization using Distributed Memory”, Proc. of 6th International Conference on Information Technology : New Generations, pp.10-15, (2009-4)
- T.Hashizume, H.Sugano, S.Nishizawa, M.Yoshikawa, M. Fukui, “An efficient hardware accelerator for power grid circuit simulation”, in Proc. IEEE International Symposium on Circuits and Systems, pp.2994-2997, (2009-5)
- 関戸勇太, 吉川雅弥「都市間の距離を考慮した Greedy ACO の基本検討」, システム制御情報学会研究発表会講演論文集, pp.459-460, (2009-5)
- 成瀬 郷, 吉川雅弥「抗体群の状況を考慮した適応的免疫アルゴリズムの基本検討」, システム制御情報学会研究発表会講演論文集, pp.460-461, (2009-5)
- H.Sugano, Y.Isoda, M.Yokota, I.Taniguchi, M.Yoshikawa, M.Fukui, “A massively parallel circuit simulator for power grids analysis”, in Proc. International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications, ITC-CSCC2009, pp.416-419, (2009-7)
- M.Yoshikawa, H.Terai, , “OX Hardware Engine for High Speed Character Inheritance”, Proc. of International Conference on Genetic and Evolutionary Methods, pp.43-47, (2009-7)
- M.Yoshikawa, A.Naruse, S.Souboku, “Adaptive Immune Algorithm considering Intensification and Diversification”, Proc. of IEEE International Conference on Information Reuse and Integration, pp.422-423, (2009-8)
- M.Yoshikawa, R.Ishiba, R.Oshiba, “Vaccine Driven Immune Algorithm with Two-Level Hierarchical Affinity”, Proc. of Computational Interigence, pp.98-102, (2009-8)
- 磯田有哉, 横田 誠, 菅野尚子, 谷口一徹, 吉川雅弥, 福井正博「GPU を用いた超並列電源シミュレータの一実装と評価」, 情報処理学会, Design Automation シンポジウム 2009 論文集, pp.139-144. (2009-8)
- M.Yoshikawa, T.Taguchia, “Hierarchical Hybrid Ant Colony Optimization for High Speed Processing”, Proc. of The World Congress on Engineering and Computer Science, pp1007-1011. (2009-10)
- 旭 健作**
- 【その他】**
- 沼田 隆, 旭 健作, 小川 明:「レイリーフェージング環境下におけるダイバシチ復号方式の特性評価」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, (2009-9)
- 茅野圭悟, 升野裕康, 旭 健作, 小川 明:「クラスタ型アドホックネットワークにおける省電力プロトコルに関する一検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, (2009-9)
- 鈴木康祐, 旭 健作, 小川 明:「可視光通信における受光素子として LED の特性に関する基礎的検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, (2009-9)

## 電気電子工学科

伊藤 昌文

## 【学術論文】

T. Ohta, C. Koshimizu, K. Kawasaki, K. Takeda, M. Ito :  
“Simultaneous measurement of substrate temperature  
and thin film-thickness on SiO<sub>2</sub>/Si wafer using optical  
fiber-type low-coherence interferometry”, Journal of  
Applied Physics, Vol. 105, 013110-1 - 013110-7, (2009-  
1)

T. Ohta, M. Ito, T. Kotani and T. Hattori : “Emission  
enhancement on laser-induced breakdown spectroscopy  
by localized surface plasmon resonance for analyzing  
plant nutrients”, Applied spectroscopy, Vol. 63, 555-  
558, (2009-5)

太田貴之, 中野万作, 椎名達雄, 伊藤昌文, 岡村康行:「変  
調 ZnSe 系白色 LED を用いた低コヒーレンス干渉計  
測」, 光学 vol.38, No.11, 576-582, (2009-11)

## 【その他】

T.Ohta, N. Takota, M. Ito, Y. Higashijima, H. Kano, K.  
Yamakawa, S. Den, and M. Hori : “Measurement of  
atoms in sputtering system employing micro-plasma”,  
8th International Workshop of Advanced Plasma  
Processing and Diagnostics Joint Workshop with Plasma  
Application Monodzukuri, (Gifu), (2009-1)

H. Kuroda, H. Yamamoto, M. Ito, T. Ohta, K. Takeda,  
M. Sekine, and M. Hori : “A Real Time Controlling  
of Surface Temperature and Radicals in ULSIs”, 8th  
International Workshop of Advanced Plasma Processing  
and Diagnostics Joint Workshop with Plasma Application  
Monodzukuri, (Gifu), (2009-1)

H. Kuroda, H. Yamamoto, M. Ito, T. Ohta, K. Takeda, M.  
Sekine, and M. Hori, “Precise Etching of Organic Low-k  
Film by Real-time Controlling Radical Density Ratio and  
Substrate Temperature”, 2nd International Conference  
on Plasma-Nano Technology and Science, (Nagoya),  
(2009-1)

黒田裕樹, 山本洋, 伊藤昌文, 太田貴之, 竹田圭吾,  
関根誠, 堀 勝:「基板温度及びラジカル密度計測  
に基づいた有機 Low-k 膜エッチングプロセスの制  
御」, プラズマ科学シンポジウム 2009/ 第 26 回プラ  
ズマプロセッシング研究会, (2009-2)

井関紗千子, 太田貴之, 伊藤昌文, 加納浩之, 東島康裕,  
堀 勝:「ミドリカビ殺菌における非平衡大気圧プラ  
ズマの分光特性」, プラズマ科学シンポジウム

2009/ 第 26 回プラズマプロセッシング研究会, (2009-  
2)

田子多直樹, 家苗毅司, 太田貴之, 伊藤昌文, 東島  
康裕, 加納浩之, 田昭 治, 堀 勝:「マルチマイ  
クロホローカソード光源を用いた透明導電膜成膜ス  
パッタプロセスにおける金属原子密度のモニタリン  
グ」, プラズマ科学シンポジウム 2009/ 第 26 回プラ  
ズマプロセッシング研究会, (2009-2)

T.Ohta, N. Takota, M. Ito, Y. Higashijima, H. Kano, S. Den,  
and M. Hori, “Diagnostics of RF magnetron sputtering  
plasma for synthesizing Indium-Zinc-Oxide film”, 1st  
International Symposium on Advanced Plasma Science  
and its Application (ISPlasma2009), (Nagoya), (2009-  
3)

S. Iseki, T. Ohta, M. Ito, H. Kano, Y. Higashijima, M. Hori,  
“Diagnostics of non-equilibrium atmospheric pressure  
plasma for penicillium digitatum disinfection”, 1st  
International Symposium on Advanced Plasma Science  
and its Application (ISPlasma2009), (Nagoya), (2009-  
3)

H. Kuroda, H. Yamamoto, M. Ito, T. Ohta, K. Takeda,  
M. Sekine, and M. Hori, “High Accuracy Plasma  
Etching Process Employing Real Time Monitoring of  
Substrate Temperature”, 1st International Symposium  
on Advanced Plasma Science and its Application  
(ISPlasma2009), (Nagoya), (2009-3)

井関紗千子, 太田貴之, 伊藤昌文, 加納浩之, 東島康  
裕, 堀 勝:「プラズマアグリカルチャー (II) - ミ  
ドリカビのプラズマ殺菌における酸素ガス添加効果  
-」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, (2009-3)

太田貴之, 田子多直樹, 伊藤昌文, 東島康裕, 加納浩之,  
田 昭治, 堀 勝:「インジウム酸化亜鉛膜形成の  
ための RF マグネトロンスパッタリングプラズマの  
診断」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, (2009-3)

黒田裕樹, 山本洋, 伊藤昌文, 太田貴之, 竹田圭吾,  
関根誠, 堀 勝:「低コヒーレンス干渉計を用いた  
プラズマエッチング中の基板温度計測」, 第 56 回  
応用物理学関係連合講演会, (2009-3)

山本桂司, 太田貴之, 伊藤昌文:「レーザアブレーシ  
ョン発光分光分析における金属微粒子を用いた発光増  
強効果」, 第 70 回分析化学討論会, (2009-5)

S. Iseki, T. Ohta, M. Ito, H. Kano, Y. Higashijima, M. Hori :  
「Inactivation of Penicillium Digitatum using Non-



- equilibrium Atmospheric O<sub>2</sub>/Ar Plasma」, 第 22 回 プラズマ材料科学シンポジウム, SPSM-22, (2009-6)
- M. Kuroda, H. Yamamoto, M. Ito, T. Ohta, K. Takeda, M. Sekine and M. Horii, "Control of plasma etching process based on real-time monitoring of substrate temperature", 19th international symposium on plasma chemistry pre-symposium in Japan, (Kyoto), (2009-5)
- M. Inoue, N. Takota, T. Ohta, M. Ito, Y. Higashijima, H. Kano, S. Den and M. Hori, "Development of light source array for absorption spectroscopy to monitor absolute densities of multi-metallic atoms", 19th international symposium on plasma chemistry pre-symposium in Japan, (Kyoto), (2009-5)
- T. Ohta, M. Inoue, N. Takota, M. Ito, Y. Higashijima, H. Kano, S. Den, M. Hori : "Simultaneous monitoring of atomic density using multi-micro hollow cathode lamp in a sputtering process for a transparent conductive film", The 10th international symposium on sputtering & plasma processes -ISSP 2009-, (Kanazawa), (2009-7)
- (Invited) T. Ohta, M. Inoue, N. Takota, M. Ito, Y. Higashijima, H. Kano, S. Den, M. Hori : "Simultaneous monitoring of multi-metal atoms in magnetron sputtering plasma for synthesizing TCO films", The 9th Korea-Japan Workshop on Thin Film and Plasma Process for Green Technology, Advanced Plasma Diagnostics for Plasma-Nano Processing, (Seoul, Korea), (2009-7)
- T. Hiraoka, T. Kageyama, T.Ohta, K. Takeda, M. Ito, and M. Hori : "Non-contact measurement of substrate temperature using optical low-coherence interferometry", The 9th Korea-Japan Workshop on Thin Film and Plasma Process for Green Technology, Advanced Plasma Diagnostics for Plasma-Nano Processing, (Seoul, Korea), (2009-7)
- T. Ohta, S. Iseki, M. Ito, H. Kano, Y. Higashijima, M. Hori : "Spectroscopic characteristics in non-equilibrium atmospheric pressure plasma for inactivation of micro-organism", International Symposium on Plasma Chemistry 19, (Bochum, Germany), (2009-7)
- M. Hori, H. Kuroda, M. Ito, T. Ohta, K. Takeda, M. Sekine : "Development of Novel Etching Process based on Real-time Monitoring of Substrate Temperature", International Symposium on Plasma Chemistry 19, (Bochum, Germany), (2009-7)
- H. Kuroda, H. Yamamoto, M. Ito, T. Ohta, K. Takeda, M. Sekine, and M. Hori : "Measurement of Si Wafer Temperature Using Low coherence Interferometer during Plasma Etching Processes", International Conference on Plasma Surface Engineering (AEPSE2009), (Busan, Korea), (2009-9)
- 井上真里, 太田貴之, 田子多直樹, 伊藤昌文, 加納浩之, 東島康裕, 田 昭治, 堀 勝 : 「複数金属元素同時モニタリング光源を用いた吸収分光法による透明導電膜成膜スパッタリングプロセスの診断」, 電気学会プラズマ・パルスパワー・放電合同研究会, (2009-8)
- 景山哲教, 輿水地塩, 太田貴之, 伊藤昌文, 西澤典彦, 堀 勝 : 「低コヒーレンス干渉計を用いた Si 基板温度計測における波長依存性の検討」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, (2009-9)
- 田子多直樹, 井上真里, 太田貴之, 伊藤昌文, 東島康裕, 加納浩之, 山川晃司, 田 昭治, 堀 勝 : 「複数金属元素密度同時モニタリングによるインジウム酸化亜鉛透明導電膜の成膜メカニズムの解明」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, (2009-9)
- 井関紗千子, 太田貴之, 伊藤昌文, 加納浩之, 東島康裕, 堀 勝 : 「プラズマアグリカルチャー (III) - O<sub>2</sub>/Ar プラズマの診断 -」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, (2009-9)
- 黒田裕樹, 山本 洋, 伊藤昌文, 太田貴之, 竹田圭吾, 関根 誠, 堀 勝 : 「低コヒーレンス干渉計を用いた基板温度計測に基づくエッチングメカニズムの解析」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, (2009-9)
- Jagath Kularatne, 加納浩之, 伊藤治彦, 山川晃司, 太田貴之, 竹田圭吾, 東島康裕, 伊藤昌文, 堀 勝 : 「アルゴン大気圧プラズマを用いた銅原子発光プロセスにおける窒素添加効果」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, (2009-9)
- 太田貴之, 井関紗千子, 伊藤昌文, 加納浩之, 東島康裕, 堀 勝 : 「ミドリカビ(Penicillium digitatum) のプラズマ殺菌」, 日本防菌防黴学会第 36 回年次大会, (2009-9)
- 景山哲教, 輿水地塩, 太田貴之, 伊藤昌文, 西澤典彦, 堀 勝 : 「低コヒーレンス干渉計を用いた Si 基板の温度計測における光源の波長の検討」, 第 14 回知能メカトロニクスワークショップ, (2009-9)
- 山本桂司, 太田貴之, 伊藤昌文 : 「レーザ誘起ブレイクダウン分光法を用いた植物の金属元素分析」, 第 14 回知能メカトロニクスワークショップ, (2009-9)
- T. Ohta, M. Inoue, N. Takota, M. Ito, Y. Higashijima, H. Kano, S. Den, K. Yamakawa and M. Hori : "Diagnostics of RF sputtering plasma for synthesizing transparent conductive Indium-Zinc-Oxide", 62th Gaseous

Electronics Conference, (Saratoga springs, USA), (2009-10)

## 大野 英之

### 【論文】

奥野陽介, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「基準状態に規格化した発電電力を閾値に用いたPVアレイの発電性能診断法」, 太陽エネルギー, Vol.35, No.2, pp.45-52, (2009)

篠田芳幸, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「影のかかる太陽光発電システムの発電電力向上に関する研究」, 太陽エネルギー, Vol.35, No.4, pp.41-48, (2009)

### 【その他】

中森真彦, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「経済性を考慮したメガソーラ発電の最適設置条件」, 平成21年電気学会全国大会, 7-039, (2009-3)

安藤誠人, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「蓄電池付きPVシステムの実用性に関する研究(Ⅳ)」, 平成21年電気学会全国大会, 7-057, (2009-3)

刀根川和弥, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「分校日射分布が太陽電池セルの光電流に与える影響」, 平成21年電気学会全国大会, 7-064, (2009-3)

大竹智晴, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「PVモジュールの入射角依存性に関わる損失評価(Ⅰ) -鉛直設置の場合-」, 平成21年電気学会全国大会, 7-067, (2009-3)

中森真彦, 山中三四郎, 河村英昭, 河村 一, 大野英之:「経済性を考慮したメガソーラ発電の最適設置条件-設置間隔を変えた場合-」, 平成21年電気学会 電力・エネルギー部門大会, 121, (2009-8)

刀根川和弥, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「分光日射分布による光電流の季節変化」, 平成21年電気学会 電力・エネルギー部門大会, 140, (2009-8)

中森真彦, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「経済性を考慮したメガソーラ発電の最適設置条件の決定-設置間隔を変えた場合-」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会, O-313, (2009-9)

刀根川和弥, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「太陽電池の光電流に及ぼす分光日射分布の影響」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会, O-317, (2009-9)

三山賢司, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「各推定方法による年間発電量の比較」, 平成21年

度電気関係学会東海支部連合大会, O-320, (2009-9)

松田一徳, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「蓄電池付きPVシステムにおける蓄電池の充電容量と空き容量」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会, O-481, (2009-9)

安藤誠人, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「蓄電池付きPVシステムの実用性に関する研究Ⅴ」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会, O-482, (2009-9)

岡田康史, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「PVセルにおける逆バイアス特性の測定」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会, O-486, (2009-9)

黄 明明, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「交流の発電電力を閾値に用いたPVシステムの性能診断」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会, O-487, (2009-9)

大竹智晴, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「kW価値から評価したPVシステムの最適設置条件」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会, O-488, (2009-9)

中森真彦, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「経済性を考慮したメガソーラ発電の導入効果」, 平成21年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 4, pp.45-48, (2009-11)

刀根川和弥, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「太陽電池の光電流に及ぼす分光日射分布の影響」, 平成21年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 22, pp.115-118, (2009-11)

大竹智晴, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「PVモジュールの入射角依存性に関わる損失評価(Ⅱ)」, 平成21年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 60, pp.267-270, (2009-11)

安藤誠人, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「蓄電池付き住宅用太陽光発電システムの経済性に関する研究」, 平成21年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 101, pp.423-426, (2009-11)

## 河村 英昭

### 【論文】

奥野陽介, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「基準状態に規格化した発電電力を閾値に用いたPVアレイの発電性能診断法」, 太陽エネルギー,

Vol.35, No.2, pp.45-52, (2009)

篠田芳幸, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:  
「影のかかる太陽光発電システムの発電電力向上に  
関する研究」, 太陽エネルギー, Vol.35, No.4, pp.41-  
48, (2009)

#### 【その他】

中森真彦, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英  
昭:「経済性を考慮したメガソーラ発電の最適設置  
条件」, 平成 21 年電気学会全国大会, 7-039, (2009-3)

安藤誠人, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村  
英昭:「蓄電池付き PV システムの実用性に関する  
研究(Ⅳ)」, 平成 21 年電気学会全国大会, 7-057,  
(2009-3)

刀根川和弥, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河  
村英昭:「分校日射分布が太陽電池セルの光電流に  
与える影響」, 平成 21 年電気学会全国大会, 7-064,  
(2009-3)

大竹智晴, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英  
昭:「PV モジュールの入射角依存性に関わる損失評  
価(Ⅰ) - 鉛直設置の場合 -」, 平成 21 年電気学会全  
国大会, 7-067, (2009-3)

中森真彦, 山中三四郎, 河村英昭, 河村 一, 大野英  
之:「経済性を考慮したメガソーラ発電の最適設置  
条件 - 設置間隔を変えた場合 -」, 平成 21 年電気学  
会電力・エネルギー部門大会, 121, (2009-8)

刀根川和弥, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河  
村英昭:「分光日射分布による光電流の季節変化」,  
平成 21 年電気学会電力・エネルギー部門大会,  
140, (2009-8)

中森真彦, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:  
「経済性を考慮したメガソーラ発電の最適設置条件  
の決定 - 設置間隔を変えた場合 -」, 平成 21 年度  
電気関係学会東海支部連合大会, O-313, (2009-9)

刀根川和弥, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村  
英昭:「太陽電池の光電流に及ぼす分光日射分布の  
影響」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会,  
O-31, (2009-9)

三山賢司, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:  
「各推定方法による年間発電量の比較」, 平成 21 年  
度電気関係学会東海支部連合大会, O-320, (2009-9)

松田一徳, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英  
昭:「蓄電池付き PV システムにおける蓄電池の充  
電容量と空き容量」, 平成 21 年度電気関係学会東  
海支部連合大会, O-481, (2009-9)

安藤誠人, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英  
昭:「蓄電池付き PV システムの実用性に関する研

究 V」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会,  
O-482, (2009-9)

岡田康史, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:  
「PV セルにおける逆バイアス特性の測定」, 平成 21  
年度電気関係学会東海支部連合大会, O-486, (2009-  
9)

黄 明明, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英  
昭:「交流の発電電力を閾値に用いた PV システム  
の性能診断」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部  
連合大会, O-487, (2009-9)

大竹智晴, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英  
昭:「kW 価値から評価した PV システムの最適設置  
条件」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会,  
O-488, (2009-9)

中森真彦, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英  
昭:「経済性を考慮したメガソーラ発電の導入効果  
」, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力  
エネルギー協会合同研究発表会, 4, pp.45-48, (2009-  
11)

刀根川和弥, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村  
英昭:「太陽電池の光電流に及ぼす分光日射分布の  
影響」, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学会, 日  
本風力エネルギー協会合同研究発表会, 22, pp.115-  
118, (2009-11)

大竹智晴, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英  
昭:「PV モジュールの入射角依存性に関わる損失評  
価(Ⅱ)」, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学会, 日  
本風力エネルギー協会合同研究発表会, 60, pp.267-  
270, (2009-11)

安藤誠人, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:  
「蓄電池付き住宅用太陽光発電システムの経済性に  
関する研究」, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学  
会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 101,  
pp.423-426, (2009-11)

#### 児玉哲司

#### 【学術論文】

H. Moriguchi, I. Takeuchi, M. Karasuyama, S. Horikawa,  
Y. Ohta, T. Kodama, and H. Naruse: "Adaptive kernel  
quantile regression for anomaly detection," Journal of  
Advanced Computational Intelligence and Intelligent  
Informatics, Vol. 13, No. 3, pp. 230-236, (2009-5)

#### 【その他】

詫摩祐司, 成瀬央, 児玉哲司:「超音波レーダのため  
の周波数偏移変調信号の検討(Ⅱ)」, 平成 21 年度  
電気関係学会東海支部連合大会講演論文集 O-236,  
CD-ROM, (2009-9)



## 清水 教之

## 【学術論文】

Takamasa Okumura, Yuji Muramoto & Noriyuki Shimizu, "Influence of Electric Field on Plant Growth", 2009 IEEE Annual Report-Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, (CEIDP'09, CFP09CID-CDR), 1-3, (2009-10)

Yousuke Oka, Yuji Muramoto, Noriyuki Shimizu & Shigeki Ichihara, "Sterilization of Liquid by High Electric Field Pulse", 2009 IEEE Annual Report-Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, (CEIDP'09, CFP09CID-CDR), 5B-1, (2009-10)

## 【その他】

水野翔太, 村本裕二, 清水教之, 飯塚智徳, 田中祀捷: 「Epoxy/Silica ナノコンポジットの電界発光特性」, 平成 21 年電気学会全国大会, No.2-029, (2009-3)

村本裕二, 清水教之, 市原茂幸: 「エタノール発酵に及ぼす直流課電の影響」, 平成 21 年電気学会全国大会, No.2-076, (2009-3)

岡 洋佑, 村本裕二, 清水教之, 市原茂幸: 「高電界パルスによる液体の殺菌」, 第 40 回電気電子絶縁材料システムシンポジウム, P-14, pp.189-190, (2009-8)

奥村賢直, 村本裕二, 清水教之: 「直流電界が植物成長に与える効果」, 第 40 回電気電子絶縁材料システムシンポジウム, P-15, pp.191-192, (2009-8)

奥村賢直, 村本裕二, 清水教之: 「直流電界が植物成長に及ぼす影響－重量の検討－」, 2009 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-310, (2009-9)

水野翔太, 村本裕二, 清水教之, 飯塚智徳, 田中祀捷: 「Epoxy/Silica Nanocomposite における電圧印加時の発光」, 2009 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-409, (2009-9)

村本裕二, 清水教之, 市原茂幸: 「エタノール発酵における発酵培地の抵抗率変化」, 2009 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-475, (2009-9)

岡 洋佑, 村本裕二, 清水教之, 市原茂幸: 「同軸円筒槽を用いた高電界パルス殺菌」, 2009 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-476, (2009-9)

村本裕二, 清水教之: 「ケナフの極低温絶縁への応用－ケナフ－氷複合系の交流絶縁破壊特性－」, 第 12 回ケナフ等植物資源利用研究会と第 15 回特別講演会, pp.3-7, (2009-9)

## 中條 渉

## 【学術論文】

中條 渉: 「光制御アレーアンテナの研究」, 名城大学

理工学研究報告, No. 49, pp.30-33, (2009-3)

## 【その他】

加納孝志, 中條 渉, 小山田弥平: 「LD 波長制御を用いた光制御フェーズドアレーのマイクロ波特性」, 2009 年電子情報通信学会総合大会講演論文集, p. 292, (2009-3)

山口賢一, 竹内大樹, 中條 渉, 山本伸一, 小山田弥平: 「光制御アレーアンテナ用移相器のマイクロ波位相精度」, 電子情報通信学会マイクロ波研究会, Vol. 109, No. 109, pp. 41-44, (2009-6)

竹内大樹, 山口賢一, 中條 渉, 山本伸一, 小山田弥平: 「光制御フェーズドアレーアンテナの振幅制御実験」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, O-360, CD-ROM, (2009-9)

山口賢一, 竹内大樹, 中條 渉, 山本伸一, 小山田弥平: 「2 素子光制御フェーズドアレーの位相振幅制御」, 2009 年電子情報通信学会ソサイエティ大会エレクトロニクス講演論文集 1, p. 268, (2009-9)

## 都竹 愛一郎

## 【その他】

石川 悟, 岩田健一, 水野翔太: 「名城大学 都竹研究室」, 映像情報メディア学会誌, 63 巻, 4 号, pp.471-474, (2009-4)

石川 悟, 岩田健一, 水野翔太, 米澤彰賢, 都竹愛一郎: 「マルチパス環境における地上デジタル放送波の品質評価法」, 映像情報メディア学会放送技術研究会, Vol.33, No.10, pp.25-28, (2009-2)

岩田健一, 水野翔太, 石川 悟, 米澤彰賢, 都竹愛一郎: 「地上デジタル放送におけるキャリア間干渉除去法の検討」, 映像情報メディア学会, 放送技術研究会, Vol.33, No.10, pp.21-24, (2009-2)

水野翔太, 石川 悟, 岩田健一, 米澤彰賢, 都竹愛一郎: 「地上デジタル放送波を利用した測位システムに関する検討」, 映像情報メディア学会放送技術研究会, Vol.33, No.10, pp.17-20, (2009-2)

石川 悟, 岩田健一, 水野翔太, 米澤彰賢, 都竹愛一郎: 「マルチパス環境における地上デジタル放送波の品質評価法」, 照明学会東海支部若手セミナー, pp.32-33, (2009-3)

岩田健一, 水野翔太, 石川 悟, 米澤彰賢, 都竹愛一郎: 「地上デジタル放送におけるキャリア間干渉除去法の検討」, 照明学会東海支部若手セミナー, pp.30-31, (2009-3)

水野翔太, 石川 悟, 岩田健一, 米澤彰賢, 都竹愛一郎: 「地上デジタル放送波を利用した測位システムに関する検討」, 照明学会東海支部若手セミナー, pp.28-29



(2009-3)

石川 悟, 岩田健一, 水野翔太, 米澤彰賢, 都竹愛一郎: 「マルチパス環境における地上デジタル放送波の品質評価法」, 電子情報通信学会 2009 年総合大会, A-5-16, (2009-3)

岩田健一, 水野翔太, 石川 悟, 米澤彰賢, 都竹愛一郎: 「地上デジタル放送におけるキャリア間干渉除去法の検討」, 電子情報通信学会 2009 年総合大会, A-5-15, (2009-3)

水野翔太, 石川 悟, 岩田健一, 米澤彰賢, 都竹愛一郎: 「地上デジタル放送波を利用した測位システムに関する検討」, 電子情報通信学会 2009 年総合大会, A-5-17, (2009-3)

石川 悟, 岩田健一, 水野翔太, 米澤彰賢, 都竹愛一郎: 「マルチパス環境における地上デジタル放送波の新しい品質評価法」, 電気関係学会東海支部連合大会, P-026, (2009-9)

岩田健一, 水野翔太, 石川 悟, 米澤彰賢, 都竹愛一郎: 「地上デジタル放送におけるキャリア間干渉除去法の検討」, 電気関係学会東海支部連合大会, P-027, (2009-9)

水野翔太, 石川 悟, 岩田健一, 米澤彰賢, 都竹愛一郎: 「地上デジタル放送波を利用した測位システムに関する検討」, 電気関係学会東海支部連合大会, P-029, (2009-9)

平野公典, 杉山 仁, 石川 悟, 米澤彰賢, 都竹愛一郎: 「マルチパス環境における地上デジタル放送波の品質評価法の提案」, 電気関係学会東海支部連合大会, P-025 (2009-9)

杉山 仁, 平野公典, 岩田健一, 米澤彰賢, 都竹愛一郎: 「ギャップファイラーによるサービスエリアの拡大と既存受信機への影響」, 電気関係学会東海支部連合大会, P-028, (2009-9)

平松 美根男

【著書】

堀 勝, 平松美根男: 「カーボンナノウォールの成長と電子放出」, 『グラフェンの機能と応用展望』(斎木幸一郎・徳本洋志監修), 第 15 章, pp.195-209, シーエムシー出版, (2009-7)

【学術論文】

T. Machino, W. Takeuchi, H. Kano, M. Hiramatsu, and M. Hori: "Synthesis of Platinum Nanoparticles on Two-Dimensional Carbon Nanostructures with an Ultrahigh Aspect Ratio Employing Supercritical Fluid Chemical Vapor Deposition Process", Applied Physics Express, Vol. 2, 025001-025001-3, (2009-1)

W. Takeuchi, H. Sasaki, S. Kato, S. Takashima, M. Hiramatsu, and M. Hori: "Development of measurement technique for carbon atoms employing vacuum ultraviolet absorption spectroscopy with a microdischarge hollow-cathode lamp and its application to diagnostics of nanographene sheet material formation plasmas", Journal of Applied Physics, Vol. 105, No. 11, 113305-113305-6, (2009-6)

W. Takeuchi, K. Takeda, M. Hiramatsu, Y. Tokuda, H. Kano, S. Kimura, O. Sakata, H. Tajiri, and M. Hori: "Monolithic self-sustaining nanographene sheet grown using plasma-enhanced chemical vapor deposition", Physica Status Solidi A, 1-5, DOI 10.1002 / pssa.200925230, (2009-9)

S. Kondo, S. Kawai, W. Takeuchi, K. Yamakawa, S. Den, H. Kano, M. Hiramatsu, and M. Hori: "Initial growth process of carbon nanowalls synthesized by radical injection plasma-enhanced chemical vapor deposition", Journal of Applied Physics, Vol. 106, No. 9, pp. 094302-094302-6, (2009-11)

【その他】

K. Mase, T. Machino, H. Kano, M. Hiramatsu, M. Sekine, and M. Hori: "Supercritical Fluid Process of Pt Nanoparticles Formation on Nano-Carbons Grown by PECVD", 8th International Workshop of Advanced Plasma Processing and Diagnostics Joint Workshop with Plasma Application Monodzukuri, (Gifu), (2009-1)

H. Mikuni, W. Takeuchi, K. Takeda, M. Hiramatsu, H. Kano, Y. Tokuda, and M. Hori: "Fabrication of Single Wall Carbon Nanowall Employing Electron Beam Excited Plasma", 8th International Workshop of Advanced Plasma Processing and Diagnostics Joint Workshop with Plasma Application Monodzukuri, (Gifu), (2009-1)

M. Kashihara, W. Takeuchi, Y. Tokuda, H. Kano, M. Hiramatsu, and M. Hori: "Synthesis of Carbon Nanowalls and Their Applications to Electrical Devices", 8th International Workshop of Advanced Plasma Processing and Diagnostics Joint Workshop with Plasma Application Monodzukuri, (Gifu), (2009-1)

K. Mase, T. Machino, H. Kano, M. Hiramatsu, M. Sekine and M. Hori, "Synthesis of Platinum Nanoparticles on Carbon Nanowalls by Using Supercritical Fluid", 2nd International Conference on Plasma-Nano Technology and Science, (Nagoya), (2009-1)

H. Mikuni, W. Takeuchi, K. Takeda, M. Hiramatsu, H. Kano, Y. Tokuda, and M. Hori, "Fabrication of Single

- Carbon Nanowall Using Electron Beam Excited Plasma Enhanced CVD”, 2nd International Conference on Plasma-Nano Technology and Science, (Nagoya), (2009-1)
- H. Watanabe, M. Hiramatsu, and M. Hori, “Formation of Carbon Nanowall by using Radical Injection Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition and Its Electrochemical Evaluation”, 2nd International Conference on Plasma-Nano Technology and Science, (Nagoya), (2009-1)
- S. Kondo, Y. Itani, K. Yamakawa, S. Den, M. Hiramatsu, M. Sekine, and M. Hori, “Effects of H Radical Irradiation on Synthesis of Carbon Nanowalls”, 2nd International Conference on Plasma-Nano Technology and Science, (Nagoya), (2009-1)
- 三國裕之, 竹内和歌奈, 平松美根男, 加納浩之, 徳田豊, 竹田圭吾, 堀 勝:「パターン基板を用いた橋架けカーボンナノウォールの作製」, プラズマ科学シンポジウム 2009/ 第 26 回プラズマプロセスング研究会, (2009-2)
- 間瀬航太, 町野琢磨, 加納浩之, 平松美根男, 関根誠, 堀 勝:「超臨界流体を用いたカーボンナノ構造体への触媒用白金微粒子担持」, プラズマ科学シンポジウム 2009/ 第 26 回プラズマプロセスング研究会, (2009-2)
- 近藤真悟, 伊谷佳泰, 山川晃司, 田昭治, 平松美根男, 関根誠, 堀 勝:「イオン・ラジカル制御 CVD 法によるカーボンナノウォールの作製」, プラズマ科学シンポジウム 2009/ 第 26 回プラズマプロセスング研究会, (2009-2)
- 平松美根男, 堀 勝:「超臨界流体を用いたカーボンナノ構造体表面上への金属ナノ粒子の形成」, 表面技術協会第 119 回講演大会, (2009-3)
- (Invited) M. Hiramatsu: “Carbon Nanowall Fabrication by Radical-Controlled Plasma Processing: Toward the Application for New Functional Devices”, 1st International Symposium on Advanced Plasma Science and its Application (ISPlasma2009), (Nagoya), (2009-3)
- W. Takeuchi, M. Hiramatsu, H. Kano, Y. Tokuda, and M. Hori, “Growth of Carbon Nanowalls of High Graphitization Employing PECVD”, 1st International Symposium on Advanced Plasma Science and its Application (ISPlasma2009), (Nagoya), (2009-3)
- H. Watanabe, M. Hiramatsu, and M. Hori, “Fabrication of Carbon Nanostructure using Radical Injection Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition and its Electrochemical Evaluation”, 1st International Symposium on Advanced Plasma Science and its Application (ISPlasma2009), (Nagoya), (2009-3)
- H. Mikuni, W. Takeuchi, M. Hiramatsu, H. Kano, Y. Tokuda, K. Takeda, and M. Hori, “Fabrication of Bridge-shaped Carbon Nanowall on Trench Substrates using Electron Beam Excited Plasma Enhanced CVD”, 1st International Symposium on Advanced Plasma Science and its Application (ISPlasma2009), (Nagoya), (2009-3)
- K. Mase, T. Machino, H. Kano, M. Hiramatsu, M. Sekine and M. Hori, “Synthesis of Platinum Nanoparticles on Carbon Nanowalls by Employing Supercritical Carbon Dioxide”, 1st International Symposium on Advanced Plasma Science and its Application (ISPlasma2009), (Nagoya), (2009-3)
- 近藤真悟, 伊谷佳泰, 山川晃司, 田 昭治, 平松美根男, 関根 誠, 堀 勝:「イオン・ラジカル独立制御によるカーボンナノウォールの作製(Ⅱ)」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 30p-TA-1, (2009-3)
- 竹内和歌奈, 柏原雅好, 三國裕之, 池本夕佳, 森脇太郎, 加藤有香子, 室隆桂之, 木下豊彦, 木村 滋, 平松美根男, 加納浩之, 徳田 豊, 関根 誠, 堀 勝:「カーボンナノウォールの構造及び電子状態におけるフッ素不純物の影響」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 30p-TA-2, (2009-3)
- 下枝弘尚, 竹内和歌奈, 徳田 豊, 平松美根男, 加納浩之, 関根 誠, 堀 勝:「カーボンナノウォールの電気特性評価(I)」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 30p-TA-3, (2009-3)
- 間瀬航太, 町野琢磨, 加納浩之, 平松美根男, 関根誠, 堀 勝:「超臨界 CO<sub>2</sub>/有機金属を用いたカーボンナノウォールへの触媒用白金微粒子担持(Ⅱ)」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 30p-TA-4, (2009-3)
- 三國裕之, 竹内和歌奈, 竹田圭吾, 平松美根男, 加納浩之, 徳田 豊, 堀 勝:「単一橋架けカーボンナノウォールの作製制御」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 30p-TA-5, (2009-3)
- 渡邊 均, 平松美根男, 堀 勝:「カーボンナノウォールの電気化学評価に関する研究」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 30p-TA-6, (2009-3)
- 下枝弘尚, 大林友規, 竹内和歌奈, 竹田圭吾, 平松美根男, 関根誠, 堀 勝:「カーボンナノウォールの電界放出特性における窒素プラズマ処理効果」, 第 22 回プラズマ材料科学シンポジウム, SPSM-22,

- (2009-6)
- W. Takeuchi, M. Hiramatsu, Y. Tokuda, H. Kano, and M. Hori, "Semiconductor Behavior of Carbon Nanowalls Grown by Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition", New Diamond and Nano Carbons Conference 2009, (Traverse, Michigan, USA), (2009-6)
- S. Kondo, Y. Itani, M. Hiramatsu, M. Sekine, and M. Hori, "Initial Growth Process of Carbon Nanowalls", New Diamond and Nano Carbons Conference 2009, (Traverse, Michigan, USA), (2009-6)
- M. Hiramatsu and M. Hori : "Growth Control of Carbon Nanowalls", E-MRS 2009 Spring Meeting, (Strasbourg, France), (2009-6)
- M. Hiramatsu, S. Kondo, K. Yamakawa, K. Takeda, and M. Hori, "Growth mechanism of graphene sheets in initial phase", 19th International Symposium on Plasma Chemistry, (Bochum, Germany), (2009-7)
- (Invited) M. Hiramatsu : "Fabrication of Carbon Nanowalls and Their Application For New Functional Devices", International Conference on Processing and Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC' 2009), (Berlin, Germany), (2009-9)
- 下枝弘尚, 宮脇雄大, 竹内和歌奈, 竹田圭吾, 平松美根男, 加納浩之, 関根 誠, 堀 勝 : 「二周波容量結合型プラズマを用いたカーボンナノウォールのエッチングに関する研究」, 第70回応用物理学会学術講演会, 8p-ZR-16, (2009-9)
- 近藤真悟, 山川晃司, 田 昭治, 平松美根男, 関根 誠, 堀 勝 : 「カーボンナノウォール成長におけるイオン照射の効果」, 第70回応用物理学会学術講演会, 8p-ZR-15, (2009-9)
- 三国裕之, 竹内和歌奈, 山川晃司, 竹田圭吾, 平松美根男, 加納浩之, 関根 誠, 堀 勝 : 「カーボンナノウォール成長における基板組成効果」, 第70回応用物理学会学術講演会, 8p-ZR-17, (2009-9)
- 竹内和歌奈, 木下豊彦, 加藤有香子, 室隆桂之, 池本夕佳, 森脇太郎, 木村 滋, 平松美根男, 加納浩之, 徳田 豊, 堀 勝 : 「高輝度放射光を用いたカーボンナノウォールのバンド構造解析」, 第70回応用物理学会学術講演会, 8p-ZR-18, (2009-9)
- 間瀬航太, 近藤真悟, 町野琢磨, 加納浩之, 平松美根男, 関根 誠, 堀 勝 : 「超臨界二酸化炭素を用いた白金微粒子担持におけるカーボン材料への表面処理効果」, 第70回応用物理学会学術講演会, 8p-ZR-19, (2009-9)
- (Invited)
- M. Hiramatsu and M. Hori : "Self-organized growth of monolithic carbon nano-graphene sheets and controlling of their semiconductor like behavior", IUUVSTA (International Union for Vacuum Science, Technique and Applications) Workshop (Surface Engineering & Thin Film Divisions), (Busan, Korea), (2009-9)
- K. Mase, S. Kondo, T. Machino, H. Kano, M. Hiramatsu, M. Sekine, and M. Hori, "Supporting Platinum Nanoparticles on Carbon Nano Materials by Using Supercritical Fluid", International Conference on Plasma Surface Engineering (AEPSE2009), (Busan, Korea), (2009-9)
- W. Takeuchi, M. Hiramatsu, Y. Tokuda, H. Kano, T. Kinoshita, Y. Kato, T. Muro, S. Kimura, and M. Hori, "Electronic Structure of Carbon Nanowalls using Resonant Soft-X-Ray Emission Spectroscopy", International Conference on Solid State Devices and Materials, (Sendai), (2009-10)
- M. Hiramatsu : "Preparation of Dispersed Pt Nanoparticles on Carbon Nanostructure Surface by Metal Organic Chemical Fluid Deposition Employing Supercritical Carbon Dioxide", 4th International Conference on Surfaces Coatings and Nanostructured Materials (NanoSMat2009), (Roma, Italy), (2009-10)
- 山中 三四郎**
- 【著書】**
- 山中三四郎 : 「光から電気エネルギーへの変換」, 『電気エネルギー概論』(依田正之編), 第8章, pp.102-114, オーム社, (2008-12)
- 【論文】**
- 奥野陽介, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭 : 「基準状態に規格化した発電電力を閾値に用いたPVアレイの発電性能診断法」, 太陽エネルギー, Vol.35, No.2, pp.45-52, (2009)
- 篠田芳幸, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭 : 「影のかかる太陽光発電システムの発電電力向上に関する研究」, 太陽エネルギー, Vol.35, No.4, pp.41-48, (2009)
- 【その他】**
- 中森真彦, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭 : 「経済性を考慮したメガソーラ発電の最適設置条件」, 平成21年電気学会全国大会, 7-039, (2009-3)
- 安藤誠人, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭 : 「蓄電池付きPVシステムの実用性に関する研究(Ⅳ)」, 平成21年電気学会全国大会, 7-057, (2009-3)

- 刀根川和弥, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「分校日射分布が太陽電池セルの光電流に与える影響」, 平成 21 年電気学会全国大会, 7-064, (2009-3)
- 大竹智晴, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「PV モジュールの入射角依存性に関わる損失評価(Ⅰ) - 鉛直設置の場合 -」, 平成 21 年電気学会全国大会, 7-067, (2009-3)
- 中森真彦, 山中三四郎, 河村英昭, 河村 一, 大野英之:「経済性を考慮したメガソーラ発電の最適設置条件 - 設置間隔を変えた場合 -」, 平成 21 年電気学会 電力・エネルギー部門大会, 121, (2009-8)
- 刀根川和弥, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「分光日射分布による光電流の季節変化」, 平成 21 年電気学会 電力・エネルギー部門大会, 140, (2009-8)
- 中森真彦, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「経済性を考慮したメガソーラ発電の最適設置条件の決定 - 設置間隔を変えた場合 -」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-313, (2009-9)
- 刀根川和弥, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「太陽電池の光電流に及ぼす分光日射分布の影響」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-317, (2009-9)
- 三山賢司, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「各推定方法による年間発電量の比較」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-320, (2009-9)
- 松田一徳, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「蓄電池付き PV システムにおける蓄電池の充電容量と空き容量」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-481, (2009-9)
- 安藤誠人, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「蓄電池付き PV システムの実用性に関する研究 V」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-482, (2009-9)
- 岡田康史, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「PV セルにおける逆バイアス特性の測定」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-486, (2009-9)
- 黄 明明, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「交流の発電電力を閾値に用いた PV システムの性能診断」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-487, (2009-9)
- 大竹智晴, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「kW 価値から評価した PV システムの最適設置条件」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-488, (2009-9)
- 中森真彦, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「経済性を考慮したメガソーラ発電の導入効果」, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 4, pp.45-48, (2009-11)
- 刀根川和弥, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「太陽電池の光電流に及ぼす分光日射分布の影響」, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 22, pp.115-118, (2009-11)
- 大竹智晴, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「PV モジュールの入射角依存性に関わる損失評価(Ⅱ)」, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 60, pp.267-270, (2009-11)
- 安藤誠人, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「蓄電池付き住宅用太陽光発電システムの経済性に関する研究」, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 101, pp.423-426, (2009-11)
- 河村 一**
- 【論文】**
- 奥野陽介, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「基準状態に規格化した発電電力を閾値に用いた PV アレイの発電性能診断法」, 太陽エネルギー, Vol.35, No.2, pp.45-52 (2009)
- 篠田芳幸, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「影のかかる太陽光発電システムの発電電力向上に関する研究」, 太陽エネルギー, Vol.35, No.4, pp.41-48, (2009)
- 【その他】**
- 中森真彦, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「経済性を考慮したメガソーラ発電の最適設置条件」, 平成 21 年電気学会全国大会, 7-039, (2009-3)
- 安藤誠人, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「蓄電池付き PV システムの実用性に関する研究(Ⅳ)」, 平成 21 年電気学会全国大会, 7-057, (2009-3)
- 刀根川和弥, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「分校日射分布が太陽電池セルの光電流に与える影響」, 平成 21 年電気学会全国大会, 7-064, (2009-3)
- 大竹智晴, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「PV モジュールの入射角依存性に関わる損失評価(Ⅰ) - 鉛直設置の場合 -」, 平成 21 年電気学会全国大会, 7-067, (2009-3)



- 中森真彦, 山中三四郎, 河村英昭, 河村 一, 大野英之:「経済性を考慮したメガソーラ発電の最適設置条件-設置間隔を変えた場合-」, 平成 21 年電気学会 電力・エネルギー部門大会, 121, (2009-8)
- 刀根川和弥, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「分光日射分布による光電流の季節変化」, 平成 21 年電気学会 電力・エネルギー部門大会, 140, (2009-8)
- 中森真彦, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「経済性を考慮したメガソーラ発電の最適設置条件の決定-設置間隔を変えた場合-」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-313, (2009-9)
- 刀根川和弥, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「太陽電池の光電流に及ぼす分光日射分布の影響」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-317, (2009-9)
- 三山賢司, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「各推定方法による年間発電量の比較」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-320, (2009-9)
- 松田一徳, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「蓄電池付き PV システムにおける蓄電池の充電容量と空き容量」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-481, (2009-9)
- 安藤誠人, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「蓄電池付き PV システムの実用性に関する研究 V」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-482, (2009-9)
- 岡田康史, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「PV セルにおける逆バイアス特性の測定」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-486, (2009-9)
- 黄 明明, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「交流の発電電力を閾値に用いた PV システムの性能診断」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-487, (2009-9)
- 大竹智晴, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「kW 価値から評価した PV システムの最適設置条件」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-488, (2009-9)
- 中森真彦, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「経済性を考慮したメガソーラ発電の導入効果」, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 4, pp.45-48, (2009-11)
- 刀根川和弥, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「太陽電池の光電流に及ぼす分光日射分布の影響」, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 22, pp.115-118, (2009-11)
- 大竹智晴, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「PV モジュールの入射角依存性に関わる損失評価(II)」, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 60, pp.267-270, (2009-11)
- 安藤誠人, 山中三四郎, 河村 一, 大野英之, 河村英昭:「蓄電池付き住宅用太陽光発電システムの経済性に関する研究」, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 101, pp.423-426, (2009-11)
- 村本 裕二**
- 【学術論文】**
- 村本裕二, 清水教之:「ケナフの極低温絶縁への応用-ケナフ-氷複合系の交流絶縁破壊特性-」, 第 12 回ケナフ等植物資源利用研究会と第 15 回特別講演会, pp.3-7, (2009-9)
- Takamasa Okumura, Yuji Muramoto & Noriyuki Shimizu "Influence of Electric Field on Plant Growth", 2009 IEEE Annual Report-Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, (CEIDP'09, CFP09CID-CDR), 1-3, (2009-10)
- Yousuke Oka, Yuji Muramoto, Noriyuki Shimizu & Shigeki Ichihara, "Sterilization of Liquid by High Electric Field Pulse", 2009 IEEE Annual Report-Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, (CEIDP'09, CFP09CID-CDR), 5B-1, (2009-10)
- 【その他】**
- 水野翔太, 村本裕二, 清水教之, 飯塚智徳, 田中祀捷:「Epoxy/Silica ナノコンポジットの電界発光特性」, 平成 21 年電気学会全国大会 No.2-029 (2009-3)
- 村本裕二, 清水教之, 市原茂幸:「エタノール発酵に及ぼす直流課電の影響」, 平成 21 年電気学会全国大会, No.2-076, (2009-3)
- 安藤義則, 松本幸正, 村本裕二:「新入生の理数基礎学力の現状と数学教育の改善方策の実施-名城大学理工学部理工学教育推進センターにおける理数教育改善の取組-」, 平成 21 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, 1-102, pp.4-5, (2009-8)
- 岡 洋佑, 村本裕二, 清水教之, 市原茂幸:「高電界パルスによる液体の殺菌」, 第 40 回電気電子絶縁材料システムシンポジウム, P-14, pp.189-190, (2009-8)
- 奥村賢直, 村本裕二, 清水教之:「直流電界が植物成長に与える効果」, 第 40 回電気電子絶縁材料システムシンポジウム, P-15, pp.191-192, (2009-8)

奥村賢直, 村本裕二, 清水教之:「直流電界が植物成長に及ぼす影響-重量の検討-」, 2009年度電気関係学会東海支部連合大会, O-310, (2009-9)

水野翔太, 村本裕二, 清水教之, 飯塚智徳, 田中祀捷:「Epoxy/Silica Nanocompositeにおける電圧印加時の発光」, 2009年度電気関係学会東海支部連合大会, O-409, (2009-9)

村本裕二, 清水教之, 市原茂幸:「エタノール発酵における発酵培地の抵抗率変化」, 2009年度電気関係学会東海支部連合大会, O-475, (2009-9)

岡 洋佑, 村本裕二, 清水教之, 市原茂幸:「同軸円筒槽を用いた高電界パルス殺菌」, 2009年度電気関係学会東海支部連合大会, O-476, (2009-9)

#### 山ノ井基臣

##### 【その他】

若松裕之, 山ノ井基臣, 辰野恭市:「ロボットアームの位置制御ベース力制御及び環境体の剛性推定」, 平成21年度電機関係学会東海支部連合大会講演論文集, CD-ROM, (2009-9)

#### 村田 英一

##### 【その他】

六田英治, 村田英一:「高耐久性単原子電子源の開発」, 名城大学総合研究所 紀要, 第14号, pp. 185-190, (2009-3)

石原嘉隆, 村田英一, 池田 晋, 下山 宏, 須原浩之:「SEMにおける帯電絶縁物の電子軌道シミュレーション」, 日本顕微鏡学会第65回学術講演会 発表要旨集, p.143, (2009-5)

佐々木勝寛, 久保陽介, 田中伸幸, 村田英一, 森田千明, 下山 宏, 黒田光太郎:「映像歪法の二次元定量性の検証と高分解能化」, 日本顕微鏡学会第65回学術講演会 発表要旨集, p.113, (2009-5)

H. Murata, M. Watahiki, H. Shimoyama, E. Rokuta and C. Oshima: "Electron ray tracing for a nano pyramid shaped single-atom field emitter using electric field analysis by 3-D boundary charge method", 22nd International Vacuum Nanoelectronics Conference (IVNC 2009) Technical Digest of IVNC 2009, pp. 219-220, (2009-7)

E. Rokuta, H. Murata, R. Sakurai, S. Shimizu, S. Fujita, H. Shimoyama and C. Oshima: "FEM study of Au-deposited nanopillar grown on blunt W tips via assistive remolding treatment", 22nd International Vacuum Nanoelectronics Conference (IVNC 2009) Technical Digest of IVNC 2009, pp. 125-126, (2009-7)

椿 大輔, 古橋直也, 村田英一, 六田英治, 下山 宏:「高

輝度・高エミッタンス電子銃の開発-コントロール電極の開口形状の最適化-」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集, O-224, (2009-9)

石原嘉隆, 村田英一, 酒井健太郎, 綿引政貴, 六田英治, 下山 宏:「一般3次元境界電荷法による単原子電子源の電子軌道解析」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集, O-223, (2008-9)

福田高久, 村田英一, 下山 宏, 川合達也, 辰野恭市:「遠隔訪問ロボットにおけるUPnPを用いたNAT越えプログラムの開発」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集, O-388, (2009-9)

佐々木勝寛, 久保陽介, 田中伸幸, 村田英一, 森田千明, 下山 宏, 黒田光太郎:「電界放出型電子銃エミッター周辺空間電場測定の実証性検証」, 日本金属学会2009年度秋期大会 講演予稿集, G188, (2009-9)

佐々木勝寛, 久保陽介, 田中伸幸, 村田英一, 森田千明, 下山 宏, 黒田光太郎:「透過型電子顕微鏡によるFEG針のその場電場分布観察」, 日本金属学会2009年度秋期大会 講演予稿集, P110, (2009-9)

酒井健太郎, 椿 大輔, 村田英一, 下山 宏, 酒村一到, 根岸伸安, 渡辺 温:「マルチエミッタ評価装置による電子放出素子のその場・real time観察」, 電子情報通信学会技術研究報告, ED2009-116-ED2009-127, pp. 11-16, (2009-10)

##### 【特許】

##### 登録:

下山 宏, 村田英一, 最上明矩, 境 悠治, 工藤政都, 嘉藤 誠:「マルチエミッタ評価方法, 及びマルチエミッタ評価装置」, 特許番号 第4382424号, 登録日:平成21年10月2日

##### 出願:

須原浩之, 村田英一, 下山 宏:「表面電荷分布の測定方法および表面電荷分布の測定装置」, 特願2009-206074, 出願日:2009年9月7日

安田 洋, 原口岳士, 下山 宏, 村田英一:「電子銃及び電子ビーム露光装置」, 出願国:ドイツ, 出願番号:11 2007 003 418.1, 出願日:2009年9月25日

## 材料機能工学科

## 服部友一

## 【その他】

T.Hattori, K.Morikawa, K.Sato, M.Niinomi: "Development of new metal materials for orthopedic implant in Japan. Animal study on biocompatibility and metal ion release of Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr titanium alloy", Proceedings of Asian symposium on the current status and future development in total joint prosthesis, pp.99-101, (2009-5)

服部友一, 森川圭造, 佐藤啓二, 新家光雄, 赤堀俊和: 「Zr-Nb 系合金および多孔質チタンの生体親和性, 動物実験における骨組織の反応について」, 東北大学金属材料研究所共同研究ワークショップ・日本バイオマテリアル学会東北地域講演会講演論文集, pp67-71, (2009-7)

T.Hattori: Low Rigidity Titanium Alloy for Orthopedic Implant, Animal Study on Plate Fixation of Tibia Fracture Model in Rabbit, p46, Kinken Research Highlights 2009 (2009-7)

T.Hattori, N.Ito, K.Morikawa, K.Sato, T.Akahori, M.Niinomi: "Animal Study on Biocompatibility and of Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr Titanium Alloy, Bone Tissue Reaction and Metal Ion Release in Femoral Head Replacement in sheep", P102-291.pdf, Abstract CD of 22th European Conference on Biomaterials, (2009-9)

服部友一, 森川圭造, 佐藤啓二, 赤堀俊和, 新家光雄: 「TNTZ チタン合金の生体親和性に関する研究 (綿羊人工骨頭における組織反応と金属元素の溶出)」, 日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集 No.6, pp.287-289 (2009-9)

## 天野 浩

## 【著書】

天野 浩: 「GaN パワーデバイス技術開発の現状と展望」, 『次世代パワー半導体』 第 2 編パワーデバイス開発の最前線, 第 2 章 GaN パワーデバイスの研究開発, pp.217-220, 有限会社ブッカーズ, (2009-10)

天野 浩: 第 1 章 7. 「MOVPE 成長」, pp.86-93, 第 3 章 3. 「ZrB<sub>2</sub> 基板」, pp.165-170, および岩谷素顕, 川島毅士, 飯田大輔, 千田亮太, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 第 2 章 「m 面 SiC 上への非極性窒化物半導体の結晶成長」, pp.128-143, 『窒化物基板および格子整合基板の成長とデバイス特性』(監修: 天野 浩), シーエムシー出版, (2009-10)

天野 浩: 「GaN 光デバイス製造技術」, 『2009 化合物

半導体技術大全』, 第 2 編, 第 6 章, 第 2 節, pp.71-75, 電子ジャーナル, (2009-2)

天野 浩: 「LED と EDLC」, 『次世代キャパシタ開発最前線』(監修: 直井勝彦, 西野敦), 第 2 編第 4 章, pp.187-194, 発行技術教育出版社, 発売エヌ・ティー・エス, (2009-9)

## 【学術論文】

Akasaki, Isamu; Amano, Hiroshi: "Breakthroughs in improving crystal quality of GaN and invention of the p-n junction blue-light-emitting diode", AAPS Bulletin, 18 (3), 26-34. Japanese Journal of Applied Physics, 47 (5, Pt.1), 3781, (2008)

Iida, Daisuke; Iwaya, Motoaki; Kamiyama, Satoshi; Amano, Hiroshi; Akasaki, Isamu: "Control of p-type conduction in a-plane Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N (0 < x < 0.10) grown on r-plane sapphire substrate by metalorganic vapor-phase epitaxy", Journal of Crystal Growth, 310 (23), 4996-4998, (2008)

Iwaya, Motoaki; Miura, Aya; Senda, Ryota; Nagai, Tetsuya; Kawashima, Takeshi; Iida, Daisuke; Kamiyama, Satoshi; Amano, Hiroshi; Akasaki, Isamu: "Control of stress and crystalline quality in GaInN films used for green emitters", Journal of Crystal Growth, 310 (23), 4920-4922, (2008)

Kato, Naofumi; Sato, S.; Sugimura, H.; Sumii, T.; Okada, N.; Imura, M.; Iwaya, M.; Kamiyama, S.; Amano, H.; Akasaki, I.; et al.: "Growth of high-quality thick AlGaIn by high-temperature metalorganic vapor phase epitaxy", Physica Status Solidi C: Current Topics in Solid State Physics, 5 (6), 1559-1561, (2008)

Iida, Daisuke; Iwaya, Motoaki; Kamiyama, Satoshi; Amano, Hiroshi; Akasaki, Isamu: "Activation energy of Mg in a-plane Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N (0 < x < 0.17)", Physica Status Solidi B, 246 (6), 1188-1190, (2009)

Polyakov, A.Y.; Smirnov, N.B.; Govorkov, A.V.; Markov, A.V.; Yugova, T.G.; Petrova, E.A.; Amano, H.; Kawashima, T.; Scherbatchev, K.D.; Bublik, V.T.: "Electrical properties and deep traps spectra in undoped and Si-doped m-plane GaN films", Journal of Applied Physics, 105 (6), 063708/1-063708/9, (2009)

Polyakov, A.Y.; Smirnov, N.B.; Govorkov, A.V.; Markov, A.V.; Yakimov, E.B.; Vergeles, P.S.; Amano, H.; Kawashima, T.: "Electrical properties and deep traps spectra in undoped M-plane GaN films prepared by

- standard MOCVD and by selective lateral overgrowth”, *Journal of Crystal Growth*, 311 (10), 2923-2925, (2009)
- Monemar, B.; Paskov, P.P.; Pozina, G.; Hemmingsson, C.; Bergman, J.P.; Kawashima, T.; Amano, H.; Akasaki, I.; Paskova, T.; Figge, S.; et al : “Evidence for Two Mg Related Acceptors in GaN”, *Physical Review Letters*, 102 (23), 235501/1-235501/4, (2009)
- Monemar B; Paskov P P; Pozina G; Hemmingsson C; Bergman J P; Kawashima T; Amano H; Akasaki I; Paskova T; Figge S; et al : “Evidence for two Mg related acceptors in GaN”, *Physical review letters*, 102 (23), 235501, (2009)
- Esmaili, M.; Gholami, M.; Haratizadeh, H.; Monemar, B.; Holtz, P.O.; Kamiyama, S.; Amano, H.; Akasaki, I. : “Experimental and theoretical investigations of optical properties of GaN/AlGaIn MQW nanostructures. Impact of built-in polarization fields”, *Opto-Electronics Review* (2009), 17 (4), 293-299.
- Matsubara, Tetsuya; Senda, Ryota; Iida, Daisuke; Iwaya, Motoaki; Kamiyama, Satoshi; Amano, Hiroshi; Akasaki, Isamu : “Growth of thick GaInN on grooved (1011) GaN/ (1012) 4H-SiC”, *Journal of Crystal Growth*, 311 (10), 2926-2928, (2009)
- Tsuzuki, Hirotoshi; Mori, Fumiaki; Takeda, Kenichiro; Ichikawa, Tomoki; Iwaya, Motoaki; Kamiyama, Satoshi; Amano, Hiroshi; Akasaki, Isamu; Yoshida, Harumasa; Kuwabara, Masakazu; et al. : “High-performance UV emitter grown on high-crystalline-quality AlGaIn underlying layer”, *Physica Status Solidi A*, 206 (6), 1199-1204, (2009)
- Kawai, Yohjiro; Ohsuka, Shinya; Iwaya, Motoaki; Kamiyama, Satoshi; Amano, Hiroshi; Akasaki, Isamu “InGaIn growth with various InN mole fractions on m-plane ZnO substrate by metalorganic vapor phase epitaxy”, *Journal of Crystal Growth*, 311 (10), 2929-2932, (2009)
- Fischer, Alec M.; Wu, Zhihao; Sun, Kewei; Wei, Qiyuan; Huang, Yu; Senda, Ryota; Iida, Daisuke; Iwaya, Motoaki; Amano, Hiroshi; Ponce, Fernando A. : “Misfit strain relaxation by stacking fault generation in InGaIn quantum wells grown on m-plane GaN”, *Applied Physics Express*, 2 (4), 041002/1-041002/3, (2009)
- Tsuzuki, Hirotoshi; Mori, Fumiaki; Takeda, Kenichiro; Iwaya, Motoaki; Kamiyama, Satoshi; Amano, Hiroshi; Akasaki, Isamu; Yoshida, Harumasa; Kuwabara, Masakazu; Yamashita, Yoji; et al. : “Novel UV devices on high-quality AlGaIn using grooved underlying layer”, *Journal of Crystal Growth*, 311 (10), 2860-2863, (2009)
- Iida, Daisuke; Iwaya, Motoaki; Kamiyama, Satoshi; Amano, Hiroshi; Akasaki, Isamu : “One-sidewall-seeded epitaxial lateral overgrowth of a-plane GaN by metalorganic vapor-phase epitaxy”, *Journal of Crystal Growth*, 311 (10), 2887-2890, (2009)
- Ochiai, Wataru; Kawai, Ryosuke; Suzuki, Atsushi; Iwaya, Motoaki; Amano, Hiroshi; Kamiyama, Satoshi; Akasaki, Isamu : “Optimization of electrode configuration in large GaInN light-emitting diodes”, *Physica Status Solidi C*, 6 (6), 1416-1419, (2009)
- Asai, Toshiaki; Nagata, Kensuke; Mori, Toshiaki; Nagamatsu, Kentaro; Iwaya, Motoaki; Kamiyama, Satoshi; Amano, Hiroshi; Akasaki, Isamu : “Relaxation and recovery processes of Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N grown on AlN underlying layer”, *Journal of Crystal Growth*, 311 (10), 2850-2852, (2009)
- Senda, Ryota; Matsubara, Tetsuya; Iida, Daisuke; Iwaya, Motoaki; Kamiyama, Satoshi; Amano, Hiroshi; Akasaki, Isamu : “Strong emission from GaInN/GaN multiple quantum wells on high-crystalline-quality thick m-plane GaInN underlying layer on grooved GaN”, *Applied Physics Express*, 2 (6), 061004/1-061004/3, (2009)
- Murotani, Hideaki; Kuronaka, Takahiro; Yamada, Yoichi; Taguchi, Tsunemasa; Okada, Narihito; Amano, Hiroshi : “Temperature dependence of excitonic transitions in a-plane AlN epitaxial layers”, *Journal of Applied Physics*, 105 (8), 083533/1-083533/6, (2009)
- K.Nagamatsu, K.Takeda, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, I.Akasaki : “Activation energy of Mg in Al<sub>0.25</sub>Ga<sub>0.75</sub>N and Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>N”, *Phys.Status Solidi C* 6 (2009) 437 Tetsuya Matsubara, Ryota Senda, Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki “Growth of thick GaInN on grooved (10-1-1) GaN/ (10-1-2) 4H-SiC”, *J.Crystal Growth*, Volume 311, Issue 10, Pages 2926-2928, (2009-5)

## 【その他】

## 招待講演

- H.Amano, H.Tsuzuki, T.Mori, K.Takeda, K.Nagamatsu, M.Iwaya, S.Kamiyama and I.Akasaki : “Challenge for short wavelength semiconductor UV laser diodes”, *Gallium Nitride Materials and Devices IV, Conference 7216-Proceedings of SPIE Volume 7216, Session 10 : Lasers*, Date : Wednesday 28 January, Time : 12 : 00 PM- 12 : 25 PM, Paper 7216-47, (2009)



- 天野 浩：「窒化物半導体 LED 開発の歴史，現状と今後の展望 および微細構造観察・元素分析への期待」，常陸ナノテクフォーラム，日時：2009年2月6日(金) 10：05～10：55，財団法人ファインセラミックスセンター 2F 会議室，(2009)
- 天野 浩：「窒化物半導体 LED のエピタキシャル成長と LED 高効率化の最新動向」，ライティングジャパン，次世代照明技術展，2009年4月16日(木)，東京ビックサイト，16：20-17：00，(2009-4)
- 天野 浩：「持続可能な社会システム構築のための窒化物半導体の役割」，第1回窒化物半導体結晶成長講演会，平成21年5月15日(金)，13：10～14：00，東京農工大小金井キャンパス1号館1階ホール，(2009-5)
- H.Amano, S.A.Inada, K.Nagamatsu, K.Takeda, T.Asai, K.Nagata, K.Nonaka, T.Mori, H.Tsuzuki, M.Iwaya, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Growth and conductivity control of high quality AlGaIn and its application to high performance ultraviolet laser diodes", 11：00-11：30 Tuesday, June 16th 2009, SIMC-XV Vilnius, Lithuania, (2009-6)
- 天野 浩：「世界を変える GaN 発光デバイス ～低炭素社会実現の救世主となるために～」，【大阪大学光科学センター】光科学フォーラムサミット，7月24日(金) 14：00～14：30，千里阪急ホテルクリスタルホール，(2009-7)
- H.Amano, Y.Kuwahara, Y.Fujiyama, Y.Morita, D.Iida, M.Iwaya, S.Kamiyama, and I.Akasaki : "Growth and Conductivity Control of High-Quality GaInN for the Realization of High Efficiency Photovoltaic Devices", POEM2009, Wuhan, China, Sunday August 9, 10：30-10：50, (2009-8)
- Hiroshi Amano : "Revolutions in Solid State Lighting Technology", International Workshop on EEWS, September 23, 9：40 -10：20, Daejeon Convention Center, Korea, (2009-9)
- 天野 浩：「9-a-X-2 高品質 GaN 基板への期待」，日本学術振興会第161委員会企画「GaN 基板ウエハ実現の鍵を握る結晶育成・加工技術～その現状と課題，及び将来展望～」，日時2009年9月9日(水) 9：35-9：55 (20分) 黒田講堂ホール，(2009-9)
- 天野 浩：「光デバイス II (9) 紫外発光デバイス」，学振162委員会 第3回ワイドバンドギャップ半導体スクール，マホロバ・マインズ三浦(神奈川県三浦市)2009年10月31日(土) 8：30～10：00 (90分)，(2009-10)
- 天野 浩：「窒化物半導体応用の波長範囲の拡大－赤外から紫外まで－」，赤崎先生京都賞受賞記念ワークショップ，京都国際会館，2009年11月12日(木) 16：55-17：10，(2009-11)
- 国際会議のプロシーディングス，解説記事など Paskov, P.P.; Monemar, B.; Paskova, T.; Kamiyama, S.; Amano, H.; Akasaki, I. : Photoluminescence study of near-surface GaN/AlN superlattices", Proceedings of SPIE (2008), 6894 (Gallium Nitride Materials and Devices III), 68940G/1-68940G/8, (2008)
- T.Sugiyama, D.Iida, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki "Temperature dependence of normally off mode AlGaIn/GaN heterostructure field-effect transistors with p-GaN gate", Proceedings of the 36<sup>th</sup> International Symposium on Compound Semiconductors ISCS-2009, (2009-8)
- T.Sugiyama, D.Iida, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki : "Threshold voltage control using SiNx in normally off AlGaIn/GaN HFET with p-GaN gate," Proceedings of the 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors ICNS-8<sup>th</sup>, (2009-10)
- Kengo Nagata, Kenichiro Takeda, Tomoki Ichikawa, Kentaro Nagamatsu, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki : "Activation of Mg-Doped p-Type Al<sub>0.17</sub>Ga<sub>0.83</sub>N in Oxygen Ambient", Japanese Journal of Applied Physics, Vol.48, No.10, pp.101002, (2009-10)
- Kengo Nagata, Tomoki Ichikawa, Kenichiro Takeda, Kentaro Nagamatsu, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki : "High Output Power AlGaIn/GaN Ultraviolet Light Emitting Diodes by Activation of Mg-Doped P-Type AlGaIn in Oxygen Ambient," Proceedings of 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, (2009-10) "arrangement"
- 天野 浩，岩谷素顕，上山 智，赤崎 勇：「Ⅲ族窒化物半導体への p 型ドーピングと結晶欠陥」，日本結晶成長学会誌，Vol.36, No.3, pp.200-204, (2009-11)
- 天野 浩：「LED 照明」，未来材料，pp.32-35, (2009-7)
- 永田賢吾，市川友紀，竹田 健一郎，永松 謙太郎，岩谷素顕，上山 智，天野 浩，赤崎 勇：「酸素雰囲気中での活性化アニールによる紫外発光素子の高効率化」，電子情報通信学会技術研究報告信学技報，(2009-11)
- 市川友紀，竹田健一郎，小木曾裕二，永田賢吾，岩谷素顕，上山 智，天野 浩，赤崎 勇，吉田治正，桑原正和，山下陽滋，菅博文：「UV レーザダイ

オードの動作電圧低減」, 電子情報通信学会 IEIC, Vol.109, No.290, pp.65-69, (2009-11)

【一般講演】

永田賢吾, 竹田健一郎, 永松謙太郎, 都築 宏俊, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「活性化アニールによる p 型  $\text{Al}_{0.17}\text{Ga}_{0.83}\text{N}$  の正孔濃度と接触比抵抗の評価」: 1a-ZJ-33, 2009 年(平成 21 年) 春季応用物理学会第 56 回応用物理学関連連合講演会講演予稿集, pp.420, 筑波大学, (2009-3)

押村吉徳, 竹田健一郎, 杉山貴之, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「Fe ドープ半絶縁性 GaN 自立基板を用いた AlGaIn/GaN HEMT の作製と評価」, 応用物理学会第 56 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集 No.3, pp.1457, (2009-3)

河合良介, 瀬古知世, 馬淵 翔, 寺前文晴, 鈴木敦志, 金子由基夫, 岩谷素顕, 天野 浩, 上山 智, 赤崎 勇:「電子線投影露光法を用いて作製した Moth-eye 構造の SiC 基板上青色 LED への応用」, 平成 21 年春季第 56 回応用物理学関係連合講演会講演予稿集, p.423, (2009-4)

永松謙太郎, 浅井俊晶, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「AlGaIn 中の Mg の活性化エネルギー(II)」, 2009 年 春季 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 1st April 2009 Wed.1a-ZJ-17, (2009-4)

永田賢吾, 竹田健一郎, 市川友紀, 永松謙太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「p-AlGaIn の活性化アニール特性」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会第 1 回窒化物半導体結晶成長講演会「窒化物半導体結晶成長の未来を展望する」予稿集, pp.SAT-01, (2009-5)

飯田大輔, 千田亮太, 松原哲也, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「高品質厚膜 m 面 GaInN 上 GaInN 量子井戸の作製」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会 第 1 回窒化物半導体結晶成長講演会, (2009-5)

押村吉徳, 竹田健一郎, 杉山貴之, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「Fe ドープ半絶縁性 GaN 基板上に作製した AlGaIn/GaN HEMT のデバイス特性と不純物解析」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会 第 1 回窒化物半導体結晶成長学講演会, pp.FRI-31 (2009-5)

松原哲也, 河合良介, 飯田大輔, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「溝加工(10-1-1)GaN 上 GaInN 厚膜成長」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会第 1 回窒化物半導体結晶成長講演会予稿集,

pp.SAT-19, (2009-5)

浅井 俊晶, 野中 健太郎, 伴 和仁, 永田 賢昌, 永松謙太郎, 岩谷 素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「Mg-doped AlN 下地層を用いた AlGaIn 成長」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会 第 1 回窒化物半導体結晶成長講演会, SAT-2, pp.85, (2009-5)

竹田健一郎, 森 史明, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「斜めフェセット面を用いた AlGaIn の全面低転位化」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会第 1 回窒化物半導体結晶成長講演会「窒化物半導体結晶成長の未来を展望する」予稿集, SAT-18, (2009-5)

杉山貴之, 飯田大輔, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「p 型 GaN ゲートを有するノーマリーオフ型 GaN 系 HFET の閾値電圧制御および温度特性」, 電子情報通信学会技術研究報告信学技報 Vol.109, No.157, pp.33-37, (2009-7)

T.Sugiyama, D.Iida, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki "Temperature dependence of normally off mode AlGaIn/GaN heterostructure field-effect transistors with p-GaN gate," Abstracts of 36<sup>th</sup> International Symposium on Compound Semiconductors ISCS-2009, pp.33-34, (2009-8)

K.Nagamatsu, D.Iida, K.Takeda, K.Nagata, T.Asai, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano and I.Akasaki, The 36 th International Symposium on Compound Semiconductors "Atomic layer epitaxy of AlGaIn" 1st September 2009, P2.11, (2009-9)

野中健太郎, 浅井俊晶, 永松謙太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「Mg-doped AlN 下地層を用いた低転位 AlGaIn の微細構造観察」, 第 70 回応用物理学会学術講演会予稿集, p.340, (2009-9)

永松謙太郎, 竹田健一郎, 飯田大輔, 永田賢昌, 浅井俊晶, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「加圧 MOVPE による高速バルブスイッチング技術を用いた AlGaIn の高品質化」, 2009 年秋季第 70 回応用物理学会学術講演会, 8<sup>th</sup> sep 2009 Tue.8p-F-8, (2009-9)

永松謙太郎, 竹田健一郎, 飯田大輔, 永田賢昌, 浅井俊晶, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「AlGaIn の原子層エピタキシャル成長」, 2009 年秋季第 70 回応用物理学会学術講演会, 8<sup>th</sup> sep 2009 Tue.8p-F-9, (2009-9)

杉山貴之, 飯田大輔, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「p-GaN ゲートを用いたノーマリーオフ型 AlGaIn/GaN JHFET の温度依存性」, 第 70 回応用物理学会学術講演会予稿集, pp.1303, (2009-9)

- 永田賢吾, 竹田健一郎, 市川友紀, 永松謙太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「酸素雰囲気中の p 型 AlGaIn の活性化による高出力 AlGaIn/GaN 紫外 LED」: 11a-X-11, 2009 年(平成 21 年) 秋季応用物理学会第 70 回応用物理学関連連合講演会講演予稿集, pp.370, (2009-9)
- 葉山 桂, 北野 司, 鈴木敦志, 近藤俊行, 石原章弘, 野中健太郎, 上山 智, 岩谷素顕, 天野 浩, 赤崎 勇:「電子ビーム転写露光法によって形成したナノ構造上への III 族窒化物半導体の結晶成長」, 応用物理学会第 70 回学術講演会予稿集, p.325, (2009-9)
- 永田賢昌, 飯田大輔, 永松謙太郎, 松原哲也, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「加圧 MOVPE 法を用いた GaInN 成長」, 応用物理学会平成 21 年秋季第 70 回学術講演会予稿集, pp.329, (2009-9)
- 石原章弘, 葉山 桂, 北野 司, 鈴木敦志, 近藤俊行, 岩谷素顕, 天野 浩, 上山 智, 赤崎 勇,「Moth-eye 加工サファイア基板上への GaN 結晶成長に関する研究」第 70 回応用物理学会学術講演会予稿集, pp.325, (2009-9)
- 田村健太, 飯田大輔, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「非極性 a 面 p-GaN の Mg 濃度の最適化」, 第 70 回応用物理学関係連合講演会予稿集, No.1 pp.355, (2009-9)
- 浅井 俊晶, 野中 健太郎, 伴 和仁, 永田 賢昌, 永松謙太郎, 岩谷 素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇 “Mg-doped AlN 下地層による AlGaIn の低転位化の機構” 平成 21 年秋季 第 70 回応用物理学会学術講演会, 8p-J-13, pp.339, (2009-9)
- 桑原 洋介, 藤山 泰治, 岩谷 素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇,「窒化物半導体を用いた発光太陽電池の作製と評価」, 第 70 回秋季応用物理学会学術講演会予稿集 No.0, pp.50, (2009-9)
- 河合良介, 近藤俊行, 鈴木敦志, 寺前文晴, 北野 司, 田村健太, 岩谷素顕, 天野 浩, 上山 智, 赤崎 勇:「高反射電極を用いた SiC 基板上青色 LED の moth-eye 構造の最適化」, 平成 21 年秋季第 70 回応用物理学関連連合講演会講演予稿集, p.369, (2009-9)
- K.Nagamatsu, D.Iida, K.Takeda, K.Nagata, T.Asai, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano and I.Akasaki, International Conference on Nitride Semiconductors-8 “High Pressure MOVPE System With High-Speed Switching Valves for the Realization of High-Quality AlGaIn at Low Temperatures”, 20th October 2009, TP36, (2009-10)
- T.Sugiyama, D.Iida, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki: “Threshold voltage control using SiNx in normally off AlGaIn/GaN HFET with p-GaN gate,” Abstracts of the 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors ICNS-8<sup>th</sup>, pp.1054-1055, (2009-10)
- Kengo Nagata, Tomoki Ichikawa, Kenichiro Takeda, Kentaro Nagamatsu, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “High Output Power AlGaIn/GaN Ultraviolet Light Emitting Diodes by Activation of Mg-Doped P-Type AlGaIn in Oxygen Ambient,” The 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors abstract Book Vol.2 pp.981-982, (2009-10)
- Daisuke Iida, Kentaro Nagamatsu, Kensuke Nagata, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano and Isamu Akasaki: “Growth of GaInN films by high pressure MOVPE system at 200kPa”, The 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Volume 1, pp.472-473, (2009-10)
- K.Nonaka, T.Asai, K.Nagamatsu, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, I.Akasaki: “Defects in Highly Mg-Doped AlN,” The 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors pp.546-547, (2009-10)
- Y.Oshimura, K.Takeda, T.Sugiyama, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, I.Akasaki, A.Bandoh, T.Udagawa: “AlGaIn/GaN HFETs on Fe-doped GaN substrates”, The 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Abstract book -Volume 2-, pp.1267, (2009-10)
- Tetsuya Matsubara, Ryosuke Kawai, Kenta Tamura, Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “Light-Emitting Diodes With GaInN/GaN Multi-Quantum Wells Grown on (10-1-1) Plane Thick GaInN Template”, Abstract of 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-8), Vol.2, pp.961-962 (2009-10)
- A.Ishihara, H.Sakurai, R.Kawai, T.Kitano, A.Suzuki, T.Kondo, M.Iwaya, H.Amano, S.Kamiyama and I.Akasaki: “Growth and characterization of Blue-LEDs grown on Moth-eye sapphire substrates”, The 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, pp.175, (2009-10)
- T.Asai, K.Nonaka, K.Ban, K.Nagata, K.Nagamatsu, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, I.Akasaki: “Growth of Low-Dislocation-Density AlGaIn using Mg-Doped AlN Underlying Layer,” 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride

Semiconductors (ICNS-8), W2, pp.925, (2009-10)

Y.Kuwahara, Y.Fujiyama, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano and I.Akasaki, 「Nitride-based light-emitting solar cell」, The 8<sup>th</sup> international conference on nitride semiconductors Abstract book volume2 pp.1243 (2009-10)

Kenichiro Takeda, Fumiaki Mori, Yuji Ogiso, Tomoki Ichikawa, Kentaro Nonaka, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, Isamu Akasaki, : “Internal Quantum Efficiency of GaN/AlGa<sub>N</sub> Multi Quantum Wells on Different Dislocation Density Underlying Layer”, 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-8) abstract, TP-34, (2009-11)

Ryosuke Kawai, Toshiyuki Kondo, Atushi Suzuki, Fumiharu Teramae, Thukasa Kitano, Kenta Tamura, Motoaki Iwaya, Hiroshi Amano, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki, Mark Chen, Alex Li and Kidd Su : “Realization of extreme light extraction efficiency for moth-eye LEDs on SiC substrate using high-reflection electrode” The 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors Abstract Book Volume 2, p.1270-1280, (2009-10)

永田賢昌, 飯田大輔, 永松謙太郎, 松原哲也, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「加圧 MOVPE 法による GaInN における InN 組成の」, 日本結晶成長学会第 39 回日本結晶成長国内会議予稿集, pp.176, (2009-11)

永田賢昌, 飯田大輔, 永松謙太郎, 松原哲也, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「GaInN の加圧 MOVPE における熱力学解析」, 電子情報通信学会研究会信学技報, vol.109, no.289, CPM2009-114, pp.57-60, (2009-11)

#### 安藤義則

##### 【学術論文】

Kaushik Ghosh, Mukul Kumar, Takahiro Maruyama, Yoshinori Ando : “Micro-structural, electron-spectroscopic and field-emission studies of carbon nitride nanotubes grown from cage-like and linear carbon sources”, Carbon 47, 1565-1575, (2009-4)

H.Wang, K.Ghosh, Z.Li, T.Maruyama, S.Inoue, Y.Ando : “Direct Growth of Single-Walled Carbon Nanotube Films and Their Optoelectric Properties”, J.Phys.Chem.C 113, 12079-12084, (2009-7)

Kaushik Ghosh, Mukul Kumar, Takahiro Maruyama, Yoshinori Ando : “Tailoring the field emission property of nitrogen-doped carbon nanotubes by controlling the graphitic/pyridinic substitution”, Carbon 47, xxx-xxxx, (2009-x)

##### 【その他】

H.Wang, K.Ghosh, Z.Li, T.Maruyama, S.Inoue, Y.Ando : “Direct Growth of Single-walled Carbon Nanotubes Films and Their Opto-electric Properties”, 第 36 回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム 2P-6, 名古屋, (2009-3)

加藤勝弘, 汪華鋒, 趙新洛, 井上 栄, 安藤義則:「ガス圧調整によるアーク放電を用いた DWNTs の合成」, 第 36 回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム 3P-19, 名古屋, (2009-3)

K.Ghosh, H.Wang, M.Kumar, Y.Ando : “Comparative Studies of N doped Carbon Nanotubes from Two Different Precursors in View of Their Structural, Spectroscopic and Field-Emission”, 中部地区ナノテク総合支援: ナノ材料創製加工と先端機器分析平成 20 年成果報告会名古屋, (2009-3)

H.Wang, Z.Li, S.Inoue, Y.Ando : “Direct growth of carbon nanotube films by DC arc discharge plasma”, First International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications, Nagoya, (2009-3)

T.Suzuki, S.Inoue, Y.Ando : “Purification of Single-wall Carbon Nanotubes by Fenton’s Reaction”, First International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications, Nagoya, (2009-3)

T.Suzuki, S.Inoue, K.Nojima, B.Chen, H.Minoura, Y.Ando : “Production and Evaluation of Epoxy Composites with Carbon Nanotube”, First International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications, Nagoya, (2009-3)

H.Wang, Z.Li, K.Ghosh, T.Maruyama, S.Inoue, Y.Ando : “Synthesis of Double-Walled Carbon Nanotube Films and Their Field Emission Properties”, International Conference on Carbon Nanotubes 2009, NT-09 (E-126), Beijing, (2009-6)

K.Ghosh, M.Kumar, H.Wang, T.Maruyama, Y.Ando : “Nitrogen-modulated Wet-chemical Decoration of Carbon Nitride/ZnO Hetero-junction Film Results Enhanced Field-emission Performance”, International Conference on Carbon Nanotubes 2009, NT-09 (E-99), Beijing, (2009-6)

B.Chen, S.Inoue, Y.Ando : “Evaluation of well- dispersed carbon nanotube aqueous solution treated by nanomizer process”, International Conference on Carbon Nanotubes 2009, NT-09 (D-23), Beijing, (2009-6)

Y.Ando : “Carbon Nanotube : the Inside Story” Workshop “Trends in nanomechanics and nanoengineering”,



- Plenary Talk, TNN-2009, Krasnoyarsk, Russia, (2009-8)
- 鈴木智子, 井上 栄, 神野 誠, 安藤義則:「高速カーボンナノチューブ生成技術と高度ナノ部材の航空機産業への展開」知的クラスター創成事業(第二期)「東海広域ナノテクものづくりクラスター～世界を先導する環境調和型高度機能部材の創製～」, 先進プラズマナノ基盤技術の開発発表会, 名大, (2009-8)
- 神野 誠, 安藤義則:「鉄触媒を用いて水素ガス放電で作られた MWNTs・SWNTs で観察された鎖状炭素物質のラマン散乱」, 第 37 回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム 3P-22 つくば, (2009-9)
- K.Ghosh, M.Kumar, Y.Ando: “Controlling the doping concentration of N-doped CNTs as a function of CVD temperature”, 20th European Conference on Diamond, Diamond-Like Materials, Carbon Nanotubes, and Nitrides (P2.7.04), Athens, (2009-9)
- 安藤義則: “カーボンナノチューブ”, 平成 21 年度秋季総合プログラム(名城大学大学院総合学術研究科)特別講演, (2009-9)
- Y.Ando: “The Cradle of Carbon Nanotubes: Meiji University”, Nano Carbon Forum, Shanghai, (2009-11)
- 安藤義則:「カーボンナノチューブの大量作製」, 平成 21 年度第 3 回カーボンナノ材料研究会, JFCC, (2009-11)

## 上山 智

### 【著書】

- 岩谷素顕, 川島毅士, 飯田大輔, 千田亮太, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇:「m 面 SiC 基板上への非極性窒化物半導体の結晶成長」, 『窒化物基板および格子整合基板の成長とデバイス特性』, CMC 出版, (2009)

### 【学術論文】

- Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “High hole concentration in Mg-doped a-plane Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N (0<x<0.30) grown on r-plane sapphire substrate by metalorganic vapor phase epitaxy”, Applied Physics Letters, 93, 182108, (2008)
- H.Amano, M.Imura, M.Iwaya, S.Kamiyama, and I.Akasaki: “AlN and AlGa<sub>N</sub> by MOVPE for UV light emitting devices”, Materials Science Forum, 590, pp.175-210, (2008)
- Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “Activation energy of Mg in a -plane Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N (0 < x < 0.17)”, physica status solidi (b), Vol.246, pp.1188-1190, (2009)
- Ryosuke Kawai, Toshiaki Mori, Wataru Ochiai, Atushi

Suzuki, Motoaki Iwaya, Hiroshi Amano, Satoshi Kamiyama, and Isamu Akasaki: “High-reflectivity Ag-based p-type ohmic contacts for blue light-emitting diodes”, physica status solidi (c), Vol.6, pp.S830-S832, (2009)

Motoaki Iwaya, Shuichi Miura, Takahiro Fujii, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “High-performance UV detector based on AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> junction heterostructure-field-effect transistor with a p-GaN gate”, physica status solidi (c), Vol.6, pp.S972-S975, (2009)

Ryota Senda, Tetsuya Matsubara, Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “Realization of high-crystalline-quality and thick GaInN films”, physica status solidi (c), Vol.6, pp.S502-S505, (2009)

Yohjiro Kawai, Shinya Ohsuka, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “Improvement of crystalline quality of InGa<sub>N</sub> epilayers on various crystal planes of ZnO substrate by metal-organic vapor phase epitaxy”, physica status solidi (c), Vol.6, pp.S486-S489, (2009)

Kentaro Nagamatsu, Kenichiro Takeda, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “Activation energy of Mg in Al<sub>0.25</sub>Ga<sub>0.75</sub>N and Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>N”, physica status solidi (c), Vol.6, pp.S437-S439, (2009)

Toshiaki Asai, Kensuke Nagata, Toshiaki Mori, Kentaro Nagamatsu, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “Relaxation and recovery processes of Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N grown on AlN underlying layer”, Journal of Crystal Growth, Volume 311, pp.2850-2852, (2009)

Hirotohi Tsuzuki, Fumiaki Mori, Kenichiro Takeda, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, Isamu Akasaki, Harumasa Yoshida, Masakazu Kuwabara, Yoji Yamashita, and Hirofumi Kan: “Novel UV devices on high-quality AlGa<sub>N</sub> using grooved underlying layer”, Journal of Crystal Growth, Volume 311, pp.2860-2863, (2009)

Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “One-sidewall-seeded epitaxial lateral overgrowth of a-plane Ga<sub>N</sub> by metalorganic vapor-phase epitaxy”, Journal of Crystal Growth, Volume 311, pp.2887-2890, (2009)

Tetsuya Matsubara, Ryota Senda, Daisuke Iida, Motoaki

- Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki : "Growth of thick GaInN on grooved (10-1-1) GaN/ (10-1-2) 4H-SiC", Journal of Crystal Growth, Volume 311, pp.2926-2928, (2009)
- Yohjiro Kawai, Shinya Ohsuka, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki : "InGaN growth with various InN mole fractions on m-plane ZnO substrate by metalorganic vapor phase epitaxy", Journal of Crystal Growth, Volume 311, pp.2929-2932, (2009)
- Ryota Senda, Tetsuya Matsubara, Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki : "Strong Emission from GaInN/GaN Multiple Quantum Wells on High-Crystalline-Quality Thick m-Plane GaInN Underlying Layer on Grooved GaN", Applied Physics Express, Vol.2, 061004, (2009)
- Hirotohi Tsuzuki, Fumiaki Mori, Kenichiro Takeda, Tomoki Ichikawa, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, Isamu Akasaki, Harumasa Yoshida, Masakazu Kuwabara, Yoji Yamashita, and Hirofumi Kan : "High-performance UV emitter grown on high-crystalline-quality AlGaIn underlying layer", physica status solidi (a), Vol.206, pp.1199-1204, (2009)
- Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki : "Activation energy of Mg in a -plane Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N (0<x<0.17)", physica status solidi (b), Vol.246, pp.1188 - 1190, (2009)
- 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「注目の無極性面・半極性面窒化物半導体発光デバイス」, OPTRONICS 9月号, pp.136-141, (2009)
- 【その他】**  
(国際学会)
- T.Mori, T.Asai, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki : "Microstructure in Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N grown on AlN", The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008), Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)
- K.Nagamatsu, K.Takeda, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano and I.Akasaki : "Activation energy of Mg in AlGaIn", The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008), Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)
- Y.Kawai, S.Ohsuka, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki : "Improvement of crystalline quality of InGaIn epilayers on various crystal planes of ZnO substrate by metal-organic vapor phase epitaxy", The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008), Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)
- H.Iida, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki : "Activation energy of Mg in a-plane Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N (0<x<0.15)", The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008), Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)
- H.Tsuzuki, F.Mori, K.Takeda, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, I.Akasaki, H.Yoshida, M.Kuwabara, Y.Yamashita, and H.Kan : "High-performance UV emitter grown on high-crystalline-quality AlGaIn underlying layer", The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008), Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)
- R.Kawai, T.Mori, W.Ochiai, A.Suzuki, M.Iwaya, H.Amano, S.Kamiyama, and I.Akasaki : "High-reflectivity Ag-based ohmic contacts for blue light-emitting diodes", The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008), Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)
- R.Senda, T.Matsubara, A.Miura, D.Iida, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki : "Realization of high crystalline quality and thick GaInN films", The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008), Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)
- M.Iwaya, S.Miura, T.Fujii, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki : "High-performance UV detector based on AlGaIn/GaN junction heterostructure -field-effect transistor with a p-GaN gate", The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008), Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)
- R.Nega, K.Mizuno, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki : "High-performance normally-off-mode Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N/GaN junction heterostructure field-effect transistors with p-type GaN gate contact", The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008), Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)
- T.Seko, S.Mabuchi, F.Teramae, A.Suzuki, Y.Kaneko, K.Ryosuke, S.Kamiyama, M.Iwaya, H.Amano, and I.Akasaki : "Fabrication technique for Moth-Eye structure using low-energy electron-beam projection lithography for high-performance blue-light-emitting diode on SiC substrate", Gallium Nitride Materials and Devices IV (SPIE OE106), San Jose, California, USA January, 24-29, (2009-1)

- Plamen P.Paskov, Bo Monemar, Daisuke Iida, Takeshi Kawashima, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, Isamu Akasaki : "Optical properties of a- and m-plane GaN grown by sidewall epitaxial lateral overgrowth", Gallium Nitride Materials and Devices IV (SPIE OE106), San Jose, California, USA January, 24-29, (2009-1)
- H.Amano, K.Nagamatsu, K.Takeda, T.Mori, H.Tsuzuki, M.Iwaya, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Growth and conductivity control of high quality AlGa<sub>N</sub> and its application to high-performance ultraviolet laser diodes", Gallium Nitride Materials and Devices IV (SPIE OE106), San Jose, California, USA January, 24-29, (2009-1)
- H.Amano, H.Tsuzuki, T.Mori, K.Takeda, K.Nagamatsu, M.Iwaya, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Growth of low-dislocation-density AlGa<sub>N</sub> for the realization of high-performance ultraviolet laser diodes", The 3rd Int'I Conference on Display & Solid State Lighting, Soul, Korea, January, 20-22, (2009-1)
- H.Amano, K.Nagamatsu, K.Takeda, M.Iwaya, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Growth and conductivity control of high quality AlGa<sub>N</sub> and its application to high performance ultraviolet laser diodes", Semiconducting and Insulating Materials Conference, Vilnius, Lithuania, June 15-19, (2009-6)
- H.Amano, Y.Kuwahara, Y.Fujiyama, Y.Morita, D.Iida, M.Iwaya, S.Kamiyama, and I.Akasaki : "Growth and conductivity control of high-quality-thick GaInN for the realization of high-efficiency photovoltaic cells", the 2<sup>nd</sup> Photonics and OptoElectronics Meetings (POEM 2009), Uhan, China, Aug.8-10, (2009-8)
- T.Sugiyama, D.Iida, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki : "Temperature Dependence of Normally Off Mode AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> Heterostructure Field-Effect Transistors with P-Ga<sub>N</sub> Gate", The 36<sup>th</sup> International Symposium on Compound Semiconductors, University of California Santa Barbara, USA, August 30<sup>th</sup>-September 2<sup>nd</sup>, (2009-9)
- K.Nagamatsu, D.Iida, K.Takeda, K.Nagata, T.Asai, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano and I.Akasaki : "Atomic Layer Epitaxy of AlGa<sub>N</sub>", The 36<sup>th</sup> International Symposium on Compound Semiconductors, University of California Santa Barbara, USA, August 30<sup>th</sup>-September 2<sup>nd</sup>, (2009-9)
- T.Nishimura, K.Miyoshi, F.Teramae, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki : "High Efficiency Blue-Violet Light Emission in Porous SiC Produced by Anodic Method", The 36<sup>th</sup> International Symposium on Compound Semiconductors, University of California Santa Barbara, USA, August 30<sup>th</sup>-September 2<sup>nd</sup>, (2009-9)
- Y.Fujiyama, Y.Kuwahara, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki : "GaInN/Ga<sub>N</sub> p-i-n Light-Emitting Solar Cells", The 36<sup>th</sup> International Symposium on Compound Semiconductors, University of California Santa Barbara, USA, August 30<sup>th</sup>-September 2<sup>nd</sup>, (2009-9)
- Motoaki Iwaya, Daisuke Iida, Tetsuya Matsubara, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, Isamu Akasaki : "Strain control in GaInN/Ga<sub>N</sub> multiple quantum wells for high-performance green-light emitters", E-MRS Fall Meeting, Warsaw, Poland, September 14-18, (2009-9)
- M.Iwaya, Y.Kuwahara, Y.Fujiyama, D.Iida, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki : "High-performance group-III-nitride-based light-emitting solar cells (LESCs)", The International Conference on Advanced Materials (ICAM), Rio de Janeiro, Brazil, September 20-25, (2009-9)
- A.Ishihara, H.Sakurai, R.Kawai, T.Kitano, A.Suzuki, T.Kondo, M.Iwaya, H.Amano, S.Kamiyama, and I.Akasaki : "Growth and Characterization of Ga<sub>N</sub> Grown on Moth-Eye Patterned Sapphire Substrates", 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- Daisuke Iida, Kentaro Nagamatsu, Kensuke Nagata, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki : "Growth of GaInN Films by High Pressure MOVPE System at 200kPa", 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- K.Nonaka, T.Asai, K.Nagamatsu, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki : "Defects in Highly Mg-Doped AlN", 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- Kenichiro Takeda, Fumiaki Mori, Yuji Ogiso, Tomoki Ichikawa, Kentaro Nonaka, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki : "Internal Quantum Efficiency of Ga<sub>N</sub>/AlGa<sub>N</sub> Multi Quantum Wells on Different Dislocation Density Underlying Layer", 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23,

- (2009-10)
- Kentaro Nagamatsu, Daisuke Iida, Kenichiro Takeda, Kensuke Nagata, Toshiaki Asai, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki : "High Pressure MOVPE System with High-Speed Switching Valves for the Realization of High-Quality AlGaIn Low Temperatures", 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- T.Asai, K.Nonaka, K.Ban, K.Nagata, K.Nagamatsu, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, I.Akasaki : "Growth of Low-Dislocation-Density AlGaIn using Mg-Doped AlN Underlying Layer", 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- T.Matsubara, R.Kawai, K.Tamura, D.Iida, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki : "Light-Emitting Diodes with GaInN/GaN Multi-Quantum Wells Grown on (1011)Plane Thick GaInN Template", 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- K.Nagata, T.Ichikawa, K.Takeda, K.Nagamatsu, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki : "High Output Power AlGaIn/GaN Ultraviolet Light Emitting Diodes by Activation of Mg-Doped P-Type AlGaIn in Oxygen Ambient", 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- T.Sugiyama, D.Iida, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki : "Threshold Voltage Control using SiNx in Normally Off AlGaIn/GaN HFET with p-GaN Gate", 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- Y.Kuwahara, Y.Fujiyama, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, and I.Akasaki : "Nitride-based Light-emitting Solar Cell", 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- Y.Oshimura, K.Takeda, T.Sugiyama, M.Iwaya, S.Kamiyama, H.Amano, I.Akasaki, A.Bandoh, T.Udagawa : "AlGaIn/GaN HFETs on Fe-doped GaN Substrates", 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- R.Kawai, T.Kondo, A.Suzuki, F.Teramae, T.Kitano, K.Tamura, M.Iwaya, H.Amano, S.Kamiyama, I.Akasaki, M.Chen, A.Li, K.Su : "Realization of Extreme Light Extraction Efficiency for Moth-eye LEDs on SiC substrate using High-reflection Electrode", 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- (国内学会)
- 上山 智 : 「モスアイ構造の作製と半導体発光素子への応用」, 日本学術振興会第161委員会, 第162委員会合同研究会, 鳥羽シーサイドホテル, 2009.3.13-14, (2009-3)
- 押村吉徳, 竹田健一郎, 杉山貴之, 岩谷素顕, 上山智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「Feドープ半絶縁性 GaN 自立基板を用いた AlGaIn/GaN HEMT の作製と評価」, 第56回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 西村拓哉, 三好晃平, 金子由基雄, 岩谷素顕, 天野浩, 上山 智, 赤崎 勇 : 「陽極酸化法を用いたポラス SiC の作製と光学評価」, 第56回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 小木曾裕二, 竹田健一郎, 森 史明, 岩谷素顕, 上山智, 天野 浩, 赤崎 勇, 坂東 章 : 「MOVPE法による新しいマスク材料を用いた AlN の選択成長」, 第56回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 永松謙太郎, 浅井俊晶, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「AlGaIn 中の Mg の活性化エネルギー(II)」, 第56回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 永田賢吾, 竹田健一郎, 永松謙太郎, 都築宏俊, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「活性化アニールによる p 型 Al<sub>0.17</sub>Ga<sub>0.83</sub>N の正孔濃度と接触抵抗の評価」, 第56回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 河合良介, 瀬古知世, 馬淵 翔, 寺前文晴, 鈴木敦志, 金子由基夫, 岩谷素顕, 天野 浩, 上山 智, 赤崎 勇 : 「電子線投影露光法を用いて作製した Moth-eye 構造の SiC 基板上青色 LED への応用」, 第56回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 天野 浩, 岩谷素顕, 上山 智, 赤崎 勇 : 「持続可能な社会システム構築のための窒化物半導体の役割」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会 第1回窒化物半導体結晶成長講演会, 東京農工大小金井キャンパス1号館1階ホール, 2009.5.15-5.16, (2009-5)
- 押村吉徳, 竹田健一郎, 杉山貴之, 岩谷素顕, 上山智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「Feドープ半絶縁性 GaN 基板上に作製した AlGaIn/GaN HEMT のデバイス特性と不純物解析」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会 第1回窒化物半導体結晶成長講演会, 東京農工大小金井キャンパス1号館1階ホール, 2009.5.15-5.16, (2009-5)



- (2009-5)
- 杉山貴之, 飯田大輔, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「p 型 GaN ゲートを有するノーマリーオフ型 GaN 系 HFET の閾値電圧制御および温度特性」, 電子情報通信学会 電子デバイス (ED) 研究会, 大阪大学 (銀杏会館), 2009.7.30-7.31, (2009-7)
- 杉山貴之, 飯田大輔, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「p-GaN ゲートを用いたノーマリーオフ型 AlGaIn/GaN JHFET の温度依存性」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 近藤俊行, 寺前文晴, 鈴木敦志, 北野 司, 手嶋一城, 前田悟, 上山 智, 金子由基夫, 岩谷素顕, 天野 浩, 赤崎 勇: 「サファイア基板上 Moth-eye 構造の作製技術と LED への応用」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 石原章弘, 葉山 桂, 北野 司, 鈴木敦志, 近藤俊行, 岩谷素顕, 天野 浩, 上山 智, 赤崎 勇: 「Moth-eye 加工サファイア基板上への GaN 結晶成長に関する研究」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 葉山 桂, 北野 司, 鈴木敦志, 近藤俊行, 石原章弘, 野中健太郎, 上山 智, 岩谷素顕, 天野 浩, 赤崎 勇: 「電子ビーム転写露光法によって形成したナノ構造上への III 族窒化物半導体の結晶成長」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 永松謙太郎, 竹田健一郎, 飯田大輔, 永田賢昌, 浅井俊晶, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「加圧 MOVPE による高速バルブスイッチング技術を用いた AlGaIn の高品質化」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 永松謙太郎, 竹田健一郎, 飯田大輔, 永田賢昌, 浅井俊晶, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「AlGaIn の原子層エピタキシャル成長」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 永田賢昌, 飯田大輔, 永松謙太郎, 松原哲也, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「高圧 MOVPE 法を用いた GaInN 成長」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 浅井俊晶, 野中健太郎, 伴和仁, 永田賢昌, 永松謙太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「Mg-doped AlN 下地層による AlGaIn の低転位化の機構」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 野中健太郎, 浅井俊晶, 永松謙太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「Mg-doped AlN 下地層を用いた低転位 AlGaIn の微細構造観察」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 藤山泰治, 桑原洋介, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「MOVPE 法による GaInN 活性層を用いた p-i-n 発光太陽電池の層構造検討」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 桑原洋介, 藤山泰治, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「窒化物半導体を用いた発光太陽電池の作製と評価」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 田村健太, 飯田大輔, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「c 面および非極性 a 面 p-GaN の Mg 濃度最適化」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 河合良介, 近藤俊行, 鈴木敦志, 寺前文晴, 北野 司, 田村健太, 岩谷素顕, 天野 浩, 上山 智, 赤崎 勇: 「高反射電極を用いた SiC 基板上青色 LED の moth-eye 構造の最適化」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 永田賢吾, 竹田健一郎, 市川友紀, 永松謙太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「酸素雰囲気中での p 型 AlGaIn の活性化による高出力 AlGaIn/GaN 紫外 LED」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 永田賢昌, 飯田大輔, 永松謙太郎, 松原哲也, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「加圧 MOVPE 法による GaInN における InN 組成の圧力依存性」, 日本結晶成長学会, 名古屋大学, 2009.11.12-14, (2009-11)
- 永田賢昌, 飯田大輔, 永松謙太郎, 松原哲也, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「GaInN の加圧 MOVPE における熱力学解析」, 電子情報通信学会 電子デバイス研究会 (ED)・電子部品・材料研究会 (CPM)・レーザ・量子エレクトロニクス研究会 (LQE) 合同研究会, 徳島大学, 2009.11.19-20, (2009-11)
- 市川友紀, 竹田健一郎, 小木曾裕二, 永田賢吾, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇, 吉田治正, 桑原正和, 山下陽滋, 菅博文: 「UV レーザダイオードの動作電圧の低減」, 電子情報通信学会 電子デバイス研究会 (ED)・電子部品・材料研究会 (CPM)・レー

ザ・量子エレクトロニクス研究会(LQE) 合同研究会,  
徳島大学, 2009.11.19-20, (2009-11)

#### 猿木勝司

##### 【学術論文】

脇田将見, 久野隆紀, 長谷川智也, 猿木勝司, 田中啓介:「高強度ばね鋼のねじり疲労強度に及ぼすショットピーニングの効果と疲労強度予測」, ばね論文集, No.54, pp.7-12, (2009-5)

岡本貴幸, 脇田将見, 村松宏晃, 猿木勝司:「高強度ばね用チタン合金のねじり疲労強度に及ぼす金属組織の影響」, ばね論文集, No.54, pp.35-40, (2009-5)

##### 【その他】

鳥居敦厚, 鈴木亜門, 猿木勝司, 大林巧治:「タフトライドおよびプラズマ窒化処理を施した SCM420 鋼の回転曲げ疲労強度特性」, 日本材料学会東海支部第 3 回学術講演会講演論文集, pp.42-43, (2009-3)

久野隆紀, 脇田将見, 長谷川智也, 猿木勝司, 田中啓介:「ショットピーニングを施したばね鋼 SUP7 のねじり疲労強度に及ぼす焼戻し硬さの影響」, 日本材料学会東海支部第 3 回学術講演会講演論文集, pp.46-47, (2009-3)

日下正造, 猿木勝司:「炭素鋼 S55C の回転曲げ疲労強度特性に及ぼす各種窒化および微粒子ピーニングの影響」, 日本機械学会東海支部第 58 期総会講演会講演論文集, 093-1, pp.11-12, (2009-3)

久保埜貴文, 猿木勝司, 久野隆紀, 脇田将見:「ばね鋼 SUP7 の回転曲げ腐食疲労強度に及ぼすショットピーニングの影響」, 日本機械学会東海支部第 58 期総会講演会講演論文集, 093-1, pp.13-14, (2009-3)

日下正造, 猿木勝司:「微小切欠きを付した炭素鋼 S55C の回転曲げ疲労強度特性に及ぼす各種窒化処理の影響」, 日本材料学会第 58 期学術講演会講演論文集, pp.411-412, (2009-5)

久野隆紀, 脇田将見, 長谷川智也, 猿木勝司, 田中啓介:「ショットピーニングを施したばね鋼 SUP7 のねじり疲労強度に及ぼす硬さの影響」, ショットピーニング技術協会第 18 回学術講演会講演論文, pp.8-9, (2009-5)

久野隆紀, 脇田将見, 長谷川智也, 猿木勝司, 田中啓介:「高強度ばね鋼のねじり疲労強度に及ぼすショットピーニングの効果」, 日本ばね学会 2009 年春季ばね及び復元力応用講演会講演論文集, pp.13-18, (2009-6)

久保埜貴文, 猿木勝司, 久野隆紀, 脇田将見:「硬さの異なるばね鋼 SUP7 の回転曲げ腐食疲労強度に及ぼすショットピーニングの影響」, 日本ばね学会

2009 年春季ばね及び復元力応用講演会講演論文集, p.78, (2009-6)

日下正造, 猿木勝司:「窒化処理した微小切欠き材の回転曲げ疲労強度特性に及ぼす微粒子ピーニングの影響」, 日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集, Vol.1, pp.109-110, (2009-9)

脇田将見, 久野隆紀, 久保埜貴文, 猿木勝司, 田中啓介:「ショットピーニングしたばね鋼のねじり疲労強度と回転曲げ疲労強度の関係」, 日本ばね学会 2009 年秋季ばね及び復元力応用講演会講演論文集, pp.19-23, (2009-11)

#### 成塚重弥

##### 【著書】

Takahiro Maruyama, Shigeya Naritsuka, Michiko Kusunoki:「Carbon Nanotube Growth by Surface Decomposition of SiC」, 『Research Progress in Materials Science』, (Editors: William Olsson and Filip Lindberg), pp.131-148, NOVA Science Publishers (2009)  
成塚重弥共著:新インターユニバーシティ「固体電子物性」, 若原昭浩編著 pp.8-31, オーム社, (2009-10)

##### 【学術論文】

Shigeya Naritsuka, Shuji Matsuoka, Yuji Ishida, Takahiro Maruyama:「Effect of crystallographic orientation of microchannel on low-angle incidence microchannel epitaxy on (001)GaAs substrate」, J.Cryst.Growth, 311, 1778-1782, (2009)

Shigeya Naritsuka, Midori Mori, Yoshitaka Takeuchi, Takahiro Maruyama:「Influence of substrate temperature on nitridation of (001)GaAs using RF-radical source」, J.Cryst.Growth, 311, 2992-2995, (2009)

Takahiro Maruyama, Tomoyuki Shiraiwa, Kuninori Sato, Shigeya Naritsuka:「Enhancement of Single-Walled Carbon Nanotube Formation Using Aluminum Oxide Buffer Layer in Alcohol Gas Source Method」, MRS Proceedings 1142-JJ05-07, (2009)

T.Maruyama, K.Sato, Y.Mizutani, K.Tanioku, T.Shiraiwa, S.Naritsuka:「Low-Temperature Synthesis of Single-Walled Carbon Nanotubes by Alcohol Gas Source Growth in High Vacuum」, J.Nanotechnol.Nanosci.To be published.

Kuniori Sato, Tomoyuki Shiraiwa Takahiro Maruyama, Shigeya Naritsuka:「Effect of Buffer Thickness on Single-Walled Carbon Nanotube Growth using Aluminum Oxide Buffer Layer with Alcohol Gas Source Method」, J.Nanotechnol.Nanosci.To be published.

K.Ueda, Y.Iijima, T.Maruyama, S.Naritsuka, 「Effect of

Annealing in a Hydrogen Atmosphere on Carbon Nanocap Formation in Surface Decomposition of 6H-SiC (000-1)", J.Nanotechnol.Nanosci.To be published.

【その他】

水谷芳裕, 佐藤一徳, 丸山隆浩, 成塚重弥:「高真空アルコールガスソース法による単層カーボンナノチューブ低温成長における酸化アルミニウムバッファ層の効果」, 第36回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム 3P-18, 名城大学(名古屋) 3月3-5日, (2009)

成塚重弥, 行田哲也, 山本美美, 手嶋康将, 丸山隆浩, "Ni-Si ドーピングした GaAs からの近赤外発光", 第56回応用物理学関係連合講演会 31p-P11-4, 筑波大学(つくば) 3月30日-4月2日, (2009-3)

佐藤一徳, 水谷芳裕, 丸山隆浩, 成塚重弥:「アルコールガスソース法によるカーボンナノチューブ低温成長における Al<sub>2</sub>O<sub>x</sub> 膜厚の影響」, 第56回応用物理学関係連合講演会 2a-TA-8, 筑波大学(つくば) 3月30日-4月2日, (2009-4)

長江祐基, 丸山隆浩, 成塚重弥, :「RF ラジカル源を用いた MBE-GaN 選択成長に関する基礎的検討」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会第1回窒化物半導体結晶成長講演会「窒化物半導体結晶成長の未来を展望する」FRI-10, 東京農工大小金井キャンパス, 5月15日-16日, (2009-5)

Y.Ando, D.Kanbayashi, T.Kawakami, T.Maruyama and S.Naritsuka: "Fabrication of GaAs-based resonant cavity light emitting diode on Si substrate using microchannel epitaxy", Extended Abstracts of the 28th Electronic Materials Symposium (EMS-28), J-12, Laforet Biwako, Moriyama, Shiga, July 8-10, (2009-7)

Shigeya Naritsuka, Yohei Monno, Midori Mori, Yoshitaka Takeuchi and Takahiro Maruyama: "XPS Study of Nitridation Mechanism of GaAs (001) Surface using RF-radical Source", (invited) SemiconNano 2009, O-14, Anan, Tokushima, August 10-13, (2009-8)

佐藤一徳, 丸山隆浩, 成塚重弥, :「Influence of Water Addition on Carbon Nanotube Growth by Alcohol Gas Source Method in High Vacuum」, (高真空中でのアルコールガスソース法によるカーボンナノチューブ成長への水添加の効果), 第37回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム 3P-32, つくば国際会議場(エポカルつくば), 9月1日-9月3日, (2009-9)

成塚重弥, 門野洋平, 森みどり, 竹内義孝, 丸山隆浩:「RF ラジカル源を用いた GaAs (001) 表面窒化による GaN 超薄膜の形成」, 第70回応用物理学学

術講演会 8a-F-1, 富山大学, 9月8日-9月11日, (2009-9)

:「SiC 表面分解法により生成したカーボンナノチューブ膜の精製」, 第70回応用物理学学会学術講演会 9p-ZR-11, 富山大学, 9月8日-9月11日, (2009-9)

神林大介, 川上拓也, 安藤悠平, 成塚重弥, 丸山隆浩:「マイクロチャンネルエピタキシーを用いた Si 基板上 GaAs 系共振器型発光ダイオードの作製」, 第70回応用物理学学会学術講演会 11p-C-6, 富山大学, 9月8日-9月11日, (2009-9)

佐藤秀治郎, 小島春輝, 成塚重弥, 丸山隆浩:「GaSb 電流制御型 LPE の基礎的検討」, 第39回結晶成長国内会議(NCCG-39) 12PS28, 名古屋大学, 11月12日-14日, (2009-11)

小島春輝, 佐藤秀治郎, 風間正志, 成塚重弥, 丸山隆浩:「温度差法を用いた GaAs (001) マイクロチャンネルエピタキシーの成長条件の改善」, 第39回結晶成長国内会議(NCCG-39) 12PS29, 名古屋大学, 11月12日-14日, (2009-11)

大澤佑来, 神林大介, 安藤悠平, 成塚重弥, 丸山隆浩:「(111)B GaAs 低角入射マイクロチャンネルエピタキシーのための基礎的検討」, 第39回結晶成長国内会議(NCCG-39) 12PS30, 名古屋大学, 11月12日-14日, (2009-11)

川上拓也, 神林大介, 安藤悠平, 成塚重弥, 丸山隆浩:「ウェットエッチングによる端面ミラーを持つ AlGaAs 系レーザの試作」, 第39回結晶成長国内会議(NCCG-39) 12PS31, 名古屋大学, 11月12日-14日, (2009-11)

阿部亮太, 林家 弘, 成塚重弥, 丸山隆浩:「TMG と NH<sub>3</sub> を用いた MOMBE による GaN 薄膜の成長」, 第39回結晶成長国内会議(NCCG-39) 13PS30, 名古屋大学, 11月12日-14日, (2009-11)

長江祐基, 神林大介, 川上拓也, 大澤佑来, 丸山隆浩, 成塚重弥:「RF ラジカル源を用いた MBE-GaN 選択成長における基板温度の効果」, 第39回結晶成長国内会議(NCCG-39) 14aA08, 名古屋大学, 11月12日-14日, (2009-11)

Kuninori Sato, Takahiro Maruyama, Shigeya Naritsuka, "Enhancement Mechanism of SWNT Yield with Al<sub>2</sub>O<sub>x</sub> Buffer Layer in Low Temperature Growth", 2009 MRS Fall Meeting K 5.27, Hynes Convention Center and Sheraton Boston Hotel, Boston, MA, USA, November 30- December 4, (2009-12)

Takahiro Maruyama, Fumiya Nakahama, Shigeya Naritsuka, "Purification of Carbon Nanotube Films



Formed on SiC Substrates by Surface Decomposition”, 2009 MRS Fall Meeting K 14.40, Hynes Convention Center and Sheraton Boston Hotel, Boston, MA, USA, November 30- December 4, (2009-12)

成塚重弥：「低温バッファ層の科学」, (招待講演) 日本学術振興会, 結晶成長の科学と技術 161 委員会第 61 回研究会, 京都市産業技術研究所工業技術センター, 京都, 12 月 4 日, (2009-12)

#### 坂えり子

##### 【学術論文】

E.Ban, Y.Ikebe, Y.Matsuoka, G.Nishijima and K.Watanabe : “Fabrication and superconducting properties of aluminum doped (Nd, Sm, Gd)-Ba-Cu-O filaments”, IEEE Transaction on Applied Superconductivity, Vol.19, No.3, pp.2953-2956, (2009-6)

Y.Ikebe, E.Ban, Y.Matsuoka, G.Nishijima and K.Watanabe : “Effect of Pt addition on microstructure and superconducting properties for filamentary (Nd, Sm, Gd)-Ba-Cu-O superconductors”, IEEE Transaction on Applied Superconductivity, Vol.19, No.3, pp.2957-2960, (2009-6)

##### 【その他】

堤陽子, 坂えり子, 片平幸司, 大島智子：「Y, Sc, Co を添加した BaZrO<sub>3</sub> の焼結性および電気伝導性の評価」, 名城大学総合学術研究所総合学術研究論文, 第 8 号, pp.11-17, (2009-3)

坂えり子, 池邊由美子, 松岡是治：「人工ピニングセンターを導入した (Nd, Sm, Gd)-Ba-Cu-O 超伝導フィラメントの電流輸送特性」, 名城大学総合学術研究所総合学術研究論文, 第 8 号, pp.19-25, (2009-3)

鈴木崇也, 池邊由美子, 坂えり子, 松岡是治：「Sn を添加した繊維状 Sm123 超伝導体の作製と評価」, 名城大学理工学部研究報告, 第 49 号, pp.104-107, (2009-3)

坂えり子, 池邊由美子, 西島 元, 渡辺和雄：「Al をドーピングした (Nd, Sm, Gd)-Ba-Cu-O 超伝導フィラメントの磁場中電流輸送特性」, 東北大学金属材料研究所強磁場超伝導材料研究センター 2008 Annual Report, pp.34-37, (2009-6)

伊藤充紀, 鈴木智之, 富本佳佑, 池邊由美子, 坂えり子：「セラミックス基板上にスクリーン印刷した SZO 膜の電気伝導特性」, 2009 年秋季第 70 回応用物理学会学術講演会予稿集, pp.426, (2009-9)

E.Ban, Y.Ikebe, G.Nishijima and K.Watanabe : “Microstructure and transport properties of filamentary (Sm, Gd, Dy)-Ba-Cu-O superconductor”, 9<sup>th</sup> European Conference on Applied Superconductivity, Abstract,

pp.51, (2009-9)

Y.Ikebe, E.Ban, G.Nishijima and K.Watanabe : “Superconducting properties of metal doped filamentary (Nd, Sm, Gd)-Ba-Cu-O superconductors”, 9<sup>th</sup> European Conference on Applied Superconductivity, Dresden, Abstract pp.43, (2009-9)

E.Ban, Y.Ikebe, T.Suzuki, G.Nishijima and K.Watanabe : “Effect of Sn addition on the superconducting properties of SmBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> filaments”, 22<sup>nd</sup> International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Abstract pp.226, (2009-11)

Y.Ikebe, E.Ban, G.Nishijima and K.Watanabe : “Critical current density in high magnetic field of cobalt doped NSG123 filaments”, 22<sup>nd</sup> International Symposium on Superconductivity, Tsukuba, Abstract pp.254, (2009-11)

伊藤充紀, 池邊由美子, 坂えり子：「SrZr<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>O<sub>3-δ</sub> 厚膜の作製と電気伝導特性の評価」, 平成 21 年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会, (2009-11)

#### 坂東俊治

##### 【学術論文】

Y.Fukunaga, M.Harada, S.Bandow, S.Iijima : “Variable range hopping conduction and percolation networks in the pellets formed from pristine and boron-doped carbon nanohorn particles”, Appl.Phys.A 94 (1), 5-9, (2009)

Quan-Lin Ye, Hirofumi Yoshikawa, Shunji Bandow, Kunio Awaga : “Green magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) : Unusual optical Mie scattering and magnetic isotropy of submicron-size hollow spheres”, Appl.Phys.Lett.94 (6), 063114/1-3, (2009)

Masayuki Shoda, Shunji Bandow, Yusei Maruyama, Sumio Iijima : “Probing Interaction between ssDNA and Carbon Nanotubes by Raman scattering and Electron Microscopy”, J.Phys.Chem.C113 (15), 6033-6036 (2009)

Soon-Kil Joung, Toshiya Okazaki, Naoki Kishi, Susumu Okada, Shunji Bandow, Sumio Iijima : “Effect of Fullerene Encapsulation on Radial Vibrational Breathing-Mode Frequencies of Single-Wall Carbon Nanotubes”, Phys.Rev.Lett.103 (2), 027403/1-4, (2009)

##### 【その他】

Hiroki Endo, Shunji Bandow, Sumio Iijima : “Magnetic attractive multiwalled carbon nanotubes formed by high temperature treatment of multiwalled carbon nanotube/boric-oxide composite in hydrogen environment”, The 36<sup>th</sup> Fullerene Nanotubes General Symposium, March 3-4, Nagoya, 1P-18, (2009-3)



Susumu Muraki, Iori Iwata, Hiroki Endo, Shunji Bandow, Sumio Iijima : "Ferromagnetic carbon nano-foam formed from boron containing composite carbon target by the pulsed laser vaporization in Ar/H<sub>2</sub> mixture", The 37th Fullerene Nanotubes General Symposium, Sep.1-3, Tsukuba, 1P-44, (2009-9)

Hirohito Asano, Hiroki Endo, Shunji Bandow, Sumio Iijima : "Ferromagnetic carbon nano-foam prepared by the pulsed laser vaporization of pure carbon in Ar/H<sub>2</sub> mixture", The 37th Fullerene Nanotubes General Symposium, Sep.1-3, Tsukuba, 1P-45, (2009-9)

Keiichi Tanaka, Akikazu Odawara, Satoshi Nakayama, Sumio Iijima, Shunji Bandow : "X-ray analyzer capable of significantly suppressing an influence of an external magnetic field on a transition edge sensor by using magnetic shields arranged in a cylindrical shape", U.S.Pat. Appl.Publ.US 2009184252 A1 20090723, (2009-9)

#### 岩谷素顕

##### 【著書】

岩谷素顕, 川島毅士, 飯田大輔, 千田亮太, 上山智, 天野浩, 赤崎勇 : 「m 面 SiC 基板上への非極性窒化物半導体の結晶成長」, 『窒化物基板および格子整合基板の成長とデバイス特性』, CMC 出版, (2009)

##### 【学術論文】

Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: "High hole concentration in Mg-doped  $\alpha$ -plane Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N ( $0 < x < 0.30$ ) grown on  $r$ -plane sapphire substrate by metalorganic vapor phase epitaxy", Applied Physics Letters, 93, 182108, (2008)

H. Amano, M. Imura, M. Iwaya, S. Kamiyama, and I. Akasaki: "AlN and AlGa<sub>N</sub> by MOVPE for UV light emitting devices", Materials Science Forum, 590, pp.175-210, (2008)

Alec M. Fischer, Zhihao Wu, Kewei Sun, Qiyuan Wei, Yu Huang, Ryota Senda, Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Hiroshi Amano, and Fernando A. Ponce: "Misfit Strain Relaxation by Stacking Fault Generation in InGa<sub>N</sub> Quantum Wells Grown on m-Plane Ga<sub>N</sub>", Applied Physics Express, Vol. 2, 041002, (2009)

Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: "Activation energy of Mg in  $\alpha$ -plane Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N ( $0 < x < 0.17$ )", physica status solidi (b), Vol.246, pp.1188-1190, (2009)

Ryosuke Kawai, Toshiaki Mori, Wataru Ochiai, Atushi Suzuki, Motoaki Iwaya, Hiroshi Amano, Satoshi Kamiyama, and Isamu Akasaki : "High-reflectivity Ag-

based p-type ohmic contacts for blue light-emitting diodes", physica status solidi (c), Vol. 6, pp. S830-S832, (2009)

Motoaki Iwaya, Shuichi Miura, Takahiro Fujii, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: "High-performance UV detector based on AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> junction heterostructure-field-effect transistor with a p-Ga<sub>N</sub> gate", physica status solidi (c), Vol. 6, pp. S972-S975, (2009)

Ryota Senda, Tetsuya Matsubara, Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: "Realization of high-crystalline-quality and thick GaInN films", physica status solidi (c), Vol. 6, pp. S502-S505, (2009)

Yohjiro Kawai, Shinya Ohsuka, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: "Improvement of crystalline quality of InGa<sub>N</sub> epilayers on various crystal planes of ZnO substrate by metal-organic vapor phase epitaxy", physica status solidi (c), Vol. 6, pp. S486-S489, (2009)

Kentaro Nagamatsu, Kenichiro Takeda, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: "Activation energy of Mg in Al<sub>0.25</sub>Ga<sub>0.75</sub>N and Al<sub>0.5</sub>GaN", physica status solidi (c), Vol. 6, pp. S437-S439, (2009)

Toshiaki Asai, Kensuke Nagata, Toshiaki Mori, Kentaro Nagamatsu, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki : "Relaxation and recovery processes of Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N grown on AlN underlying layer", Journal of Crystal Growth, Volume 311, pp. 2850-2852, (2009)

Hirotohi Tsuzuki, Fumiaki Mori, Kenichiro Takeda, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, Isamu Akasaki, Harumasa Yoshida, Masakazu Kuwabara, Yoji Yamashita, and Hirofumi Kan: "Novel UV devices on high-quality AlGa<sub>N</sub> using grooved underlying layer", Journal of Crystal Growth, Volume 311, pp. 2860-2863, (2009)

Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: "One-sidewall-seeded epitaxial lateral overgrowth of  $\alpha$ -plane Ga<sub>N</sub> by metalorganic vapor-phase epitaxy", Journal of Crystal Growth, Volume 311, pp. 2887-2890, (2009)

Tetsuya Matsubara, Ryota Senda, Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: "Growth of thick GaInN on grooved (10-1-1) Ga<sub>N</sub>/ (10-1-2) 4H-SiC", Journal of Crystal Growth,

Volume 311, pp. 2926-2928, (2009)

Yohjiro Kawai, Shinya Ohsuka, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: "InGaN growth with various InN mole fractions on m-plane ZnO substrate by metalorganic vapor phase epitaxy", *Journal of Crystal Growth*, Volume 311, pp. 2929-2932, (2009)

Ryota Senda, Tetsuya Matsubara, Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: "Strong Emission from GaInN/GaN Multiple Quantum Wells on High-Crystalline-Quality Thick m-Plane GaInN Underlying Layer on Grooved GaN", *Applied Physics Express*, Vol. 2, 061004, (2009)

Hirotohi Tsuzuki, Fumiaki Mori, Kenichiro Takeda, Tomoki Ichikawa, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, Isamu Akasaki, Harumasa Yoshida, Masakazu Kuwabara, Yoji Yamashita, and Hirofumi Kan: "High-performance UV emitter grown on high-crystalline-quality AlGaInN underlying layer", *physica status solidi (a)*, Vol. 206, pp. 1199 – 1204, (2009)

Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: "Activation energy of Mg in a -plane Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N (0<x<0.17)", *physica status solidi (b)*, Vol. 246, pp. 1188 – 1190, (2009)

岩谷素顕, 上山智, 天野浩, 赤崎勇:「注目の無極性面・半極性面窒化物半導体発光デバイス」, *OPTRONICS* 9月号, pp.136-141, (2009-9)

#### 【その他】

(国際学会)

T. Mori, T. Asai, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki: "Microstructure in Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N grown on AlN", *The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008)*, Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)

Y. Kawai, S. Ohsuka, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki: "Activation energy of Mg in AlGaInN", *The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008)*, Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)

M. Iwaya: "Improvement of crystalline quality of InGaInN epilayers on various crystal planes of ZnO substrate by metal-organic vapor phase epitaxy", *The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008)*, Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)

D. Iida, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki: "Activation energy of Mg in a-plane Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N (0<x<0.15)", *The International Workshop on*

*Nitride semiconductors 2008 (IWN2008)*, Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)

H. Tsuzuki, F. Mori, K. Takeda, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, I. Akasaki, H. Yoshida, M. Kuwabara, Y. Yamashita, and H. Kan: "High-performance UV emitter grown on high-crystalline-quality AlGaInN underlying layer", *The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008)*, Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)

R. Kawai, T. Mori, W. Ochiai, A. Suzuki, M. Iwaya, H. Amano, S. Kamiyama, and I. Akasaki: "High-reflectivity Ag-based ohmic contacts for blue light-emitting diodes", *The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008)*, Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)

R. Senda, T. Matsubara, A. Miura, D. Iida, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki: "Realization of high crystalline quality and thick GaInN films", *The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008)*, Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)

M. Iwaya, S. Miura, T. Fujii, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki: "High-performance UV detector based on AlGaInN/GaN junction heterostructure -field-effect transistor with a p-GaN gate", *The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008)*, Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008-10)

R. Nega, K. Mizuno, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki: "High-performance normally-off-mode Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N/GaN junction heterostructure field-effect transistors with p-type GaN gate contact", *The International Workshop on Nitride semiconductors 2008 (IWN2008)*, Montreux, Switzerland, October 6-10, (2008)

T. Seko, S. Mabuchi, F. Teramae, A. Suzuki, Y. Kaneko, K. Ryosuke, S. Kamiyama, M. Iwaya, H. Amano, and I. Akasaki: "Fabrication technique for Moth-Eye structure using low-energy electron-beam projection lithography for high-performance blue-light-emitting diode on SiC substrate", *Gallium Nitride Materials and Devices IV (SPIE OE106)*, San Jose, California, USA January, 24-29, (2009-1)

Plamen P. Paskov, Bo Monemar, Daisuke Iida, Takeshi Kawashima, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, Isamu Akasaki: "Optical properties of a- and m-plane GaN grown by sidewall epitaxial lateral

- overgrowth”, Gallium Nitride Materials and Devices IV (SPIE OE106), San Jose, California, USA January, 24-29, (2009-1)
- H. Amano, K. Nagamatsu, K. Takeda, T. Mori, H. Tsuzuki, M. Iwaya, S. Kamiyama and I. Akasaki: “Growth and conductivity control of high quality AlGa<sub>N</sub> and its application to high-performance ultraviolet laser diodes”, Gallium Nitride Materials and Devices IV (SPIE OE106), San Jose, California, USA January, 24-29, (2009-1)
- H. Amano, H. Tsuzuki, T. Mori, K. Takeda, K. Nagamatsu, M. Iwaya, S. Kamiyama and I. Akasaki: “Growth of low-dislocation-density AlGa<sub>N</sub> for the realization of high-performance ultraviolet laser diodes”, The 3rd Int’I Conference on Display & Solid State Lighting, Seoul, Korea, January, 20-22, (2009)
- H. Amano, K. Nagamatsu, K. Takeda, M. Iwaya, S. Kamiyama and I. Akasaki: “Growth and conductivity control of high quality AlGa<sub>N</sub> and its application to high performance ultraviolet laser diodes”, Semiconducting and Insulating Materials Conference, Vilnius, Lithuania, June 15-19, (2009-6)
- H. Amano, Y. Kuwahara, Y. Fujiyama, Y. Morita, D. Iida, M. Iwaya, S. Kamiyama, and I. Akasaki: “Growth and conductivity control of high-quality-thick GaInN for the realization of high-efficiency photovoltaic cells”, the 2<sup>nd</sup> Photonics and OptoElectronics Meetings (POEM 2009), Uhan, China, Aug. 8-10, (2009-8)
- T. Sugiyama, D. Iida, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki: “Temperature Dependence of Normally Off Mode AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> Heterostructure Field-Effect Transistors with P-Ga<sub>N</sub> Gate”, The 36<sup>th</sup> International Symposium on Compound Semiconductors, University of California Santa Barbara, USA, August 30<sup>th</sup>-September 2<sup>nd</sup>, (2009-9)
- K. Nagamatsu, D. Iida, K. Takeda, K. Nagata, T. Asai, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano and I. Akasaki: “Atomic Layer Epitaxy of AlGa<sub>N</sub>”, The 36<sup>th</sup> International Symposium on Compound Semiconductors, University of California Santa Barbara, USA, August 30<sup>th</sup>-September 2<sup>nd</sup>, (2009-9)
- T. Nishimura, K. Miyoshi, F. Teramae, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki: “High Efficiency Blue-Violet Light Emission in Porous SiC Produced by Anodic Method”, The 36<sup>th</sup> International Symposium on Compound Semiconductors, University of California Santa Barbara, USA, August 30<sup>th</sup>-September 2<sup>nd</sup>, (2009-9)
- Y. Fujiyama, Y. Kuwahara, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki: “GaInN/GaN p-i-n Light-Emitting Solar Cells”, The 36<sup>th</sup> International Symposium on Compound Semiconductors, University of California Santa Barbara, USA, August 30<sup>th</sup>-September 2<sup>nd</sup>, (2009-9)
- Motoaki Iwaya, Daisuke Iida, Tetsuya Matsubara, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, Isamu Akasaki: “Strain control in GaInN/GaN multiple quantum wells for high-performance green-light emitters”, E-MRS Fall Meeting, Warsaw, Poland, September 14-18, (2009-9)
- M. Iwaya\*, Y. Kuwahara, Y. Fujiyama, D. Iida, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki: “High-performance group-III-nitride-based light-emitting solar cells (LESCs)”, The International Conference on Advanced Materials (ICAM), Rio de Janeiro, Brazil, September 20-25, (2009-9)
- A. Ishihara, H. Sakurai, R. Kawai, T. Kitano, A. Suzuki, T. Kondo, M. Iwaya, H. Amano, S. Kamiyama, and I. Akasaki: “Growth and Characterization of GaN Grown on Moth-Eye Patterned Sapphire Substrates”, 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- Daisuke Iida, Kentaro Nagamatsu, Kensuke Nagata, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “Growth of GaInN Films by High Pressure MOVPE System at 200kPa”, 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- K. Nonaka, T. Asai, K. Nagamatsu, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki: “Defects in Highly Mg-Doped AlN”, 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- Kenichiro Takeda, Fumiaki Mori, Yuji Ogiso, Tomoki Ichikawa, Kentaro Nonaka, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: Internal Quantum Efficiency of GaN/AlGa<sub>N</sub> Multi Quantum Wells on Different Dislocation Density Underlying Layer”, 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- Kentaro Nagamatsu, Daisuke Iida, Kenichiro Takeda, Kensuke Nagata, Toshiaki Asai, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “High Pressure MOVPE System with High-Speed Switching

- Valves for the Realization of High-Quality AlGaIn Low Temperatures”, 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- T. Asai, K. Nonaka, K. Ban, K. Nagata, K. Nagamatsu, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, I. Akasaki: “Growth of Low-Dislocation-Density AlGaIn using Mg-Doped AlN Underlying Layer”, 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- T. Matsubara, R. Kawai, K. Tamura, D. Iida, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki: “Light-Emitting Diodes with GaInN/GaN Multi-Quantum Wells Grown on (1011) Plane Thick GaInN Template”, 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- K. Nagata, T. Ichikawa, K. Takeda, K. Nagamatsu, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki: “High Output Power AlGaIn/GaN Ultraviolet Light Emitting Diodes by Activation of Mg-Doped P-Type AlGaIn in Oxygen Ambient”, 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- T. Sugiyama, D. Iida, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki: “Threshold Voltage Control using SiNx in Normally Off AlGaIn/GaN HFET with p-GaN Gate”, 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- Y. Kuwahara, Y. Fujiyama, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki: “Nitride-based Light-emitting Solar Cell”, 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- Y. Oshimura, K. Takeda, T. Sugiyama, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, I. Akasaki, A. Bandoh, T. Udagawa: “AlGaIn/GaN HFETs on Fe-doped GaN Substrates”, 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-10)
- R. Kawai, T. Kondo, A. Suzuki, F. Teramae, T. Kitano, K. Tamura, M. Iwaya, H. Amano, S. Kamiyama, I. Akasaki, M. Chen, A. Li, K. Su: “Realization of Extreme Light Extraction Efficiency for Moth-eye LEDs on SiC substrate using High-reflection Electrode”, 8<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, (2009-1-)
- (国内学会)
- 押村吉徳, 竹田健一郎, 杉山貴之, 岩谷素顕, 上山智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「Fe ドープ半絶縁性 GaN 自立基板を用いた AlGaIn/GaN HEMT の作製と評価」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 西村拓哉, 三好晃平, 金子由基雄, 岩谷素顕, 天野 浩, 上山 智, 赤崎 勇: 「陽極酸化法を用いたポーラス SiC の作製と光学評価」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2.
- 小木曾裕二, 竹田健一郎, 森 史明, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇, 坂東 章: 「MOVPE 法による新しいマスク材料を用いた AlN の選択成長」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 永松謙太郎, 浅井俊晶, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「AlGaIn 中の Mg の活性化エネルギー (II)」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 永田賢吾, 竹田健一郎, 永松謙太郎, 都築宏俊, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「活性化アニールによる p 型 Al<sub>0.17</sub>Ga<sub>0.83</sub>N の正孔濃度と接触比抵抗の評価」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 河合良介, 瀬古知世, 馬淵 翔, 寺前文晴, 鈴木敦志, 金子由基夫, 岩谷素顕, 天野 浩, 上山 智, 赤崎 勇: 「電子線投影露光法を用いて作製した Moth-eye 構造の SiC 基板上青色 LED への応用」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 天野 浩, 岩谷素顕, 上山 智, 赤崎 勇: 「持続可能な社会システム構築のための窒化物半導体の役割」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会 第 1 回窒化物半導体結晶成長講演会, 東京農工大小金井キャンパス 1 号館 1 階ホール, 2009.5.15-5.16, (2009-5)
- 押村吉徳, 竹田健一郎, 杉山貴之, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「Fe ドープ半絶縁性 GaN 基板上に作製した AlGaIn/GaN HEMT のデバイス特性と不純物解析」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会 第 1 回窒化物半導体結晶成長講演会, 東京農工大小金井キャンパス 1 号館 1 階ホール, 2009.5.15-5.16, (2009-5)
- 杉山貴之, 飯田大輔, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「p 型 GaN ゲートを有するノーマリーオフ型 GaN 系 HFET の閾値電圧制御および温度特性」, 電子情報通信学会 電子デバイス (ED) 研究会, 大阪大学 (銀杏会館), 2009.7.30-7.31, (2009-7)
- 杉山貴之, 飯田大輔, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「p-GaN ゲートを用いたノーマリー



- オフ型 AlGaIn/GaN JHFET の温度依存性」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 近藤俊行, 寺前文晴, 鈴木敦志, 北野 司, 手嶋一城, 前田 悟, 上山 智, 金子由基夫, 岩谷素顕, 天野 浩, 赤崎 勇: 「サファイア基板上 Moth-eye 構造の作製技術と LED への応用」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 石原章弘, 葉山 桂, 北野 司, 鈴木敦志, 近藤俊行, 岩谷素顕, 天野 浩, 上山 智, 赤崎 勇: 「Moth-eye 加工サファイア基板上への GaN 結晶成長に関する研究」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 葉山 桂, 北野 司, 鈴木敦志, 近藤俊行, 石原章弘, 野中健太郎, 上山 智, 岩谷素顕, 天野 浩, 赤崎 勇: 「電子ビーム転写露光法によって形成したナノ構造上への III 族窒化物半導体の結晶成長」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 松謙太郎, 竹田健一郎, 飯田大輔, 永田賢昌, 浅井俊品, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「加圧 MOVPE による高速バルブスイッチング技術を用いた AlGaIn の高品質化」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 永松謙太郎, 竹田健一郎, 飯田大輔, 永田賢昌, 浅井俊品, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「AlGaIn の原子層エピタキシャル成長」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 永田賢昌, 飯田大輔, 永松謙太郎, 松原哲也, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「高圧 MOVPE 法を用いた GaInN 成長」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 浅井俊品, 野中健太郎, 伴 和仁, 永田賢昌, 永松謙太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「Mg-doped AlN 下地層による AlGaIn の低転位化の機構」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 野中健太郎, 浅井俊品, 永松謙太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「Mg-doped AlN 下地層を用いた低転位 AlGaIn の微細構造観察」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 藤山泰治, 桑原洋介, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「MOVPE 法による GaInN 活性層を用いた p-i-n 発光太陽電池の層構造検討」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 桑原洋介, 藤山泰治, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「窒化物半導体を用いた発光太陽電池の作製と評価」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 田村健太, 飯田大輔, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「c 面および非極性 a 面 p-GaN の Mg 濃度最適化」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 河合良介, 近藤俊行, 鈴木敦志, 寺前文晴, 北野 司, 田村健太, 岩谷素顕, 天野 浩, 上山 智, 赤崎 勇: 「高反射電極を用いた SiC 基板上青色 LED の moth-eye 構造の最適化」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 永田賢吾, 竹田健一郎, 市川友紀, 永松謙太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「酸素雰囲気中での p 型 AlGaIn の活性化による高出力 AlGaIn/GaN 紫外 LED」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 岩谷素顕: 「高品質厚膜 GaInN 結晶の作製とそのデバイス応用」, 日本結晶成長学会, 名古屋大学, 2009.11.12-14, (2009-11)
- 永田賢昌, 飯田大輔, 永松謙太郎, 松原哲也, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「加圧 MOVPE 法による GaInN における InN 組成の圧力依存性」, 日本結晶成長学会, 名古屋大学, 2009.11.12-14, (2009-11)
- 永田賢昌, 飯田大輔, 永松謙太郎, 松原哲也, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「GaInN の加圧 MOVPE における熱力学解析」, 電子情報通信学会 電子デバイス研究会(ED)・電子部品・材料研究会(CPM)・レーザ・量子エレクトロニクス研究会(LQE) 合同研究会, 徳島大学, 2009.11.19-20, (2009-11)
- 市川友紀, 竹田健一郎, 小木曾裕二, 永田賢吾, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇, 吉田治正, 桑原正和, 山下陽滋, 菅 博文: 「UV レーザダイオードの動作電圧の低減」, 電子情報通信学会 電子デバイス研究会(ED)・電子部品・材料研究会(CPM)・レーザ・量子エレクトロニクス研究会(LQE) 合同研究会, 徳島大学, 2009.11.19-20, (2009-11)
- 岩谷素顕: 「酸素雰囲気中での活性化アニールによる紫外発光素子の高効率化」, 電子情報通信学会 電子デバイス研究会(ED)・電子部品・材料研究会(CPM)・

レーザ・量子エレクトロニクス研究会(LQE) 合同研究会, 徳島大学, 2009.11.19-20, (2009-11)

#### 宇佐美初彦

##### 【その他】

宇佐美初彦:「ANSYS と基礎実験の融合による実感教育の取り組み」, (招待講演)ANSYS Conference 2009 Japan Cybernet Systems, (2009)

宇佐美初彦:「表面分解法で生成した CNT 膜の摩擦部材への応用」, 日本機械学会誌, pp.427, (2009-5)

宇佐美初彦, 安藤正文:「混合粒子ピーニングによる傾斜組成表面の創成とその摩擦摩耗特性」, ショットピーニング技術協会シンポジウム, pp25-29, (2009-10)

H.Usami, Y.Hoshino, “Synergistic Effect of Surface Texture and Oil Repellence on Tribological Properties of Alloy Steel”, The 3rd International Conference on Machine Design and Tribology, (ICMDT 2009) Jeju, Korea, pp.57, (2009-6)

K.Miyake, H.Usami, M.Kusunoki: “Correlation between Friction and Conformational Change of Densely Packed Vertically Aligned Carbon Nanotube Film Observed by Atomic Force Microscopy”, World tribology congress 2009, Kyoto G223, pp.361, (2009-9)

Y.Ishida, H.Usami, Y.Hoshino, “Effect of micro dimples on frictional properties boundary lubricated condition”, World tribology congress 2009, Kyoto H221, pp.368, (2009-9)

M.Ando, H.Kitano, H.Usami, “Tribological properties of functional graded steel surface by fine particle peening” World tribology congress 2009, Kyoto K323, pp.695, (2009-9)

#### 丸山隆浩

##### 【著書】

Takahiro Maruyama, Shigeya Naritsuka, Michiko Kusunoki: ‘Carbon Nanotube Growth by Surface Decomposition of SiC’, “Research Progress in Materials Science”, (Editors: William Olsson and Filip Lindberg), pp.131-148, NOVA Science Publishers, (2009)

##### 【学術論文】

Shigeya Naritsuka, Shuji Matsuoka, Yuji Ishida, Takahiro Maruyama: “Effect of crystallographic orientation of microchannel on low-angle incidence microchannel epitaxy on (001) GaAs substrate”, J.Cryst.Growth 3111778-1782, (2009)

Shigeya Naritsuka, Midori Mori, Yoshitaka Takeuchi,

Takahiro Maruyama: “Influence of substrate temperature on nitridation of (001) GaAs using RF-radical source”, J.Cryst.Growth, 311, 2992-2995, (2009)

Kaushik Ghosh, Mukul Kumar, Takahiro Maruyama, Yoshinori Ando: “Micro-structural, electron-spectroscopic and field-emission studies of carbon nitride nanotubes grown from cage-like and linear carbon sources”, Carbon 47, 1565-1575, (2009)

Huafeng Wang, Kaushik Ghosh, Zhenhua Li, Takahiro Maruyama, Sake Innoue and Yoshinori Ando: “Direct Growth of Single-Walled Carbon Nanotube Films and Their Optoelectric Properties”, J.Phys.Chem.C, 113, 12079-12084, (2009)

Takahiro Maruyama, Tomoyuki Shiraiwa, Kuninori Sato, Shigeya Naritsuka: “Enhancement of Single-Walled Carbon Nanotube Formation Using Aluminum Oxide Buffer Layer in Alcohol Gas Source Method”, MRS Proceedings 1142-JJ05-07, (2009)

T.Maruyama, K.Sato, Y.Mizutani, K.Tanioku, T.Shiraiwa, S.Naritsuka: “Low-Temperature Synthesis of Single-Walled Carbon Nanotubes by Alcohol Gas Source Growth in High Vacuum”, J.Nanotechnol.Nanosci.To be published, (2009)

Kuniori Sato, Tomoyuki Shiraiwa Takahiro Maruyama, Shigeya Naritsuka: “Effect of Buffer Thickness on Single-Walled Carbon Nanotube Growth using Aluminum Oxide Buffer Layer with Alcohol Gas Source Method”, J.Nanotechnol.Nanosci.To be published.

K.Ueda, Y.Iijima, T.Maruyama, S.Naritsuka: “Effect of Annealing in a Hydrogen Atmosphere on Carbon Nanocap Formation in Surface Decomposition of 6H-SiC (000-1)”, J.Nanotechnol.Nanosci.To be published.

##### 【その他】

水谷芳裕, 佐藤一徳, 丸山隆浩, 成塚重弥:「高真空アルコールガスソース法による単層カーボンナノチューブ低温成長における酸化アルミニウムバッファ層の効果」, 第36回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム 3P-18, 名城大学(名古屋), 3月3-5日, (2009-3)

Huafeng Wang, Kaushik Ghosh, Zhenhua Li, Takahiro Maruyama, Sakae Inoue, Yoshinori Ando “Direct Growth of Single-walled Carbon Nanotubes Films and Their Opto-electric Properties”, 第36回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム 2P-6, 名城大学(名古屋), 3月3-5日, (2009-3)

上田和史, 丸山隆浩, “SiC 表面分解カーボンナノ

- チューブ生成における表面処理と直径制御”, 中部地区ナノテク総合支援: ナノ材料創製加工と先端機器分析平成 20 年度成果報告会 P03, 名古屋大学, 3 月 4 - 5 日, (2009-3)
- Kaushik Ghosh, Mukul Kumar, Takahiro Maruyama, Yoshinori Ando: “Comparative Studies of N-doped Carbon Nanotubes from Two Different Precursors in View of Their Structural, Spectroscopic and Field-Emission Performance”, 中部地区ナノテク総合支援: ナノ材料創製加工と先端機器分析平成 20 年度成果報告会 P32, 名古屋大学, 3 月 4 - 5 日, (2009-3)
- 成塚重弥, 行田哲也, 山本美美, 手嶋康将, 丸山隆浩, “Ni-Si ドーピングした GaAs からの近赤外発光”, 第 56 回応用物理学関係連合講演会 31p-P11-4, 筑波大学(つくば), 3 月 30 日 - 4 月 2 日, (2009-3)
- 佐藤一徳, 水谷芳裕, 丸山隆浩, 成塚重弥, “アルコールガスソース法によるカーボンナノチューブ低温成長における  $Al_2O_3$  膜厚の影響”, 第 56 回応用物理学関係連合講演会 2a-TA-8, 筑波大学(つくば), 3 月 30 日 - 4 月 2 日, (2009-4)
- 長江祐基, 丸山隆浩, 成塚重弥: 「RF ラジカル源を用いた MBE-GaN 選択成長に関する基礎的検討」, 日本結晶成長学会ナノエビ分科会第 1 回窒化物半導体結晶成長講演会「窒化物半導体結晶成長の未来を展望する」, FRI-10, 東京農工大小金井キャンパス, 5 月 15 日 - 16 日, (2009-5)
- Huafeng Wang, Zhenhua Li, Kaushik Ghosh, Takahiro Maruyama, Mukul Kumar, Sake Inoue and Yoshinori Ando: “Synthesis of double-walled carbon nanotube films and their field emission properties”, Tenth International Conference on the Science and Application of Nanotubes (NT09), 109, Beijing, China, June 21-26, (2009-6)
- Kaushik Ghosh, Mukul Kumar, Huafeng Wang, Takahiro Maruyama and Yoshinori Ando: “Nitrogen-modulated Wet-chemical Decoratoin of Carbon Nitride/ZnO Hetero-junction Film Results Enhanced Field-emission Performance”, Tenth International Conference on the Science and Application of Nanotubes (NT09), 122, Beijing, China, June 21-26, (2009-6)
- Y.Ando, D.Kanbayashi, T.Kawakami, T.Maruyama and S.Naritsuka: “Fabrication of GaAs-based resonant cavity light emitting diode on Si substrate using microchannel epitaxy”, Extended Abstracts of the 28<sup>th</sup> Electronic Materials Symposium (EMS-28), J-12, Laforet Biwako, Moriyama, Shiga, July 8-10, (2009-7)
- Shigeya Naritsuka, Yohei Monno, Midori Mori, Yoshitaka Takeuchi and Takahiro Maruyama: “XPS Study of Nitridation Mechanism of GaAs (001) Surface using RF-radical Source” (invited), SemiconNano 2009, O-14, Anan, Tokushima, August 10-13, (2009-8)
- 佐藤一徳, 丸山隆浩, 成塚重弥: “Influence of Water Addition on Carbon Nanotube Growth by Alcohol Gas Source Method in High Vacuum” (高真空中でのアルコールガスソース法によるカーボンナノチューブ成長への水添加の効果), 第 37 回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム 3P-32, つくば国際会議場(エポカルつくば), 9 月 1 日 - 9 月 3 日, (2009-9)
- 成塚重弥, 門野洋平, 森みどり, 竹内義孝, 丸山隆浩: 「RF ラジカル源を用いた GaAs (001) 表面窒化による GaN 超薄膜の形成」, 第 70 回応用物理学学会学術講演会 8a-F-1, 富山大学, 9 月 8 日 - 9 月 11 日, (2009-9)
- 丸山隆浩, 中浜郁也, 成塚重弥: 「SiC 表面分解法により生成したカーボンナノチューブ膜の精製」, 第 70 回応用物理学学会学術講演会 9p-ZR-11, 富山大学, 9 月 8 日 - 9 月 11 日, (2009-9)
- 神林大介, 川上拓也, 安藤悠平, 成塚重弥, 丸山隆浩: 「マイクロチャンネルエピタキシーを用いた Si 基板上 GaAs 系共振器型発光ダイオードの作製」, 第 70 回応用物理学学会学術講演会 11p-C-6, 富山大学, 9 月 8 日 - 9 月 11 日, (2009-9)
- 佐藤秀治郎, 小島春輝, 成塚重弥, 丸山隆浩: 「GaSb 電流制御型 LPE の基礎的検討」, 第 39 回結晶成長国内会議(NCCG-39) 12PS28, 名古屋大学, 11 月 12 日 - 14 日, (2009-11)
- 小島春輝, 佐藤秀治郎, 風間正志, 成塚重弥, 丸山隆浩: 「温度差法を用いた GaAs (001) マイクロチャンネルエピタキシーの成長条件の改善」, 第 39 回結晶成長国内会議(NCCG-39) 12PS29, 名古屋大学, 11 月 12 日 - 14 日, (2009-11)
- 大澤佑来, 神林大介, 安藤悠平, 成塚重弥, 丸山隆浩: 「(111)B GaAs 低角入射マイクロチャンネルエピタキシーのための基礎的検討」, 第 39 回結晶成長国内会議(NCCG-39) 12PS30, 名古屋大学, 11 月 12 日 - 14 日, (2009-11)
- 川上拓也, 神林大介, 安藤悠平, 成塚重弥, 丸山隆浩: 「ウェットエッチングによる端面ミラーを持つ AlGaAs 系レーザの試作」, 第 39 回結晶成長国内会議(NCCG-39) 12PS31, 名古屋大学, 11 月 12 日 - 14 日, (2009-11)
- 阿部亮太, 林家弘, 成塚重弥, 丸山隆浩: 「TMG と



NH<sub>3</sub>を用いたMOMBEによるGa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄膜の成長」, 第39回結晶成長国内会議(NCCG-39) 13PS30, 名古屋大学, 11月12日-14日, (2009-11)

長江祐基, 神林大介, 川上拓也, 大沢佑来, 丸山隆浩, 成塚重弥:「RFラジカル源を用いたMBE-GaN選択成長における基板温度の効果」, 第39回結晶成長国内会議(NCCG-39) 14aA08, 名古屋大学, 11月12日-14日, (2009-11)

Kuninori Sato, Takahiro Maruyama, Shigeya Naritsuka, "Enhancement Mechanism of SWNT Yield with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Buffer Layer in Low Temperature Growth", 2009 MRS Fall Meeting K 5.27, Hynes Convention Center and Sheraton Boston Hotel, Boston, MA, USA, November 30- December 4, (2009-12)

Takahiro Maruyama, Fumiya Nakahama, Shigeya Naritsuka, "Purification of Carbon Nanotube Films Formed on SiC Substrates by Surface Decomposition", 2009 MRS Fall Meeting K 14.40, Hynes Convention Center and Sheraton Boston Hotel, Boston, MA, USA, November 30- December 4, (2009-12)

丸山隆浩, "カーボンナノチューブの作製技術と構造制御"(依頼講演), (財)科学技術交流財団分野別研究会, 平成21年度カーボンナノチューブ応用研究会, 名城大学, 名城大学, 12月8日, (2009-12)

#### 六田英治

##### 【その他】

E.Rokuta, H.Murata, R.Sakurai, S.Shimizu, S.Fujita, H.Shimoyama, and C.Oshima: "FEM study of Au-deposited nanopramids grown on blunt W tips via assistive remolding treatment", 2009 22<sup>nd</sup> International Vacuum Nanoelectronics Conference, Technical Digest pp.125-126, (2009-7)

#### 榎本和城

##### 【学術論文】

金子堅司, 榎本和城:「形状記憶合金を用いたレシプロタイプ熱エンジンの開発(自己駆動型回転バルブを備えたラチェット駆動システム)」, 日本機械学会論文集B編〔熱工学, 内燃機関, 動力など〕, Vol.75, No.750, pp.363-369, (2009-2)

##### 【その他】

榎本和城, 大竹尚登:「複合材料講座 FRP 構成素材入門 第5章 最新動向:リサイクル, ナノ繊維強化複合材料, 新成形法-カーボンナノチューブ複合材料-」, 日本複合材料学会誌, Vol.35, No.1, pp.33-38, (2009-1)

籠橋勇太, 金子堅司, 榎本和城:「窒化ホウ素/ポリ

乳酸複合材料の熱伝導特性」, プラスチック成形加工学会第20回年次大会(成形加工'09)講演予稿集, pp.297-298, (2009-6)

金子堅司, 榎本和城, 平石善紀:「共晶及び鉛フリーはんだの二軸応力下の非弾性変形特性」, 日本機械学会 M&M2009 (材料力学カンファレンス) 講演論文集, CD-ROM, (2009-7)

金子堅司, 二川正敏, 高橋俊平, 榎本和城:「微小押し込み試験によるポリプロピレンの非弾性変形特性評価」, 日本機械学会 M&M2009 (材料力学カンファレンス) 講演論文集, CD-ROM, (2009-7)

金子堅司, 榎本和城, 石井淳:「テープ形状記憶合金を用いたレシプロタイプ熱エンジンの開発」, 日本機械学会 2009年度年次大会講演論文集, Vol.1, pp201-202, (2009-9)

金子堅司, 二川正敏, 水島亜紗美, 高橋俊平, 榎本和城:「押し込み法によるポリプロピレンの非弾性変形特性評価」, 日本機械学会 2009年度年次大会講演論文集, Vol.2, pp.335-336, (2009-9)

金子堅司, 長沼寛樹, 榎本和城:「突き合わせはんだ接合継ぎ手強度に及ぼす温度と負荷速度の影響」, 日本機械学会 第17回機械材料・材料加工技術講演会(M&P2009) 講演論文集, CD-ROM, (2009-11)

金子堅司, 塩野雅人, 榎本和城:「形状記憶合金を用いたレシプロタイプ熱エンジンの開発研究」, 日本機械学会 第17回機械材料・材料加工技術講演会(M&P2009) 講演論文集, CD-ROM, (2009-11)

金子堅司, 高藤聡, 榎本和城:「熱負荷を受けた遮熱被膜のせん断疲労破壊とはく離機構に関する研究」, 日本機械学会 第17回機械材料・材料加工技術講演会(M&P2009) 講演論文集, CD-ROM, (2009-11)

#### 小澤理樹

##### 【学術論文】

Y.Liang, M.Ozawa, and A.Kreuger: "A General Procedure to Functionalize Agglomerating Nanoparticles Demonstrated on Nanodiamond," ACS Nano, Vol.3, No.8, pp.2288-2296, (2009-6)

##### 【その他】

小澤理樹, Yuejiang Liang, Anke Krueger:「ナノダイヤモンドの化学修飾:凝集するナノ粒子に対する表面化学」, 第37回フラーレン・ナノチューブ総合シンポジウム講演要旨集, pp.32, (2009-9)

#### 池辺由美子

##### 【学術論文】

E.Ban, Y.Ikebe, Y.Matsuoka, G.Nishijima and K.Watanabe: "Fabrication and superconducting properties of



aluminum doped (Nd, Sm, Gd)-Ba-Cu-O filaments”,  
IEEE Transaction on Applied Superconductivity, Vol.19,  
No.3, pp.2953-2956, (2009-6)

Y.Ikebe, E.Ban, Y.Matsuoka, G.Nishijima and K.Watanabe:  
“Effect of Pt addition on microstructure and  
superconducting properties for filamentary (Nd, Sm, Gd)  
-Ba-Cu-O superconductors”, IEEE Transaction on Applied  
Superconductivity, Vol.19, No.3, pp.2957-2960, (2009-6)

【その他】

坂えり子, 池邊由美子, 松岡是治:「人工ピニングセ  
ンターを導入した(Nd, Sm, Gd)-Ba-Cu-O 超伝導ファイ  
ラメントの電流輸送特性」, 名城大学総合学術研究  
所総合学術研究論文, 第8号, pp.19-25, (2009-3)

鈴木崇也, 池邊由美子, 坂えり子, 松岡是治:「Sn  
を添加した繊維状 Sm123 超伝導体の作製と評価」,  
名城大学理工学部研究報告, 第49号, pp.104-107,  
(2009-3)

坂えり子, 池邊由美子, 西島元, 渡辺和雄:「Al をドー  
プした(Nd, Sm, Gd)-Ba-Cu-O 超伝導フィラメントの  
磁場中電流輸送特性」, 東北大学金属材料研究所強  
磁場超伝導材料研究センター平成20年度年次報告,  
pp.34-37, (2009-6)

伊藤充紀, 鈴木智之, 富本佳佑, 池邊由美子, 坂えり子:  
「セラミックス基板にスクリーン印刷した SZO 膜  
の電気伝導特性」, 2009 年秋季第70 回応用物理学  
会学術講演会予稿集, pp.426, (2009-9)

E.Ban, Y.Ikebe, G.Nishijima and K.Watanabe:  
“Microstructure and transport properties of filamentary  
(Sm, Gd, Dy)-Ba-Cu-O superconductor”, 9<sup>th</sup> European  
Conference on Applied Superconductivity abstract,  
pp.51, (2009-9)

Y.Ikebe, E.Ban, G.Nishijima and K.Watanabe:  
“Superconducting properties of metal doped filamentary  
(Nd, Sm, Gd)-Ba-Cu-O superconductors”, 9<sup>th</sup>  
European Conference on Applied Superconductivity  
abstract, pp.43, (2009-9)

E.Ban, Y.Ikebe, T.Suzuki, G.Nishijima and K.Watanabe:  
“Effect of Sn addition on the superconducting properties  
of SmBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>y</sub> filaments”, 22<sup>nd</sup> International  
Symposium on Superconductivity abstract, pp.226,  
(2009-11)

Y.Ikebe, E.Ban, G.Nishijima and K.Watanabe: “Critical  
current density in high magnetic field of cobalt doped  
NSG123 filaments”, 22<sup>nd</sup> International Symposium on  
Superconductivity abstract, pp.254, (2009-11)

伊藤充紀, 池邊由美子, 坂えり子:「SrZr<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>O<sub>3-δ</sub> 厚

膜の作製と電気伝導特性の評価」, 平成21年度日本  
セラミックス協会東海支部学術研究発表会, (2009-  
11)

## 機械システム工学科

## 井村 隆

## 【学術論文】

宇佐美勝, 井村 隆:「新衝突法を適用した超音速不足膨張噴流の三次元 DSMC 解析(平行噴流の相互干渉と矩形孔からの自由噴流)」, 日本機械学会論文集 B 編, Vol. 75, No. 749, pp.1-10, (2009-1)

M. Usami, S. Niimi, T. Imura and T. Takahashi, "DSMC Calculation of Supersonic Free Jet through a Rectangular or a Multi-aperture Orifice by an Improved New Collision Scheme", Rarefied Gas Dynamics, AIP Conference Proceedings, Vol. 1084, pp. 1135-1140, (2009-3)

井村 隆, 庵原英雄:「不等コイルばねの設計法」, 日本設計工学会誌, vol.44, No. 9, pp.46-49, (2009-9)

## 宇佐美 勝

## 【著書】

宇佐美勝:「直接シミュレーションモンテカルロ法(DSMC法の基礎)」, 『計算力学ハンドブックⅢ 原子/分子・離散粒子のシミュレーション』(日本機械学会編), 第4章(4.1), pp. 130-149, 日本機械学会, (2009-9)

## 【学術論文】

宇佐美勝, 井村 隆:「新衝突法を適用した超音速不足膨張噴流の三次元 DSMC 解析(平行噴流の相互干渉と矩形孔からの自由噴流)」, 日本機械学会論文集 B 編, Vol.75, No.749, pp.1-10, (2009-1)

M. Usami, T. Kamiya, H. Maeda and Y. Furukawa: "DSMC Calculation of Karman Vortex Flow and Taylor Vortex Flow by an Improved New Collision Scheme (U-system 3)", Rarefied Gas Dynamics, AIP Conference Proceedings, Vol. 1084, pp. 365-370, (2009-3)

M. Usami, S. Niimi, T. Imura and T. Takahashi: "DSMC Calculation of Supersonic Free Jet through a Rectangular or a Multi-aperture Orifice by an Improved New Collision Scheme", Rarefied Gas Dynamics, AIP Conference Proceedings, Vol. 1084, pp. 1135-1140, (2009-3)

## 【その他】

古川裕介, 河野泰大, 宇佐美勝:「渦剥離流れの DSMC 分子流シミュレーション」, 日本機械学会流体工学部門講演会講演論文集, No. 09-8, pp. 41-42, (2009-11)

## 江上 登

## 【論文】

田中啓介, 橋本 篤, 成田純一, 江上 登:「オー

テナイト系ステンレス鋼の環状欠き丸棒のねじり疲労寿命」, 材料, 第 58 巻, 第 12 号, pp.1044-1050, (2009-12)

Koichiro Nanbu, Katushi Saruki oboru Egami, Satoru Kondo: "Effect of Shot-Peening on the Rotating bending Fatigue Strength of the High Si Hard Drawn-Wire to which the small Defect was Given", Proceedings of the 17<sup>TH</sup> The International Federation for Heat Treatment and Surface Engineering (IFHTSE) Congress, Vol.49, SPECIAL ISSUE 2009, 109-112, (2009)

## 【その他】

江上 登:「中部支部編集号に寄せて」, 日本熱処理技術協会誌, Vol.49, No.5, 235, (2009)

來海博央, 太田 航, 内村将大, 藤山一成, 中世古洗, 江上 登:「FIB/EBSD シリアルセクションング技術による遮熱コーティングの微視組織評価」, 日本熱処理技術協会誌, Vol.49, No.5, 233-234, (2009)

成田純一, 田中啓介, 橋本 篤, 江上 登:「ステンレス鋼 SUS316L 段付丸棒の複合荷重下における疲労強度」, 日本機械学会東海支部第 58 期総会講演会講演論文集 No.093-1, 5-6 (2009-3)

南部紘一郎, 松坂佳祐, 江上 登:「SUP10 ばね鋼の疲労強度に及ぼす FPB 処理による表面改質効果」, 日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集, Vol.1, 111-112, No.09-10 (2009-10)

阿部慎吾, 南部紘一郎, 辻 昌弘, 江上 登:「硬質薄膜の密着性に及ぼす FPB 処理の影響」, 日本機械学会山梨講演会, No.090-4, 194-195, (2009-10)

山口 翔, 箕浦勇貴, 服部友一, 宮坂四志男, 江上 登:「Pure Mg と HA による生体複合材料の開発とその生体親和性評価」, 日本機械学会第 20 回バイオフロンティア講演会, No.09-10, 9-10, (2009-11)

J.Narita, K.Tanaka, A.Hashimoto, N.Egami: "Fatigue Life of Circumferentially Notched Bars of Austenitic Stainless Steel under Cyclic Torsion", Asian Pacific Conference for Materials and Mechanics 2009, a89, (2009-11)

## 大槻 敦巳

## 【学術論文】

大槻敦巳:「片持はりをを用いた可撓性積層薄肉材料の革新的ヤング率測定法」, ばね論文集, 第 54 号, pp.41-48, (2009-5)

大槻敦巳:「薄板(薄膜)・細線材料に対する斬新な

ヤング率測定法について (7)], 日本ばね学会会報, No.448, pp.6-7, (2009-1)

大槻敦巳:「薄板(薄膜)・細線材料に対する斬新なヤング率測定法について (8)], 日本ばね学会会報, No.453, pp.6-7, (2009-6)

大槻敦巳:「薄板(薄膜)・細線材料に対する斬新なヤング率測定法について (9)], 日本ばね学会会報, No.454, pp.7-8, (2009-7)

大槻敦巳:「薄板(薄膜)・細線材料に対する斬新なヤング率測定法について (10)], 日本ばね学会会報, No.455, pp.7-8, (2009-8)

大槻敦巳:「薄板(薄膜)・細線材料に対する斬新なヤング率測定法について (11)], 日本ばね学会会報, No.457, pp.6-7, (2009-10)

大槻敦巳:「薄板(薄膜)・細線材料に対する斬新なヤング率測定法について (12)], 日本ばね学会会報, No.458, pp.4-5, (2009-11)

#### 【その他】

大槻敦巳, 鈴木理智:「自重大変形による可撓性材料の新ヤング率測定法」, 日本機械学会 M&M2009 講演会論文集, No.09-3, pp.148-1508, (2009-7)

大槻敦巳:「多層材料の新ヤング率測定法」, 日本機械学会 2009 年度年次大会講演会論文集, Vol.1, pp.129-130, (2009-9)

大槻敦巳:「自重大たわみ変形を利用した薄板/細線の新ヤング率測定法」, 日本ばね学会, 2009 年度秋季講演会論文集, p.25/28, (2009-11)

#### 大道武生

##### 【その他】

大道武生:「産業ロボットのアーム構造」, 機械設計, 日刊工業新聞社, Vol52, No13, (2008-11)

前田純一郎(清水建設), 大道武生(名城大学), 新井健生(大阪大学), 神徳徹雄(産総研), 谷川民生(産総研):「環境情報化によるリニューアール天井解体作業システムの開発」, 第9回計測自動制御学会システムインテグレーション部門後援会(SI2008)予稿集, CDR 1G1-1, (2008-12)

脇田昌明(名城大学), 名和徹夫(名城大学), 芦澤怜史(名城大学), 稲葉一哉(名城大学), 黒宮裕介(名城大学), 渡辺聖也(名城大学), 大道武生(名城大学):「ウォータージェットによる天井ボード高速解体手法の開発その2」, 第9回計測自動制御学会システムインテグレーション部門後援会(SI2008)予稿集, CDR 1G1-5, (2008-12)

稲山智一(名城大学), 渡辺聖也(名城大学), 黒宮祐介(名城大学), 大道武生(名城大学), 脇田昌明(名

城大学):「直動型水圧サーボ弁の開発その2」, 第9回計測自動制御学会システムインテグレーション部門後援会(SI2008)予稿集, CDR1G1-6, (2008-12)

大道武生, 稲山智一, 脇田昌明, 前田純一郎:「天井ボード解体のためのロボット向き新工法の開発」, 第14回ロボティクスシンポジウム予稿集, pp491-496, (2009-3)

渡辺聖也, 脇田昌明, 稲山智一, 大道武生:「低流量水圧サーボ弁の開発と機能評価」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2009 講演論文集, CDROM 1A2-E09, (2009-6)

芦澤怜史, 脇田昌明, 渡辺聖也, 黒宮裕介, 高柳一樹, 大道武生:「水圧マニピュレータを有する移動作業ロボットの開発」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2009 講演論文集, CDROM A2-C12, (2009-6)

黒宮裕介, 芦澤怜史, 名和徹夫, 高羽巧倫, 大道武生:「埋設構造体の検出と倣い制御機構の開発」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2009 講演論文集, CDROM 1A1-B16, (2009-6)

芦澤怜史, 黒宮裕介, 渡辺聖也, 高柳一樹, 大道武生, 前田純一郎(清水建設):「天井解体ロボットのための移動手法の研究」, 第27回日本ロボット学界学術講演会 予稿集, CDROM 1G1-01, (2009-9)

#### 小島晋爾,

##### 【その他】

S.Kojima and Y.Ohta: "Numerical Analysos on the Interaction between Flames and Pre flame Reactions under a Knocking Condition", Proceedings of 22nd International Colloquium on the Dynamics of Explosions and Reactive Systems, CD-ROM, Oral150 (ICDERS09\_0150.pdf), (2009-7)

小島晋爾:「8.2.2 燃焼技術・燃焼」, 日本機械学会誌, Vol.112, No.1089, p.641, (2009-8)

小島晋爾, 太田安彦:「火炎伝播と前炎反応の干渉に関する数値解析」, 第20回内燃機関シンポジウム講演論文集, pp.497-501, (2009-9)

#### 小林明発

##### 【その他】

小林明発, 丹羽良典:「精密・超精密機械加工における表面生成機構に関する研究」, (社)日本機械学会東海支部第58期総会講演会講演論文集, No.93-1, pp.39-40, (2009-3)

小林明発, 鈴木 貴:「断続ゼロエミッション切削用硬質薄膜の機械的特性の検討」, (社)日本機械学会東海支部第58期総会講演会講演論文集, No.93-1,

pp.41-42, (2009-3)

A. Kobayashi, Y. Niwa : “Surface Generation Mechanism by Burnishing Action of Cutting Edge in Precision or Ultra-Precision Machining”, Proceedings of World Tribology Congress 2009, F-114, P.95, (2009-9)

小林明彦, 川嶋克稔, 重松 典一 : 「A6061Al 合金と AZ31Mg 合金の摩擦圧接特性」, 摩擦接合技術協会第 2 回研究発表会資料, pp. 13-16, (2009-10)

A. Kobayashi, T. Suzuki, D. Mori : “Mechanical and Tribological Characteristics of Nitride Hard Thin Films for Zero Emission End milling”, Proceedings of The 5th International Conference on Leading Edge of Manufacturing in 21st Century, pp.1-4, (2009-12)

#### 福田康明

##### 【学術論文】

山田裕昭, 福田康明, 小竹暢隆, 堀越哲美 : 「多能工化による作業習熟の研究 - 難易度の異なる類似作業における評価 - 」, 日本生産管理学会論文誌, Vol. 15, No. 2, pp.39-46, (2009-3)

富田将大, 福田康明, 山田裕昭 : 「生産管理手法の活用に関する研究 - 日本と中国との比較・検討 - 」, 日本生産管理学会論文誌, Vol. 15, No. 2, pp.95-100, (2009-3)

丹下英典, 福田康明, 杉谷卓志 : 「設備の加工点保全に関する研究 - アルミ材を用いた高速加工における切削条件の探究 - 」, 日本設備管理学会誌, Vol.21, No.1, pp.1-6, (2009-5)

長谷川勝久, 福田康明, 斎藤 真 : 「セル生産における作業者の生体負担に関する研究」, 日本人間工学会誌, Vol. 45, No. 4, pp.219-225, (2009-8)

大矢雅之, 福田康明, 山田裕昭 : 「セル生産における作業者の習熟特性に関する研究」, 日本人間工学会誌, Vol. 45, No. 5, pp.278-285, (2009-10)

##### 【その他】

平田将太, 山本寛之, 福田康明 : 「セル生産方式における作業習熟の研究」, 平成 20 年度日本経営工学会中部支部研究発表会講演論文集, pp.5-8, (2009-2)

富田将大, 新実智久, 濱野直人, 福田康明, 山田裕昭 : 「生産管理手法の活用に関する研究 - 郵送用機器関連企業の実態調査 - 」, 平成 20 年度日本経営工学会中部支部研究発表会講演論文集, pp.29-32, (2009-2)

山田裕昭, 福田康明, 小竹暢隆, 堀越哲美 : 「熟練技能の習得を目指した作業習熟の研究 - 労働作業における中断期間が習熟特性に及ぼす影響 - 」, 日本生産管理学会第 29 回全国大会講演論文集, pp.213-216, (2009-3)

平田将太, 福田康明, 山田裕昭 : 「セル生産の習熟特性の解析」, 日本人間工学会第 50 回大会講演集, 242-243, (2009-6)

Mohamad fuazi bin zaini, Yoshio Nakashima, Mamoru Takamatu, Yasuaki Fukuta : “An Analysis of Colored LED Lights in Dense Fog”, 日本人間工学会第 50 回大会講演集, pp. 334-335, (2009-6)

早川泰弘, 福田康明, 斎藤 真, 鬼頭吉幸 : 「立位作業における筋負担に関する研究」, 日本人間工学会第 50 回大会講演集, pp. 414-415, (2009-6)

福田康明, 富田将太, 山田裕昭 : 「郵送用機器産業における生産管理手法の活用に関する研究」, 日本生産管理学会第 30 回全国大会講演論文集, pp. 233-236, (2009-9)

平田将太, 加藤琴音, 石垣和也, 針山健太郎, 福田康明 : 「達成度手法における作業習熟の研究 - 単一作業とセル生産作業の比較 - 」, 日本人間工学会東海支部 2009 年度研究大会論文集, pp.18-19, (2009-10)

Mohamad Fauzii Bin Zaini, Hiroki Fujita, Mamoru Takamatu, Yoshio Nakashima, Yasuaki Fukuta : “Perceived Saturation of Colored LDE Lights with Human Visual - In Night Time Dense Fog - ”, 日本人間工学会東海支部 2009 年度研究大会論文集, pp.42-43, (2009-10)

早川泰弘, 安藤誓悟, 神谷泰弘, 福田康明, 斎藤 真 : 「組立作業における筋負担に関する研究」, 日本人間工学会東海支部 2009 年度研究大会論文集, pp.46-47, (2009-10)

#### 藤山一成

##### 【著書】

岡崎正和, 藤山一成ほか 20 名 : 「実機への応用」, 『高温強度の基礎・考え方・応用』(日本材料学会 高温強度部門委員会編), 第 14 章, pp. 404-417, 日本材料学会, (2008-10)

河本 洋, 藤山一成ほか 17 名 : 「エネルギー機器および建築構造物における信頼性工学の応用」, 『産業界における信頼性工学の応用』(日本材料学会編), 第 3 章, pp. 89-102, 養賢堂, (2008-11)

##### 【学術論文】

K. Fujiyama, K. Mori, T. Matsunaga, H. Kimachi, T. Saito, T. Hino and R. Ishii : “Creep-damage assessment of high chromium heat resistant steels and weldments”, Materials Science and Engineering A, 510-511, pp. 195-201, (2009-6)

K. Fujiyama, K. Mori, D. Kaneko, H. Kimachi, T. Saito, R. Ishii and T. Hino : “Creep damage assessment of



10Cr-1Mo-1W-VNbN steel forging through EBSD observation”, International Journal of Pressure Vessels and Piping, 86, pp. 570-577, (2009-9)

#### 【その他】

K. Fujiyama : “EBSD Analysis of Micro-Cracking in TBCs”, Proceedings of the 2nd German-Japanes Workshop on Thermal Barrier Coating Systems for Gas Turbines, B2-1, (2009-5)

藤山一成, 村岡嵩士, 伊藤啓一朗: 「統計的材料・構造選択マップの複合損傷を受ける構造部材への適用」, 日本材料学会第 58 期学術講演会講演論文集, pp. 225-226, (2009-5)

藤山一成, 伊藤啓一朗, 村岡嵩士: 「複合損傷のワールド統計情報を活用した構造部材の信頼性評価」, 日本材料学会第 58 期学術講演会講演論文集, pp. 231-232, (2009-5)

藤山一成: 講座「高温機器における劣化・損傷の検出と寿命診断 1. 概説」, 材料, Vol. 58, No. 5, pp. 443-448, (2009-5)

藤山一成: 展望・解説「蒸気タービンの新しい寿命診断」, ターボ機械, Vol. 37, No. 10, pp. 590-598, (2009-6)

眩黒和斗, 藤山一成, 中世古洗, 石井龍一, 日野武久: 「Ni-Cr-Co-Fe 合金におけるクリープ損傷過程の EBSD 観察」, 日本機械学会 M&M2009 カンファレンス講演論文集, pp.350-351, CD-ROM, (2009-7)

市川慧太, 藤山一成, 田中啓介: 「X 線回折法による耐熱鋼および耐熱合金のクリープ損傷評価」, 日本機械学会 M&M2009 カンファレンス講演論文集, pp.651-653, CD-ROM, (2009-7)

坂川雄祐, 平澤拓哉, 田中啓介, 藤山一成: 「鉛フリーはんだのクリープ疲労き裂進展過程におけるき裂形態と組織形態の関係」, 日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集, pp.91-92, (2009-9)

加藤幸弘, 中世古洗, 藤山一成, 來海博央: 「遮熱コーティングの加熱によるはく離損傷過程の結晶解析にもとづく評価」, 日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集, pp.279-280, (2009-9)

#### 楊 劍鳴

#### 【学術論文】

Jianming Yang, Huang Guiyun, “A research on the Intelligent DC-Motor Control”, Proc. of IEEE ICMA2009, pp.54-59, (2009-8)

#### 大島成通

#### 【その他】

宮川英樹, 平松右輔, 大島成通: 「並列アナログ回路

を用いた画像特徴量の実時間抽出に関する研究」, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.109, No.306, pp. 165-169, (2009-11)

#### 來海博央

#### 【学術論文】

K. Fujiyama, K. Moria, T. Matsunaga, H. Kimachi, T. Saito, T. Hino, R. Ishii : “Creep-damage Assessment of High Chromium Heat Resistant Steels and Weldments”, Materials Science and Engineering A, Vol. 510-511, pp. 195-201, (2009-6)

來海博央・山本真司・太田 航・白木原香織・藤田雄一: 「顕微ラマン分光法を用いたサブミクロン空間分解能でのアルミナ単結晶中の全応力成分測定」, 材料, 第 58 巻, 第 7 号, pp. 603-609, (2009-7)

K. Fujiyama, K. Moria, D. Kaneko, H. Kimachi, T. Saito, R. Ishii, T. Hino : “Creep-damage Assessment of 10Cr-1Mo-1W-VNbN Steel Forging through EBSD Observation”, Internatinal Journal of Pressure Vessels and Piping, Vol. 86, pp. 570-577, (2009-9)

來海博央, 太田 航, 内村将大, 藤山一成, 中世古洗, 江上 登: 「シリアルセクショニング技術による遮熱コーティングの微視組織評価」, 熱処理, 49 巻 5 号, pp. 233-234, (2009-10)

#### 【その他】

來海博央: 「顕微ラマン分光法ならびに EBSD 法を用いた遮熱コーティングの熱損傷評価」, (依頼講演) 第 57 期第 5 回高温強度部門委員会講演資料, pp. 25-31, (2009-5)

晝河和希, 野々山晃彰, 來海博央, 白木原香織, 田中啓介: 「結晶構造が異なる圧電セラミックスの疲労き裂進展挙動」, 日本材料学会第 58 期学術講演会講演論文集, pp. 179-180, (2009-5)

上野裕美, 田中啓介, 浅野博昭, 來海博央: 「電着すず薄膜におけるウイスキーの成長機構に関する研究」, 日本材料学会第 58 期学術講演会講演論文集, pp.249-250, (2009-5)

田中啓介, 五十川有紀, 浅野博昭, 來海博央: 「ナノ結晶電着ニッケル薄膜の疲労機構」, 日本材料学会第 58 期学術講演会講演論文集, pp. 403-404, (2009-5)

浅野博昭, 五十川有紀, 田中啓介, 來海博央: 「電着法により創製したニッケルナノ結晶薄膜の疲労特性評価」, 日本機械学会 M&M2009 材料力学カンファレンス講演論文集, OS0727, CD-ROM, (2009-7)

鈴木航平(名城大), 田中啓介, 來海博央: 「鉛フリーはんだにおける疲労き裂進展の有限要素法解析によ

- る予測」, 日本機械学会 M&M2009 材料力学カンファレンス講演論文集, OS0731, CD-ROM, (2009-7)
- 野々山晃彰, 晝河和希, 來海博央, 白木原香織, 田中啓介: 「結晶構造が異なる圧電セラミックス(PZT)の疲労き裂進展挙動」, 日本機械学会 M&M2009 材料力学カンファレンス講演論文集, OS0407, CD-ROM, (2009-7)
- 田中啓介, 菖蒲敬久, 成田純一, 來海博央: 「高エネルギー放射光単色 X 線を用いた材料内部き裂の CT とひずみ分布の同時計測」, 日本機械学会 M&M2009 材料力学カンファレンス講演論文集, OS1208, CD-ROM, (2009-7)
- 奥語勇一, 山本真司, 來海博央: 「ラマン分光法を用いた破壊過程における CFRP の応力マッピング」, 日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集(1), pp. 159-160, (2009-9)
- 加藤幸弘, 中世古洸, 藤山一成, 來海博央: 「遮熱コーティングの加熱によるはく離損傷過程の結晶解析にもとづく評価」, 日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集(1), pp. 279-280, (2009-9)
- K. Tanaka, Y. Isokawa, H. Asano, H. Kimachi: 「Fatigue Strength of Nanocrystalline Nickel Electrodeposited Thin Films, Asian Pacific Conference for Materials and Mechanics 2009, a116, (2009-11)

#### 古川裕之

##### 【その他】

- 田中 豪, 古川裕之: 「回転円盤周りのビーズ渦に関する実験的研究」, 第 40 回学生印卒業研究発表後援会, pp. 129-130, (2009-3)
- 鈴木雄也, 古川裕之: 「回転円盤周りの螺旋渦に関する実験的研究」, 第 40 回学生印卒業研究発表後援会, pp. 161-162, (2009-3)
- 古川裕之, 田中 豪: 「回転円盤周りのビーズ渦に関する実験的研究」, 日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集, Vol. 6, pp. 89-90, (2009-9)
- 古川裕之, 鈴木雄也: 「回転円盤周りの螺旋渦に関する実験的研究」, 日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集, Vol. 6, pp. 91-92, (2009-9)
- 渡辺 崇, 古川裕之: 「容器内回転円板周りの乱れ流れの可視化的評価」, 日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集, Vol. 6, pp. 93-94, (2009-9)
- 古川裕之, 七種高志朗: 「ヨットのキール・バルブの抵抗軽減に関する研究」, 日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集, Vol. 2, pp. 281-282, (2009-9)
- Hiroyuki Furukawa, Masayuki Nakajima, Takuma Ohashi, Takashi Watanabe: 「EXPERIMENTAL STUDY OF

EFFECT CIRCULAR WALLS AROUND ROTATING DISK」, 第 16 回国際テラークエットワークショッ  
プ, (2009-9)

- Hiroyuki Furukawa, Ohashi Takuma, Watanabe Takashi: 「Estimation of fluid energy in Taylor vortex flow using PIV method」, R09 twin world congress, pp.115, (2009-9)

#### 久保 貴

##### 【著書】

##### 【学術論文】

- Y. Sakai, K. Nagata, H. Yokoi, T. Kubo, and H. Shimogata: 「Experimental Study on Relationships between Large-scale Coherent Motions and Bursting Events in a Turbulent Boundary Layer」, Journal of Fluid Science and Technology, Vol. 4, No. 1, p. 37-46, (2009-1)
- 長田孝二, 酒井康彦, 田川眞司, 濱松 岳, 久保 貴: 「壁面ブロッキング効果により発生するコーナー近傍での二次流れ」, 日本機械学会論文集(B編), 75 巻, 749 号, pp. 40-47, (2009-1)
- 久保 貴, 酒井康彦, 本田 聡: 「液相格子乱流における反応性スカラー拡散の研究(第 1 報, 単一反応の場合)」, 日本機械学会論文集(B編), 75 巻, 749 号, pp. 48-54, (2009-1)
- 久保 貴, 酒井康彦, 本田 聡: 「液相格子乱流における反応性スカラー拡散の研究(第 2 報, 連続競争反応の場合)」, 日本機械学会論文集(B編), 75 巻, 749 号, pp. 55-60, (2009-1)
- K. Koido, K. Hirosaka, T. Kubo, M. Fukayama, K. Ouryouji, and T. Hasegawa: 「Numerical Study on Premixed Hydrothermal Combustion in Tube Reactor,」 Combustion Theory and Modelling, Vol. 13, No. 2, pp. 295-318, (2009-4)
- 鈴木博貴, 長田孝二, 酒井康彦, 早瀬敏幸, 久保 貴: 「有限差分法を用いた平行平板間乱流 DNS の精度向上について(粘性項への Compact Scheme の導入による散逸領域の高解像度化の試み)」, 日本機械学会論文集(B編), 75 巻, 752 号, pp. 642-649, (2009-4)
- T. Kubo, Y. Sakai, K. Nagata, and K. Iida, 「Experimental Study on the Turbulent Reactive Plane Jet in Liquid」, Journal of Fluid Science and Technology, Vol. 4, No. 2, p. 368-378, (2009-5)
- 長田孝二, 酒井康彦, 廣森健祐, 久保 貴, 小黒祐希: 「稼動突起による軸対称噴流の能動制御の試み(突起形状と稼動パターンの違いによる噴流構造の変化)」, 日本機械学会論文集(B編), 75 巻, 754 号, pp. 1296-1303, (2009-6)

鈴木博貴, 長田孝二, 酒井康彦, 早瀬敏幸, 久保 貴:「フラクタル格子により生成されるマルチスケール誘起乱流の構造とスカラー拡散機構(第1報, DNSによるフラクタル基本形状の影響に関する検討)」、日本機械学会論文集(B編), 75巻, 755号, pp. 1387-1394, (2009-7)

酒井康彦, 長田孝二, 森口優, 久保 貴:「二成分瞬間速度と瞬間圧力の同時測定による二次元乱流噴流の構造に関する研究(速度変動と圧力変動の相互相関係数およびエネルギー収支の実験的評価)」、日本機械学会論文集(B編), 75巻, 758号, pp. 2029-2035, (2009-10)

#### 【その他】

井阪正則, 久保 貴, 伊藤隆英, 酒井康彦, 長田孝二:「再生ポンプ内部流れに関する研究」, 日本機械学会東海支部第58期総会講演会講演論文集, pp. 225-226, (2009-3)

濱松 岳, 長田孝二, 酒井康彦, 久保 貴:「壁面ブロッキング効果によるコーナー近傍及び波状壁面上での二次流れに関する実験的研究」, 日本機械学会東海支部第58期総会講演会講演論文集, pp. 227-228, (2009-3)

福村佳紀, 久保 貴, 酒井康彦, 長田孝二:「反応性液中二次元噴流に関する実験的研究」, 日本機械学会東海支部第58期総会講演会講演論文集, pp. 229-230, (2009-3)

久保 貴, 伊藤隆英, 堀田陽平, 酒井康彦, 長田孝二, 上藤陽一:「超臨界CO<sub>2</sub>熱搬送用ポンプの開発」, 第62回ターボ機械協会名古屋講演会, pp. 25-30, (2009-9)

安原大樹, 久保 貴, 福村佳紀, 酒井康彦, 長田孝二:「化学反応を伴う二次元液相噴流拡散の実験的研究」, 第7回日本流体力学会中部支部講演会講演論文集, p. 10, (2009-10)

山口卓哉, 長田孝二, 酒井康彦, 久保 貴:「フラクタル格子乱流の特性に関する研究」, 日本機械学会流体工学部門講演会講演論文集, pp. 87-88, (2009-11)

小島悠揮, 長田孝二, 酒井康彦, 久保 貴:「速度・静圧同時測定用プローブの特性改善と二次元噴流計測への適用」, 日本機械学会流体工学部門講演会講演論文集, pp. 89-90, (2009-11)

谷中紀公, 長田孝二, 酒井康彦, 久保 貴:「ボルテックスジェネレータ(VG)による軸対称噴流の混合促進に関する研究」, 日本機械学会流体工学部門講演会講演論文集, pp. 91-92, (2009-11)

高久翔一, 長田孝二, 酒井康彦, 久保 貴:「軸対称噴流スカラー拡散場の特性に関する実験的研究」, 日本機械学会流体工学部門講演会講演論文集, pp. 93-94, (2009-11)

小嶋真弘, 長田孝二, 酒井康彦, 磯田治夫, 久保 貴:「PIVと数値計算による脳底動脈瘤破裂原因の解明」, 日本機械学会流体工学部門講演会講演論文集, pp. 493-494, (2009-11)

## 交通科学科

石原 莊一

## 【学術論文】

Kohei Nakashima, Yoshio Murakami and Soichi Ishihara :  
“Enhancing the Communication Skills of University  
Engineering Students through Experience-Based  
Education of Elementary School Children”, Proceedings  
of the 4th International Conference on Business and  
Technology Transfer, pp. 79-85, (2008-12)

池村澄男, 石原莊一, 桑山大輔, 高畑健二:「路面摩  
擦係数が自動車の安定性に与える影響について」,  
日本機械学会論文集, No. 74, Vol. 748 (C), pp. 2926-  
2931, (2008-12)

Kohei Nakashima, Masayuki Fujiyoshi, Soichi Ishihara,  
Yoshio Murakami, Masago Yamamoto and Masao  
Yoshida : “Cooling Effects of Air-Cooled Finned  
Cylinder Utilizing Contracted Flow”, SAE Technical  
Paper Series 2009-01-0176, pp. 1-7, (2009-4)

池村澄男, 石原莊一, 森 勇氣:「自動車用ステアリ  
ングホイールスイッチの操作性(視線移動量小の表  
面8個スイッチ左側配置)」, 日本機械学会論文集,  
No. 75, Vol. 754 (C), pp. 1777-1783, (2009-6)

## 【その他】

井澤恵太, 中島公平, 石原莊一, 村上好生, :「ニスト  
ロークエンジンの新気漏れ(ピストンクリアランス  
の影響)」, 日本設計工学会四国支部平成20年度研  
究発表講演会講演論文集, pp. 27-30, (2009-3)

村上好生, 松野 真, 中島公平, 石原莊一:「ボール  
・カップ粘度計の開発(操作方法の改良)」, 日本機  
械学会東海支部第58期総会・講演会講演論文集,  
No. 093-1, pp. 401-402, (2009-3)

安藤 俊, 村上好生, 石原莊一, 中島公平:「吸気制  
御弁がエンジンの吸気管流れに及ぼす影響」, 日  
本機械学会東海支部第58期総会・講演会講演論  
文集, No. 093-1, pp. 403-404, (2009-3)

三谷 歩, 澤井智哉, 中島公平, 村上好生, 石原莊一:  
「小型固体高分子形燃料電池の発電特性に及ぼす加  
湿温度の影響」, 日本設計工学会平成21年度春季  
大会研究発表講演会講演論文集, pp. 39-42, (2009-5)

Kohei Nakashima, Takahiro Suzuki, Yukio Hayashi,  
Soichi Ishihara and Yoshio Murakami : “Effect of  
Humidification of Supply Air on Power Generation  
Performance in Direct Methanol Fuel Cells”, Proceedings  
Hydrogen + Fuel Cells 2009, pp. 1-10, (2009-5)

澤井智哉, 三谷 歩, 中島公平, 村上好生, 石原莊一:  
「小型自然給気型燃料電池の発電特性」, 日本設計  
工学会北陸支部平成21年度研究発表講演会論文集,  
pp. 21-24, (2009-6)

Kohei Nakashima, Yuki Nakano, Soichi Ishihara, Yoshio  
Murakami and Masago Yamamoto : “Behavior of  
Piston Rings Passing over Cylinder Ports in Two-Stroke  
Cycle Engines”, The 3rd International Conference on  
Manufacturing, Machine Design and Tribology, pp. 119,  
(2009-6)

Kohei Nakashima, Ayumu Mitani, Tomoya Sawai,  
Soichi Ishihara and Yoshio Murakami : “Noncontact  
Measurement of Current Distribution on the Electrodes  
of Small Polymer Electrolyte Fuel Cells Using Sensitive  
Ultraminiature Magnetic Sensors”, UHK2009 (4th  
International Hydrogen Energy Congress), pp. 315-320,  
(2009-10)

小川 宏隆

## 【学術論文】

A. Kan and H. Ogawa: “Crystal Structural Characterization  
and Microwave Dielectric Properties of  $\text{Ca}(\text{Ta}_{2-x}\text{Nb}_x)\text{O}_6$   
Ceramics”, Japanese Journal of Applied Physics, 47 (9)  
, pp.7716-7720, (2008-10)

A. Kan and H. Ogawa : “Influence of Sintering Temperature  
on Microwave Dielectric Property and Crystal Structure  
of Corundum-Structured  $\text{Mg}_4\text{NbSbO}_9$  Ceramic”, Journal  
of Alloys and Compounds, 468(1-2), pp.338-342,  
(2009-1)

H. Ogawa, A. Kan and Y. Nakamura : “Synthesis and  
Ferroelectric Properties of Orientated  $\text{Bi}_5\text{ANb}_4\text{O}_{18}$  ( $A=\text{K}$   
and  $\text{Na}$ ) Ceramics”, Journal of Alloys and Compounds,  
473 (1-2), pp.567-570, (2009-2)

M. Nishizuka, H. Ogawa, A. Kan and M. Sumino : “Synthesis  
and microwave dielectric properties of  $\text{MgO-xmol}\%\text{B}_2\text{O}_3$   
( $x=33$  and  $25$ ) ceramics in  $\text{MgO-B}_2\text{O}_3$  system”,  
Ferroelectrics, 388, pp.101-108, (2009-9)

A. Kan, H. Ogawa, M. Sumino, M. Nishizuka and E.  
Suzuki : “Microwave dielectric properties of  $x\text{MgO}-(1-x)$   
 $\text{B}_2\text{O}_3$  ceramics”, Japanese Journal of Applied Physics, 48  
(9), pp.09KE03/1-09KE03/5, (2009-10)

## 【その他】

住野 誠, 西塚万規夫, 菅 章紀, 小川 宏隆:「 $\text{Mg}_3$   
 $_x\text{M}_x\text{B}_2\text{O}_6$  ( $M=\text{Ni}$  and  $\text{Cu}$ ) の合成とマイクロ波誘電特



性], 平成 20 年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会講演要旨集, p.45, (2008-12)

菅 章紀, 小川 宏隆, 住野 誠, 守山 徹, 西塚万規夫, 大里 齊, 糸 正市:「LTCC に向けた LiF ドープした  $Zn_2SiO_4$  の低温焼成とマイクロ波誘電特性」日本セラミックス協会 2009 年年会講演予稿集, p.88 (2009-3)

菅 章紀, 小川 宏隆, 住野 誠, 守山 徹, 西塚万規夫:「 $B_2O_3$  ドープによる多結晶  $MgO$  のマイクロ波誘電特性と微構造」日本セラミックス協会 2009 年年会講演予稿集, p.176, (2009-3)

A. Kan and H. Ogawa: "Microwave Dielectric Properties of Corundum-Structured  $(Mg_{1-x}M_x)(Nb_{2-y}A_y)O_9$  (M=Mn, Co, and Zn, A=Ta and Sb) Ceramics", 名城大学総合研究所紀要, 14, pp.41-44, (2009-3)

菅 章紀, 小川宏隆, 住野 誠, 西塚万規夫:「 $xMgO-(1-x)B_2O_3$  セラミックスのマイクロ波誘電特性」第 26 回強誘電体応用会議講演予稿集, pp.139-149, (2009-5)

仲野秀俊, 菅 章紀, 西塚万規夫, 守山 徹, 小川宏隆:「MgF 添加による  $MgO-B_2O_3$  系セラミックスの低温焼成とマイクロ波誘電特性」, 平成 21 年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会講演要旨集, p.11, (2009-12)

池田典弘, 小川宏隆, 寺倉嘉宏, 菅 章紀, 藤田晃弘:「In ドープした  $ZnGa_2O_4$  蛍光膜の作成とエレクトロルミネッセンス特性」, 平成 21 年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会講演要旨集, p.39, (2009-12)

## 相馬 仁

### 【学術論文】

齋藤 充, 相馬 仁, 谷藤克也, 石井 工, 梶谷泰史:「アンチロールダンパを用いた空気ばね式車体傾斜車両の振動抑制(曲線競合区間の高速曲線通過)」, 日本機械学会論文集 C 編, Vol.75, No.752, pp.919-926, (2009-4)

大庭拓也, 山田幸一, 岡田信之, 相馬 仁, 谷藤克也:「振動解析に基づく新幹線台車の状態監視」, 日本機械学会論文集 C 編, Vol.75, No.757, pp.2459-2467, (2009-9)

M. Omokawa, M. Saito, K. Tanifuji, H. Soma and T. Ishii: "High-Speed Running of Tilting Vehicle Using Air Springs on Curved Section Overlapped with Vertical Curve," Proceedings of The International Symposium on Speed-up, Safety and Service Technology for Railway and Maglev Systems, Paper ID 355820, CD-ROM, (2009-6)

### 【その他】

飯塚達也, 谷藤克也, 相馬 仁:「アクティブ操舵台車による曲線中の輪軸横圧低減の可能性」, 日本機械学会北陸信越支部第 46 期総会・講演会講演論文集, No.097-1, pp.267-268, (2009-3)

面川雅博, 谷藤克也, 相馬 仁, 上倉彰義, 加藤博之:「車体傾斜方式の違いによる緩和曲線通過時の乗り心地比較」, 日本機械学会北陸信越支部第 46 期総会・講演会講演論文集, No.097-1, pp.279-280, (2009-3)

古澤尉訓, 相馬 仁:「自動車用自動衝突回避システムの小物体回避に関するシミュレーション解析」, 日本機械学会北陸信越支部第 46 期総会・講演会講演論文集, No.097-1, pp.281-282, (2009-3)

## 前川明寛

### 【著書】

松原武徳, 前川明寛, 村上好生, 早藤英俊, 高畑健二:『メカトロニクス演習』第三版, 株式会社 三恵社, (2009-9)

## 松原武徳

### 【著書】

松原武徳, 前川明寛, 村上好生, 早藤英俊, 高畑健二:『メカトロニクス演習 第三版』, 株式会社 三恵社, (2009-9)

松原武徳, 西村尚哉:『機械要素設計演習』, 株式会社 三恵社, (2009-8)

### 【その他】

丹羽雄哉, 高畑健二, 松原武徳, 奥出宗重:「デジタル制御におけるアウトループのサンプリング周期」, 自動車技術会春季学術講演会論文集, (2009-5)

殿地健司, 小林拓司, 高畑健二, 松原武徳, 奥出宗重:「デジタル制御におけるアウトループのサンプリング周波数が自動車の安定性に与える影響(第 2 報)」, (2009-10)

## 横森 求

### 【学術論文】

横森 求, 星 学文:「定常円旋回時の車両運動のドライバーに与える精神的負荷(心拍のウェーブレット解析)」, 日本機械学会論文集 C 編, 75 巻 752 号, pp.171-177, (2009-4)

### 【その他】

1. 横森 求:「オートバイの安定性とライダーへの負荷-心拍による考察-」, 名城大学総合研究所紀要, No.14, pp. 27-30, (2009-3)
2. 藤原将史, 青野純也, 横森 求:「路側駐車車両のドライバーへの精神的負荷-運転特性による考察-」, 交通科学研究資料, 第 50 集, pp.76-79, (2009-5)

3. 横森 求, 渡邊禎隆, 星 学文:「心拍のウェーブレット解析による車両運動のドライバーに与える精神的負荷」, 日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集(5), pp.237-238, (2009-9)
4. 横森 求, 青野純也, 藤原将史:「市街地走行時の走行環境がドライバーへ与える心理的影響」, 日本機械学会 2009 年度年次大会講演論文集(5), pp. 239-240, (2009-9)
5. 藤原将史, 青野純也, 横森 求, 相馬 仁:「路側駐車車両によるドライバーへの精神的影響」, 日本人間工学会東海支部 2009 年研究大会論文集, pp. 54-55, (2009-10)

中島 公平

【学術論文】

Kohei Nakashima, Yoshio Murakami and Soichi Ishihara :  
“Enhancing the Communication Skills of University Engineering Students through Experience-Based Education of Elementary School Children”, Proceedings of the 4th International Conference on Business and Technology Transfer, pp. 79-85, (2008-12)

Kohei Nakashima, Masayuki Fujiyoshi, Soichi Ishihara, Yoshio Murakami, Masago Yamamoto and Masao Yoshida : “Cooling Effects of Air-Cooled Finned Cylinder Utilizing Contracted Flow”, SAE Technical Paper Series 2009-01-0176, pp. 1-7, (2009-4)

【その他】

井澤恵太, 中島公平, 石原荘一, 村上好生, :「二ストロークエンジンの新気漏れ (ピストンクリアランスの影響)」, 日本設計工学会四国支部平成 20 年度研究発表講演会講演論文集, pp. 27-30, (2009-3)

村上好生, 松野 真, 中島公平, 石原荘一:「ボールカップ粘度計の開発(操作方法の改良)」, 日本機械学会東海支部第 58 期総会・講演会講演論文集, No. 093-1, pp. 401-402, (2009-3)

安藤 俊, 村上好生, 石原荘一, 中島公平:「吸気制御弁がエンジンの吸気管流れに及ぼす影響」, 日本機械学会東海支部第 58 期総会・講演会講演論文集, No. 093-1, pp. 403-404, (2009-3)

三谷 歩, 澤井智哉, 中島公平, 村上好生, 石原荘一:「小型固体高分子形燃料電池の発電特性に及ぼす加湿温度の影響」, 日本設計工学会平成 21 年度春季大会研究発表講演会講演論文集, pp. 39-42, (2009-5)

Kohei Nakashima, Takahiro Suzuki, Yukio Hayashi, Soichi Ishihara and Yoshio Murakami : “Effect of Humidification of Supply Air on Power Generation Performance in Direct Methanol Fuel Cells”, Proceedings

Hydrogen + Fuel Cells 2009, pp. 1-10, (2009-5)

澤井智哉, 三谷 歩, 中島公平, 村上好生, 石原荘一:「小型自然給気型燃料電池の発電特性」, 日本設計工学会北陸支部平成 21 年度研究発表講演会論文集, pp. 21-24, (2009-6)

Kohei Nakashima, Yuki Nakano, Soichi Ishihara, Yoshio Murakami and Masago Yamamoto : “Behavior of Piston Rings Passing over Cylinder Ports in Two-Stroke Cycle Engines”, The 3rd International Conference on Manufacturing, Machine Design and Tribology, pp. 119, (2009-6)

Kohei Nakashima, Ayumu Mitani, Tomoya Sawai, Soichi Ishihara and Yoshio Murakami : “Noncontact Measurement of Current Distribution on the Electrodes of Small Polymer Electrolyte Fuel Cells Using Sensitive Ultraminiature Magnetic Sensors”, UHK2009 (4th International Hydrogen Energy Congress), pp. 315-320, (2009-10)

村上 好生

【学術論文】

Kohei Nakashima, Yoshio Murakami and Soichi Ishihara :  
“Enhancing the Communication Skills of University Engineering Students through Experience-Based Education of Elementary School Children”, Proceedings of the 4th International Conference on Business and Technology Transfer, pp. 79-85, (2008-12)

Kohei Nakashima, Masayuki Fujiyoshi, Soichi Ishihara, Yoshio Murakami, Masago Yamamoto and Masao Yoshida : “Cooling Effects of Air-Cooled Finned Cylinder Utilizing Contracted Flow”, SAE Technical Paper Series 2009-01-0176, pp. 1-7, (2009-4)

【その他】

井澤恵太, 中島公平, 石原荘一, 村上好生, :「二ストロークエンジンの新気漏れ (ピストンクリアランスの影響)」, 日本設計工学会四国支部平成 20 年度研究発表講演会講演論文集, pp. 27-30, (2009-3)

村上好生, 松野 真, 中島公平, 石原荘一:「ボール・カップ粘度計の開発(操作方法の改良)」, 日本機械学会東海支部第 58 期総会・講演会講演論文集, No. 093-1, pp. 401-402, (2009-3)

安藤 俊, 村上好生, 石原荘一, 中島公平:「吸気制御弁がエンジンの吸気管流れに及ぼす影響」, 日本機械学会東海支部第 58 期総会・講演会講演論文集, No. 093-1, pp. 403-404, (2009-3)

三谷 歩, 澤井智哉, 中島公平, 村上好生, 石原荘一:「小型固体高分子形燃料電池の発電特性に及ぼす加湿温

度の影響」, 日本設計工学会平成 21 年度春季大会研究発表講演会講演論文集, pp. 39-42, (2009-5)

Kohei Nakashima, Takahiro Suzuki, Yukio Hayashi, Soichi Ishihara and Yoshio Murakami : "Effect of Humidification of Supply Air on Power Generation Performance in Direct Methanol Fuel Cells", Proceedings Hydrogen + Fuel Cells 2009, pp. 1-10, (2009-5)

澤井智哉, 三谷 歩, 中島公平, 村上好生, 石原莊一:「小型自然給気型燃料電池の発電特性」, 日本設計工学会北陸支部平成 21 年度研究発表講演会論文集, pp. 21-24, (2009-6)

Kohei Nakashima, Yuki Nakano, Soichi Ishihara, Yoshio Murakami and Masago Yamamoto : "Behavior of Piston Rings Passing over Cylinder Ports in Two-Stroke Cycle Engines", The 3rd International Conference on Manufacturing, Machine Design and Tribology, pp. 119, (2009-6)

村上好生, 西村尚哉:「エンジニアリング・デザイン能力向上としての「ギアボックス製作実践」教育の試み」, 日本工学教育協会平成 21 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集, pp. 64-65, (2009-8)

Kohei Nakashima, Ayumu Mitani, Tomoya Sawai, Soichi Ishihara and Yoshio Murakami : "Noncontact Measurement of Current Distribution on the Electrodes of Small Polymer Electrolyte Fuel Cells Using Sensitive Ultraminiature Magnetic Sensors", UHK2009 (4th International Hydrogen Energy Congress), pp. 315-320, (2009-10)

## 菅 章紀

### 【学術論文】

A. Kan and H. Ogawa: "Crystal Structural Characterization and Microwave Dielectric Properties of  $\text{Ca}(\text{Ta}_{2-x}\text{Nb}_x)\text{O}_6$  Ceramics", Japanese Journal of Applied Physics, 47 (9), pp.7716-7720, (2008-10)

A. Kan and H. Ogawa: "Influence of Sintering Temperature on Microwave Dielectric Property and Crystal Structure of Corundum-Structured  $\text{Mg}_4\text{NbSbO}_9$  Ceramic", Journal of Alloys and Compounds, 468(1-2), pp.338-342, (2009-1)

H. Ogawa, A. Kan and Y. Nakamura: "Synthesis and Ferroelectric Properties of Orientated  $\text{Bi}_5\text{ANb}_4\text{O}_{18}$  ( $A=\text{K}$  and  $\text{Na}$ ) Ceramics" Journal of Alloys and Compounds, 473(1-2), pp.567-570, (2009-2)

M. Nishizuka, H. Ogawa, A. Kan and M. Sumino: "Synthesis and microwave dielectric properties of  $\text{MgO-xmol}\%\text{B}_2\text{O}_3$  ( $x=33$  and  $25$ ) ceramics in  $\text{MgO-B}_2\text{O}_3$  system",

Ferroelectrics, 388, pp.101-108, (2009-9)

A. Kan, H. Ogawa, M. Sumino, M. Nishizuka and E. Suzuki: "Microwave dielectric properties of  $x\text{MgO}-(1-x)\text{B}_2\text{O}_3$  ceramics", Japanese Journal of Applied Physics, 48 (9), pp. 09KE03/1-09KE03/5), (2009-10)

### 【その他】

住野 誠, 西塚万規夫, 菅 章紀, 小川 宏隆:「 $\text{Mg}_3\text{M}_x\text{B}_2\text{O}_6$  ( $M=\text{Ni}$  and  $\text{Cu}$ ) の合成とマイクロ波誘電特性」, 平成 20 年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会講演要旨集, p.45, (2008-12)

菅 章紀, 小川 宏隆, 住野 誠, 守山 徹, 西塚万規夫, 大里 齊, 糸 正市:「LTCC に向けた LiF ドープした  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$  の低温焼成とマイクロ波誘電特性」日本セラミックス協会 2009 年年会講演予稿集, p.88, (2009-3)

菅 章紀, 小川 宏隆, 住野 誠, 守山 徹, 西塚万規夫:「 $\text{B}_2\text{O}_3$  ドープによる多結晶  $\text{MgO}$  のマイクロ波誘電特性と微構造」日本セラミックス協会 2009 年年会講演予稿集, p.176, (2009-3)

A. Kan and H. Ogawa: "Microwave Dielectric Properties of Corundum-Structured  $(\text{Mg}_{4-x}\text{Mx})(\text{Nb}_{2-y}\text{A}_y)\text{O}_9$  ( $M=\text{Mn}$ ,  $\text{Co}$ , and  $\text{Zn}$ ,  $A=\text{Ta}$  and  $\text{Sb}$ ) Ceramics", 名城大学総合研究所紀要, 14, pp.41-44, (2009-3)

菅 章紀, 小川宏隆, 住野 誠, 西塚万規夫:「 $x\text{MgO}-(1-x)\text{B}_2\text{O}_3$  セラミックスのマイクロ波誘電特性」第 26 回強誘電体応用会議講演予稿集, pp.139-149, (2009-5)

仲野秀俊, 菅 章紀, 西塚万規夫, 守山 徹, 小川宏隆:「 $\text{MgF}$  添加による  $\text{MgO-B}_2\text{O}_3$  系セラミックスの低温焼成とマイクロ波誘電特性」, 平成 21 年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会講演要旨集, p.11, (2009-12)

池田典弘, 小川宏隆, 寺倉嘉宏, 菅 章紀, 藤田晃弘:「In ドープした  $\text{ZnGa}_2\text{O}_4$  蛍光膜の作成とエレクトロルミネッセンス特性」, 平成 21 年度日本セラミックス協会東海支部学術研究発表会講演要旨集, p.39, (2009-12)



## 建設システム工学科

板橋 一雄

## 【その他】

- 中島康介, 岸 賢吾, 小高猛司, 板橋一雄, 李 圭太:「礫分粒度調整を用いた礫混じり砂の強度定数の評価」, 理工学研究報告, 第 49 号, pp.139-142, (2009-3)
- 小高猛司, 板橋一雄:「長期劣化を考慮した豪雨時の法面の安定性評価」, 名城大学総合研究所紀要, No.14, pp.35-38, (2009-3)
- 福沢宏樹, 小高猛司, 板橋一雄, 加藤信二郎, 酒井智章:「異方圧密条件下での再構成粘土の繰り返しせん断強度特性」, 土木学会中部支部平成 20 年度研究発表会講演集, pp.241-242, (2009-3)
- 古谷祐樹, 春日井 真, 岩田 賢, 板橋一雄, 小高猛司:「粒子の扁平度が規則充填に及ぼす影響」, 土木学会中部支部平成 20 年度研究発表会講演集, pp.269-270, (2009-3)
- 春日井 真, 古谷祐樹, 岩田 賢, 板橋一雄, 小高猛司:「二次元一面せん断試験による均一アクリル円板のせん断特性」, 土木学会中部支部平成 20 年度研究発表会講演集, pp.271-272, (2009-3)
- 中島康介, 岸 賢吾, 小高猛司, 板橋一雄, 李 圭太:「河川堤防礫混じり砂の供試体密度が力学特性に及ぼす影響」, 土木学会中部支部平成 20 年度研究発表会講演集, pp.273-274, (2009-3)
- 福沢宏樹, 小高猛司, 板橋一雄, 加藤信二郎:「単純せん断試験による異方圧密粘土の繰り返しせん断強度特性の評価」, 第 21 回中部地盤工学シンポジウム論文集, pp.63-70, (2009-8)
- 牧田祐輝, 中島康介, 小高猛司, 板橋一雄, 李 圭太, 坪田邦治, 加藤雅也:「三軸試験による礫混じり堤体材料の力学特性の評価」, 第 21 回中部地盤工学シンポジウム論文集, pp.151-156, (2009-8)
- 福沢宏樹, 小高猛司, 板橋一雄, 加藤信二郎:「単純せん断試験による異方圧密粘土の繰り返しせん断強度の評価」, 第 44 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.261-262, (2009-8)
- 中島康介, 小高猛司, 板橋一雄, 岸 賢吾, 李 圭太, 坪田邦治, 加藤雅也:「大型三軸試験による河川堤防土の力学特性の評価」, 第 44 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.371-372, (2009-8)
- 古谷祐樹, 板橋一雄, 小高猛司, 岩田 賢:「楕円板の規則充填体に関する最小間隙率の空間分布」, 第 44 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.489-490, (2009-8)
- 春日井 真, 板橋一雄, 小高猛司, 岩田 賢:「扁平度の異なるアクリル楕円板の極限間隙率～規則充填と不規則充填の比較～」, 第 44 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.491-492, (2009-8)
- 福沢宏樹, 牧田祐輝, 小高猛司, 板橋一雄, 加藤信二郎:「東大阪鋭敏粘土の圧縮及びせん断強度特性」, 土木学会全国大会第 64 回年次学術講演会概要集, 3-047, pp.93-94, (2009-9)
- 中島康介, 小高猛司, 板橋一雄, 李 圭太:「締め固め度が礫混じり砂の力学特性に及ぼす影響」, 土木学会全国大会第 64 回年次学術講演会概要集, 3-58, pp.115-116, (2009-8)
- 中島康介, 牧田祐輝, 小高猛司, 板橋一雄, 李 圭太, 坪田邦治, 加藤雅也:「河川堤防砂礫の変形・強度特性の適正な評価」, 第 54 回地盤工学シンポジウム論文集, pp. 219-226, (2009-11)

## 宇佐美 勉

## 【著書】

- 宇佐美 勉, 葛 漢彬:『材料力学レクチャーノート』, 構造・材料力学シリーズ 1, 一粒社, (2009-4)
- 宇佐美 勉, 伊藤義人, 久保全弘, 葛 漢彬:『構造力学 I レクチャーノート』, 構造・材料力学シリーズ 2, 一粒社, (2009-4)
- 宇佐美 勉・葛 漢彬:『構造力学 II 材料力学レクチャーノート』, 構造・材料力学シリーズ 3, 一粒社, (2009-4)
- 宇佐美 勉・葛 漢彬:『構造解析学レクチャーノート』, 構造・材料力学シリーズ 4, 一粒社, (2009-4)
- 宇佐美 勉・葛 漢彬:『耐震工学レクチャーノート』, 構造・材料力学シリーズ 5, 一粒社, (2009-4)

## 【学術論文】

- 宇佐美 勉, 佐藤 崇, 葛西 昭:『高機能座屈拘束ブレースの開発研究』, 構造工学論文集, Vol.55A, pp.719-729, (2009-3)
- 原田隆典, 野中哲也, 王宏沢, 岩村真樹, 宇佐美 勉:「震源断層近傍における上路式鋼トラス橋の応答特性」, 構造工学論文集, Vol.55A, pp.573-582, (2009-3)
- 垣内辰雄, 葛西 昭, 稲垣冨城, 藤原良憲, 宇佐美 勉:「上下部一体鋼ラーメン高架橋の耐震性能評価」, 構造工学論文集, Vol.55A, pp. 564-572, (2009-3)
- Usami, T. and Ge, H.B.: "A Performance-based Seismic Design Methodology for Steel Bridge Systems", Journal



of Earthquake and Tsunami, Vol.3, No.3, pp.175-193, (2009-3)

宇佐美 勉, 倉田正志, 佐藤 崇, 葛西 昭, 萩澤亘保:「構造用アルミニウム合金の繰り返し弾塑性構成則」, 土木学会論文集 A, Val.64, No.4, pp.980-993, (2009-10)

#### 【その他】

馬越一也, 宇佐美 勉, 斉藤直也, 野中哲也:「鋼骨組み構造の複合非線形解析におけるブレース材のモデル化」, 第12回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, 土木学会, pp.255-262, (2009-2)

佐藤 崇, 宇佐美 勉:「アルミニウム座屈拘束ブレースの性能実験」, 第12回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, 土木学会, pp.369-376, (2009-2)

Luo, X.Q., Ge, H.B. and Usami, T.: "Seismic Upgrading Performance of Steel Frames Installed with SMA Dampers", Proc. the 12th Symposium on Ductility Design

Method for Bridges, JSCE, pp.377-382, (2009-2)

Luo, X. Q., Ge, H. B. and Usami, T.: "Numerical Simulation of SMA Dampers in Seismic Design", 土木学会中部支部平成20年度研究発表会, I-44, pp.87-88, (2009-3)

倉田正志, 佐藤 崇, 宇佐美 勉, 吉野廣一:「構造用アルミニウム合金へ適用した修正二曲面モデル」, 名城大学理工学部研究報告, 第49号, pp.124-131, CD-ROM, (2009-3)

宇佐美 勉, 佐藤 崇:「座屈拘束ブレースの低サイクル疲労特性」, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, (2009-9)

佐藤 崇, 宇佐美 勉, 倉田正志:「アルミニウム座屈拘束ブレースの開発」, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, (2009-9)

倉田正志, 佐藤 崇, 宇佐美 勉:「鋼材と構造用アルミニウム合金の繰り返し弾塑性挙動の比較」, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, (2009-9)

斉藤直也, 馬越一也, 宇佐美 勉, 野中哲也:「フレーム構造の複合非線形動的解析におけるブレース材のモデル化の影響」, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, (2009-9)

T. Usami, T. and H.B.Ge: "Outline of Seismic Design Methodology in JSCE Standard Specifications for Steel and Composite Structures-2008", 5th Int. Symposium

on Steel Structures (ISSS'09), Seoul, Korea, CD-ROM, (2009-3)

U T. Usami, T., H.B.Ge, K.A.S. Susantha: "Capacity and Demand Prediction Methods for Steel-Concrete Composite Columns under Severe Earthquakes", The 9th International Conference on Steel Concrete Composite and Hybrid Structures, Leeds, UK, CD-ROM, (2009-6)

T.Usami, H.B. Ge and X.Q.Luo: "High-performance Seismic Dampers for Bridge Structures, The 10th Japan-Korea Symposium on Steel Bridges", Nagasaki University, CD-ROM, (2009-8)

T.Usami, T, H.B.Ge, and X.Q.Luo: "Experimental and analytical study on high-performance buckling-restrained brace dampers for bridge engineering", The 3rd International Conference on Advanced Experimental Structural Engineering, San Francisco, CD-ROM, (2009.10)

#### 葛 漢彬

##### 【著書】

宇佐美 勉, 葛 漢彬:『材料力学レクチャーノート』, 構造・材料力学シリーズ1, 一粒社, (2009-4)

宇佐美 勉, 伊藤義人, 久保全弘, 葛 漢彬:『構造力学Iレクチャーノート』, 構造・材料力学シリーズ2, 一粒社, (2009-4)

宇佐美 勉, 葛 漢彬:『構造力学IIレクチャーノート』, 構造・材料力学シリーズ3, 一粒社, (2009-4)

宇佐美 勉, 葛 漢彬:『構造解析学レクチャーノート』, 構造・材料力学シリーズ4, 一粒社, (2009-4)

宇佐美 勉, 葛 漢彬:『耐震工学レクチャーノート』, 構造・材料力学シリーズ5, 一粒社, (2009-4)

葛 漢彬:「制震・免震デバイス」, 「制震橋の技術検討」, 『鋼橋の耐震設計の信頼性と耐震性能の向上』, 第2編第2章, 第4章, 日本鋼構造協会, (2009-9)

##### 【学術論文】

S.B. Gao and H.B. Ge: "Applicable Range of Steel Constitutive Models Under Cyclic Load" (in Chinese), China Journal of Highway and Transport, Vol.21, No. 6, pp.69-76, (2008-12)

葛 漢彬, 津村康裕:「鋼製厚肉断面橋脚における延性き裂発生の評価に関する実験的および解析的研究」, 構造工学論文集, Vol.55A, pp.605-616, (2009-3)

葛 漢彬, 藤江 渉, 田島 僚:「鋼構造物の延性き裂発生の評価法の実験データによる検証」, 構造工学論文集, Vol.55A, pp.617-628, (2009-3)

T. Usami, T. and H.B. Ge, H.B.: "A Performance-based Seismic Design Methodology for Steel Bridge Systems",

- Journal of Earthquake and Tsunami, Vol.3, No.3, pp.175-193, (2009-9)
- 川島 一彦, 高橋良和, 葛 漢彬, 呉 智深, 張 建東:「2008年四川汶川地震による橋梁の被害」, 土木学会論文集 A, Vol.65, No.3, pp.825-843, (2009-9)
- K.Kawashima, Y.Takahashi, H.B.Ge, Z.S.Wu, and J.D.Zhang: "Reconnaissance Report on Damage of Bridges in 2008 Wenchuan, China Earthquake", Journal of Earthquake Engineering, Vol.13, No.7, pp.965-996, (2009-9)
- 葛 漢彬, 藤江 渉, 津村康裕:「鋼製橋脚の延性き裂照査法の開発に関する一検討」, 地震工学論文集, Vol.30, 論文番号 3-007, CD-ROM, (2009-11)
- X.Q. Luo, H.B. Ge, and T. Usami, T.: "Parametric study on damage control design of SMA dampers in frame-typed steel piers", Front. Archit. Civ. Eng., Vol. 3, No. 4, pp.384-394, (2009-12)
- 【その他】
- 葛 漢彬, 藤江 渉:「はり要素を用いた解析による鋼製橋脚の延性き裂照査法」, 第12回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム, pp.243-250, (2009-1)
- X.Q. Luo, H.B. Ge and T. Usami: "Seismic Upgrading Performance of Steel Frames Installed with SMA Dampers", 第12回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム, pp.377-382, (2009-1)
- 葛 漢彬, 呉 智深, 張 建東, 高橋良和, 川島一彦:「中国における橋梁の耐震設計法」, 第12回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.431-436, (2009-1)
- 高橋良和, 川島一彦, 呉 智深, 葛 漢彬, 張 建東:「中国四川地震による百花大橋及び回瀾立交橋の被害」, 第12回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.91-96, (2009-1)
- 川島一彦, 高橋良和, 葛 漢彬, 呉 智深, 張 建東:「中国四川地震による廟子坪大橋及び小魚洞橋の被害」, 第12回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.97-104, (2009-1)
- 呉 智深, 葛 漢彬, 張 建東, 高橋良和, 川島一彦:「中国四川地震におけるアーチ橋の被害」, 第12回地震時保有耐力法に基づく橋梁等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.105-110, (2009-1)
- 藤江 渉, 岩田 勝成, 伊東賢太郎, 葛 漢彬:「ラダム載荷を受ける鋼製橋脚の延性き裂発生・進展挙動に関する一検討」, 土木学会中部支部平成20年度研究発表会, I-40, pp.79-80, (2009-3)
- X. Chen, H.B. Ge and Y. Itoh: "Safety Margin of Capacity of Shear Panel Dampers in Seismic Design", 土木学会中部支部平成20年度研究発表会, I-43, pp.85-86, (2009-3)
- X.Q. Luo, H.B. Ge and T. Usami: "Numerical Simulation of SMA Dampers in Seismic Design", 土木学会中部支部平成20年度研究発表会, I-44, pp.87-88, (2009-3)
- T. Usami and H.B. Ge: "Outline of Seismic Design Methodology in JSCE Standard Specifications for Steel and Composite Structures-2008", Keynote Lecture, Proc. the 5th International Symposium on Steel Structures, Seoul, Korea, March 12-14, CD-ROM, (2009-3)
- H.B. Ge: "New Technologies for Seismic Performance Upgrading of Bridge Structures", Proc. International Conference on Earthquake Engineering---the 1st Anniversary of Wenchuan Earthquake, Southwest Jiaotong University Press. No.1, pp.481-488, (2009-5)
- H.B. Ge: "New Technologies for Seismic Performance Upgrading of Bridge Structures", Proc. International Conference on Earthquake Engineering---the 1st Anniversary of Wenchuan Earthquake, Southwest Jiaotong University Press. No.1, pp.481-488, (2009-5)
- 葛 漢彬, 呉 智深, 張 建東, 高橋良和, 川島一彦:「中国における橋梁の耐震設計法」, 第30回土木学会地震工学研究発表会論文集, 論文番号 No.5-0004, (2009-5)
- 高橋良和, 川島一彦, 呉 智深, 葛 漢彬, 張 建東:「中国四川地震による百花大橋及び回瀾立交橋の被害」, 第30回土木学会地震工学研究発表会論文集, 論文番号 No.5-0005, (2009-5)
- 呉 智深, 葛 漢彬, 張 建東, 高橋良和, 川島一彦:「中国四川地震におけるアーチ橋の被害」, 第30回土木学会地震工学研究発表会論文集, 論文番号 No.5-0006, (2009-5)
- 川島一彦, 高橋良和, 葛 漢彬, 呉 智深, 張 建東:「中国四川地震による廟子坪大橋及び小魚洞橋の被害」, 第30回土木学会地震工学研究発表会論文集, 論文番号 No.5-0027, (2009-5)
- X.Q. Luo, H.B. Ge and T. Usami: "Parametric Study on Damage Control Design of SMA Dampers in Steel Frames", Computational Structural Engineering, edited by Y. Yuan, J. Cui and H. A. Mang, Springer (Proc. the

- International Conference on Computational Structural Engineering, Shanghai, China, June 22-24), pp.863-869 (2009-6)
- T. Usami, H.B. Ge and K.A.S. Susantha : "Capacity and Demand Prediction Methods for Steel-Concrete Composite Columns under Severe Earthquakes", Steel Concrete and Hybrid Structures, edited by Dennis Lam, Research Publishing (Proc. the 9th International Conference on Steel Concrete Composite and Hybrid Structures), Leeds, UK, July 8-10, pp.411-416, (2009-7)
- X. Chen, H.B. Ge and Y. Itoh : "Demand of Shear Panel Dampers in Multiple Earthquakes", Steel Concrete and Hybrid Structures, edited by Dennis Lam, Research Publishing (Proc. the 9th International Conference on Steel Concrete Composite and Hybrid Structures), Leeds, UK, July 8-10, 2009, pp.437-442, (2009-7)
- 張 建東, 川島一彦, 高橋良和, 呉 智深, 葛 漢彬: 「汶川大地震による橋梁震害分析と啓示」, 橋梁安全, 耐久性および耐震に関する学術シンポジウム論文集, 成都(中国), pp.105-109, (2009-8) (in Chinese)
- T. Usami, H.B. Ge and X.Q. Luo : "High-Performance Buckling Restrained Brace Dampers for Bridge Engineering", Proc. of the 10th Japan-Korea Joint Seminar on Steel Bridges, Nagasaki, Japan, (2009-8)
- 岩田 勝成, 藤江 渉, 小野恵亮, 葛 漢彬: 「ランダムな載荷を受ける鋼製部材の延性き裂発生・進展挙動に関する実験的研究」, 土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集, I-028, pp.55-56, (2009-9)
- X. Chen, H.B. Ge and Y. Itoh : "Demand of Seismic Brace Dampers Installed in Steel Arch Bridge under Multiple Earthquakes", 土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集, I-243, pp.485-486, (2009-9)
- T. Usami, H.B. Ge and X.Q. Luo : "Experimental and Analytical Study on High-Performance Buckling Restrained Brace Dampers for Bridge Engineering", Proc. the 3th International Conference on Advances in Experimental Structural Engineering, San Francisco, USA, Oct. 15-16, CD-ROM, (2009-10)
- H.B. Ge : "Required Seismic Demand of Shear Panel Dampers Applied in Steel Structures", Invited Lecture, Proc. the 3rd International Symposium on Innovation & Sustainability of Structures in Civil Engineering, South China University of Technology, Guangzhou, China, Nov. 28-30, pp.38-46, (2009-11)
- 小高 猛司
- 【著作】
- 小高猛司(分担執筆): 「河川堤防」, 『地震と豪雨・洪水による地盤災害を防ぐためにー地盤工学からの提言ー』, 第Ⅱ部, 第2章 2.3, pp.131-179, 地盤工学会, (2009-8)
- 【学術論文】
- 小高猛司, 寺本優子: 「不飽和および飽和条件下での圧縮ベントナイトのせん断破壊特性」, 地盤工学ジャーナル, Vol.4, No.1, pp.59-69, (2009-3)
- 山本 剛, 中井卓巳, 丸木義文, 小高猛司, 岸田 潔, 大西有三: 「長期劣化の概念を導入した道路法面の健全性評価手法の提案」, 地盤工学ジャーナル, Vol.4, No.1, pp.21-33, (2009-3)
- 加藤亮輔, 岡二三生, 木元小百合, 小高猛司, 角南 進: 「不飽和浸透ー変形連成解析手法と河川堤防への適用」, 土木学会論文集 C, Vol. 65, No.1, pp.226- 240, (2009-3)
- 【その他】
- 寺本優子, 小高猛司: 「地層処分における不飽和緩衝材の破壊挙動の観察」, 理工学研究報告, 第 49 号, pp.132-138, (2009-3)
- 中島康介, 岸 賢吾, 小高猛司, 板橋一雄, 李 圭太: 「礫分粒度調整を用いた礫混じり砂の強度定数の評価」, 理工学研究報告, 第 49 号, pp.139-142, (2009-3)
- 小高猛司, 板橋一雄: 「長期劣化を考慮した豪雨時の法面の安定性評価」, 名城大学総合研究所紀要, No.14, pp.35-38, (2009-3)
- 寺本優子, 平手寿大, 松村竜樹, 小高猛司: 「不飽和圧縮ベントナイト緩衝材のせん断帯生成過程の観察」, 土木学会中部支部平成 20 年度研究発表会講演集, pp.255-256, (2009-3)
- 平手寿大, 寺本優子, 松村竜樹, 小高猛司: 「飽和圧縮ベントナイトの一面せん断破壊時の力学特性について」, 土木学会中部支部平成 20 年度研究発表会講演集, pp.257-258, (2009-3)
- 福沢宏樹, 小高猛司, 板橋一雄, 加藤信二郎, 酒井智章: 「異方圧密条件下での再構成粘土の繰り返しせん断強度特性」, 土木学会中部支部平成 20 年度研究発表会講演集, pp.241-242, (2009-3)
- 牧田祐輝, 福沢宏樹, 小高猛司: 「定ひずみ速度圧密試験による東大阪沖積粘土の圧密特性の評価」, 土木学会中部支部平成 20 年度研究発表会講演集, pp. 259-260, (2009.3)
- 古谷祐樹, 春日井真, 岩田 賢, 板橋一雄, 小高猛司: 「粒子の扁平度が規則充填に及ぼす影響」, 土木学会中部支部平成 20 年度研究発表会講演集, pp.269-270, (2009-3)



- 春日井真, 古谷祐樹, 岩田 賢, 板橋一雄, 小高猛司:「二次元一面せん断試験による均一アクリル円板のせん断特性」, 土木学会中部支部平成 20 年度研究発表会講演集, pp.271-272, (2009-3)
- 中島康介, 岸 賢吾, 小高猛司, 板橋一雄, 李 圭太:「河川堤防礫混じり砂の供試体密度が力学特性に及ぼす影響」, 土木学会中部支部平成 20 年度研究発表会講演集, pp.273-274, (2009-3)
- 寺本優子, 小高猛司, 平手寿大, 松村竜樹:「圧縮ベントナイト緩衝材の破壊挙動の解明」, 日本材料学会東海支部第 3 回学術講演予稿集, pp.22-23, (2009-3)
- T. Kodaka and Y. Teramoto, Y.: “Shear failure behavior of compacted bentonite”, Prediction and Simulation Methods for Geohazard Mitigation, Proc. of IS-Kyoto 2009, Kyoto, 2009, pp.331-337, (2009-5)
- R. Kato, S. Sunami, F. Oka, S. Kimoto and T. Kodaka: “A seepage-deformation coupled analysis method for unsaturated river embankment”, Prediction and Simulation Methods for Geohazard Mitigation, Proc. of IS-Kyoto 2009, Kyoto, 2009, pp.401-407, (2009-5)
- 平手寿大, 寺本優子, 松村竜樹, 小高猛司:「圧縮ベントナイトのせん断破壊時の強度特性と遮水性能」, 第 21 回中部地盤工学シンポジウム論文集, pp.17-24, (2009-8)
- 福沢宏樹, 小高猛司, 板橋一雄, 加藤信二郎:単純せん断試験による異方圧密粘土の繰り返しせん断強度特性の評価」, 第 21 回中部地盤工学シンポジウム論文集, pp.63-70, (2009-8)
- 牧田祐輝, 中島康介, 小高猛司, 板橋一雄, 李 圭太, 坪田邦治, 加藤雅也:「三軸試験による礫混じり堤体材料の力学特性の評価」, 第 21 回中部地盤工学シンポジウム論文集, pp.151-156, (2009-8)
- 寺本優子, 小高猛司, 平手寿大, 松村竜樹, 岡二三生, 肥後陽介:「不飽和圧縮ベントナイトのせん断破壊挙動」, 第 44 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.199-200, (2009-8)
- 平手寿大, 小高猛司, 寺本優子, 松村竜樹, 岡二三生, 肥後陽介:「飽和圧縮ベントナイトのせん断破壊挙動」, 第 44 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.201-202, (2009-8)
- 福沢宏樹, 小高猛司, 板橋一雄, 加藤信二郎:「単純せん断試験による異方圧密粘土の繰り返しせん断強度の評価」, 第 44 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.261-262, (2009-8)
- 中島康介, 小高猛司, 板橋一雄, 岸 賢吾, 李 圭太, 坪田邦治, 加藤雅也:「大型三軸試験による河川堤防土の力学特性の評価」, 第 44 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.371-372, (2009-8)
- 渡邊義規, 竹岡由積, 小高猛司, 中野正樹, 野田利弘:「アンカー式補強材の土中引抜き試験」, 第 44 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.463-464, (2009-8)
- 竹岡由積, 渡邊義規, 小高猛司, 中野正樹, 野田利弘:「支圧抵抗力と摩擦抵抗力を併用した補強材の土中引抜き試験」, 第 44 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.465-466, (2009-8)
- 古谷祐樹, 板橋一雄, 小高猛司, 岩田 賢:「楕円板の規則充填体に関する最小間隙率の空間分布」, 第 44 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.489-490, (2009-8)
- 春日井真, 板橋一雄, 小高猛司, 岩田 賢:「扁平度の異なるアクリル楕円板の極限間隙率～規則充填と不規則充填の比較～」, 第 44 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.491-492, (2009-8)
- 加藤亮輔, 岡二三生, 木元小百合, 小高猛司, 角南進:「地層境界における透水性ギャップを考慮した不飽和浸透-変形連成解析法」, 第 44 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.1471-1472, (2009-8)
- 福沢宏樹, 牧田祐輝, 小高猛司, 板橋一雄, 加藤信二郎:「東大阪鋭敏粘土の圧縮及びせん断強度特性」, 土木学会全国大会第 64 回年次学術講演会概要集, 3-047, pp.93-94, (2009-9)
- 中島康介, 小高猛司, 板橋一雄, 李 圭太:「締固め度が礫混じり砂の力学特性に及ぼす影響」, 土木学会全国大会第 64 回年次学術講演会概要集, 3-58, pp.115-116, (2009-8)
- 竹岡由積, 渡邊義規, 小高猛司, 中野正樹, 野田利弘:「支圧抵抗力と摩擦抵抗力を併用した補強材の土中引抜き試験」, 土木学会全国大会第 64 回年次学術講演会概要集, 3-316, pp.631-632, (2009-9)
- 牧田祐輝, 廣田翔平, 飯坂武男, 小高猛司:「ラス型枠を用いたコンクリートの強度特性」, 土木学会全国大会第 64 回年次学術講演会概要集, 5-346, pp.689-690, (2009-9)
- 平手寿大, 寺本優子, 小高猛司:「せん断帯を含む飽和圧縮ベントナイトの透水性の評価」, 土木学会全国大会第 64 回年次学術講演会概要集, CS05-42, pp.217-218, (2009-8)
- 寺本優子, 小高猛司, 平手寿大, 岡二三生, 肥後陽介:「一面せん断時に伴い圧縮ベントナイトに発生するせん断帯について」, 土木学会全国大会第 64 回年次学術講演会概要集, CS05-43, pp.219-220, (2009-8)



寺本優子, 平手寿大, 小高猛司:「圧縮ベントナイト緩衝材のせん断破壊時の性能評価」, 第54回地盤工学シンポジウム論文集, pp.17-24, (2009-11)

中島康介, 牧田祐輝, 小高猛司, 板橋一雄, 李圭太, 坪田邦治, 加藤雅也:「河川堤防砂礫の変形・強度特性の適正な評価」, 第54回地盤工学シンポジウム論文集, pp.219-226, (2009-11)

#### 原田 守博

##### 【学術論文】

原田守博, 高木智之, 手嶋健浩, 鈴木宏佳:「都市河川による暑熱環境の緩和効果に関する微気象観測」, 水工学論文集, Vol. 53, pp.301-306, 土木学会, CD-ROM, (2009-2)

##### 【その他】

原田守博:『木津川の総合研究Ⅱ』(分担執筆, pp.55-62, pp.319-325), 河川生態学術研究会木津川研究グループ, 総頁数442p., (2009-3)

原田守博, 手嶋健浩, 木野陽介, 阪本智史, 高木智之:「都市河川における熱収支構造と暑熱環境の緩和効果」, 名城大学総合研究所・総合学術研究論文集, 第8号, pp.97-104, (2009-3)

原田守博, 鈴木宏佳, 高木智之, 久保田尚雅:「中川運河に沿った海陸風の実態とその生成要因」, 名城大学総合研究所紀要, 第14号, pp.1-4, (2009-3)

高木智之, 原田守博, 手嶋健浩, 木野陽介:「中川運河における微気象観測に基づく熱収支特性の評価」, 平成20年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, II -11, pp.111-112, CD-ROM, (2009-3)

鈴木宏佳, 原田守博, 高木智之:「中川運河に沿った海陸風の実態とその生成要因」, 平成20年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, II -12, pp.113-114, CD-ROM, (2009-3)

野上卓也, 原田守博, 山本成行:「感潮河川近傍における被圧帯水層の水頭挙動に関する理論解析」, 平成20年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, II -53, pp.195-196, CD-ROM, (2009-3)

Harada, M. and Ogasawara, T: "A Numerical Analysis on Utilization of Riparian Groundwater for Flow Regime Improvement of an Urban River", Proceedings of 33rd IAHR Congress 2009, Paper No.11152, pp.4093-4099, CD-ROM, (2009-8)

沼津晃洋, 原田守博, 大森美喜夫:「水田における雨水貯留機能の評価とその強化方策に関する現地実験」, 水文・水資源学会2009年研究発表会要旨集, (6), pp.20-21, (2009-8)

鈴木宏佳, 原田守博, 高木智之, 大津孝之:「都市

内運河に沿った海陸風の実態と気温低減効果」, 日本ヒートアイランド学会, 第4回全国大会予稿集, A-05, pp.46-47, (2009-8)

鈴木宏佳, 原田守博, 高木智之:「都市河川に沿った海陸風の実態とその生成要因に関する考察」, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集, II -214, pp.427-428, CD-ROM, (2009-9)

高木智之, 原田守博, 手嶋健浩, 木野陽介:「微気象観測に基づく河川水面と陸面における熱収支特性の比較」, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集, II -217, pp.433-434, CD-ROM, (2009-9)

#### 新井 宗之

##### 【学術論文】

新井宗之:「粘性土石流のサージ波長に関する基礎的検討」, 水工学論文集, 土木学会, 第53巻, pp.709-714, (2009-2)

##### 【その他】

Muneyuki Arai: "Theoretical occurrence condition of mud debris flow", Geophysical Research Abstracts, European Geosciences Union General Assembly 2009, EGU2009-6568, NH4.16, Volume11, (2009-4)

三浦かな, 新井宗之:「植田川の小洪水時における河道内樹木の抗力係数に関する観測研究」, 平成20年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, II-25, pp.139-140, (2009-3)

新井宗之:「泥流(乱流)型土石流発生に関する流れの不安定性理論による基礎的検討」, 平成20年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, II-20, pp.129-130, (2009-3)

三浦かな, 新井宗之:「河道内樹木の相互関係が抗力係数に与える影響に関する検討」, 第64回土木学会学術講演会講演概要集, II-042, CD-ROM, pp.83-84, (2009-9)

新井宗之:「泥流(乱流)型土石流の発生条件に関する基礎的検討」, 第64回土木学会学術講演会講演概要集, II-022, CD-ROM, pp.43-44, (2009-9)

#### 石川 靖晃

##### 【学術論文】

林 陸太, 石川靖晃:「二軸拘束状態下での膨張コンクリートの仕事量に関する考察」, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, pp.511-516, (2009-7)

石川靖晃, 大橋裕成, 田辺忠顕:「分散ひび割れモデルによるひび割れ幅評価法の提案」, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, pp.1555-1560, (2009-7)

##### 【その他】

大橋裕成, 石川靖晃:「骨材の体積弾性係数の測定に

関する解析的考察」, 平成 21 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, CD-ROM, pp.471-472, (2009-3)

林 陸太, 石川靖晃:「二軸拘束状態における膨張コンクリートの拘束ひずみ測定実験および仕事量の評価～膨張材混入量 40kg/m<sup>3</sup>～」, 平成 21 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 土木学会, CD-ROM, pp.469-470, (2009-3)

大橋裕成, 石川靖晃:「分散ひび割れモデルを用いた初期応力解析に関する一考察」, 土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, (2009-9)

林 陸太, 石川靖晃:「脱型材齢が膨張コンクリートのヤング係数および仕事量に及ぼす影響」, 土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, pp.831-832, (2009-9)

#### 岩下健太郎

##### 【学術論文】

H. Diab, Z.S. Wu, and K. Iwashita: "Short and long-term bond performance of prestressed FRP sheet anchorages", Engineering structures, Vol.31, Iss.5, pp. 1241-1249, (2009-1)

根本正幸, 坂本宏司, 呉智深, 岩下健太郎:「水中適用型エポキシ樹脂により接着した CFRP グリッドの付着性能に及ぼす補強量の影響に関する研究」, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.2, pp.1459-1464, (2009-7)

K. Iwashita, Z.S. Wu, and T. Hashimoto: "Strengthening RC structures with externally prestressed basalt FRP-Steel wire hybrid sheets", Proceedings of the Asia-Pacific Conference on FRP in Structures (APFIS2009), pp.325-330, (2009-12)

##### 【その他】

呉智深, 岩下健太郎:「光ファイバを用いた構造ヘルスマモニタリング」, 建設の施工企画, 日本建設機械化協会, pp. 15-20, (2009-5)

岩下健太郎, 呉智深, 三島勇人, 尾崎春平, 朱海堂:「ウェットボンディングによる FRP-RC ハイブリッド構造形式の構築に関する研究」, 第 3 回 FRP 複合構造・橋梁シンポジウム論文報告集, 土木学会, B5, pp.71-76, (2009-7)

橋本明宏, 呉智深, 岩下健太郎, 瓜生昂次郎:「光ファイバを用いた鋼ケーブル材の損傷モニタリングに関する実験的研究」, 第 11 回「運動と振動の制御」シンポジウム (MoViC), 日本機械学会, C02, pp. 119-122, (2009-9)

岩下健太郎, 呉智深, 橋本明宏:「光ファイバによる

コンクリートのひび割れ幅測定に関する実験的研究」, 第 11 回「運動と振動の制御」シンポジウム (MoViC), 日本機械学会, C01, pp. 114-118, (2009-9)

橋本明宏, 呉智深, 岩下健太郎, 瓜生昂次郎:「光ファイバセンシングによるケーブル材の静的分布モニタリング手法の開発」, 土木学会第 64 回学術講演会講演概要集, V-149, pp. 295-296, (2009-9)

岩下健太郎, 呉智深, 橋本拓也:「FRP-鋼線ハイブリッドシート及び緊張接着による曲げ補強効果に関する実験的研究」, 土木学会第 64 回学術講演会講演概要集, V-590, pp. 1177-1178, (2009-9)

K. Iwashita a, Z.S. Wu, and T. Hashimoto: "Strengthening effects of RC beams with basalt FRP-Steel wire hybrid sheets", Proceedings of the International symposium on innovation & sustainability of structures in civil engineering (ISISS2009), pp.1755-1759, (2009-11)

#### 溝口敦子

##### 【学術論文】

溝口敦子, 森田 梓, 辻本哲郎:「土砂供給の量と質が砂州河道に及ぼす影響に関する基礎的研究」, 河川技術論文集, Vol. 15, pp.471-476, (2009-6)

A. Teramoto and T. Tsujimoto: "Influence of Sediment-Supply Condition on Bar Morphology", Gravel River in Japan, Editors: C. A. Vionnet, M. H. Garcia, E. M. Latrubesse and G. M. E. Perillo, River, Coastal and Estuarine Morphodynamics: RCEM2009 volume 2, pp.751-758, (2009-9)

##### 【その他】

森田 梓, 溝口敦子, 辻本哲郎:「礫床河道における流量及び土砂供給を考慮した数値解析に関する基礎的研究」, 平成 20 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 土木学会中部支部, pp.121-122, (2009-3)

溝口敦子, 阿部 聡太, 日下部 佳祐:「砂混じり礫河床における砂州上の土砂動態に関する基礎的検討」, 平成 20 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 土木学会中部支部, pp.119-120, (2009-3)

溝口敦子, 森田 梓, 辻本哲郎:「数値解析を用いた砂州形成河道の土砂供給条件に対する応答の検討」, 第 58 回理論応用力学講演会講演論文集 (NCTAM2009), 日本学術会議, pp.171-172, (2009-6)

#### 渡辺孝一

##### 【学術論文】

渡辺孝一, 久保全弘:「局所加熱を受けた波形鋼腹板桁のせん断耐荷力について」, 土木学会構造工学論文集, Vol. 55A, pp.124-133, (2009-3)

##### 【その他】

- 吉川瑛人, 渡辺孝一:「超音波軸力計による高力ボルト軸力測定」, 土木学会中部支部研究発表会, I-028, pp.55-56, (2009-3)
- 山口亮太, 渡辺孝一:「繰り返し軸力を受ける座屈拘束ブレース材接合部に関する実験的研究」, 土木学会中部支部研究発表会, I-045, pp.89-90, (2009-3)
- 山口亮太, 渡辺孝一:「繰り返し軸力を受ける座屈拘束ブレースの接合部補強に関する実験的研究」, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集, I-025, pp.49-50, (2009-9)
- 吉川瑛人, 渡辺孝一:「高力ボルトの弾性係数について」, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集, I-462, pp.923-924, (2009-9)

## 環境創造学科

伊藤 政博

## 【著書】

伊藤政博：『水域環境創造学 / 講義メモ・資料』, 第3版, (株) 三恵社, (2009-4)

伊藤政博編著：『環境と社会』, 講義テキスト, p.99, (株) 三恵社, (2009-4)

## 【学術論文】

伊藤政博, 鈴木薫穂：「海岸ライブカメラによるゴミの漂着と移動－富士海岸を対象にして－」, 土木学会海洋開発論文集, Vol.25, pp.969-974, (2009)

## 【その他】

伊藤政博, 古川敦史：「富士海岸の漂着ゴミと地域住民の清掃活動」, 土木学会中部支部研究発表会, VII-007, pp.508-509, (2009)

垣鏑 直

## 【著書】

垣鏑 直：「音の調節と室内音響計画」, 『建築環境工学』, 建築学テキスト編集委員会編, 第8章, pp.78-85, 学芸出版社, (2009-4)

垣鏑 直：「高圧に対する適応」, 「低圧に対する適応能」, 『からだの百科辞典』, 佐藤方彦, 勝浦哲夫編, 丸善, (2009-7)

## 【学術論文】

N.Kakitsuba：「Thermal Problems in Hyperbaric Environments」, Global Environmental Research-New Horizons in Global Environmental Research-Biometeorological Aspects-, Vol.13, No.1, pp.15-19 (2009-6)

N.Kakitsuba, I.B.Mekjavic and T.Katsuura：「Individual variability in core interthreshold zone」, Journal of Physiological Anthropology, vol.28, No.6 PP.275-281, (2009-11)

## 【その他】

正田浩三, 垣鏑 直, 杖先壽里：「オフィスビル内における美観度評価に関する研究」, 第36回建築物環境衛生管理大会抄録集, pp.74-75, (2009-1)

垣鏑 直, 下村義弘, 勝浦哲夫：「異なる照明環境における Core Intersubthreshold Zone に関する研究」, 第60回日本生理人類学会大会要旨集, pp.54-55, (2009-6)

N.Kakitsuba：「Change in heat loss after light exercise and food intake」, Program and Abstract of the 3rd Int. Symposium on Physiology and Pharmacology of

Temperature Regulation, p.147, (2009-7)

正田浩三, 垣鏑 直, 杖先壽里：「オフィスビル内の美観度に関する研究(その2)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), pp.55-56, (2009-8)

垣鏑 直：「夏期の睡眠時に室温を変動させた時の睡眠の質に関する評価」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), pp.15-16, (2009-8)

垣鏑 直：「省エネ・快適性に注目した夏期の室内温熱環境制御に関する研究」, 生活環境向上のための研究報告書, 平成20年度第11回助成研究成果論文集 / (財) 日比科学技術振興財団, vol.11, pp.31-38, (2009-8)

垣鏑 直：特集「夏の登山と凍死」, 会報・人間工学専門家認定機構, Vol.21, pp.1-2, (2009-11)

垣鏑 直：「サーカディアンリズムを考慮した室内温熱環境設計に関する研究」, 第33回人間生活環境系会議シンポジウム, (2009-11)

山北康晃, 垣鏑 直：「大学のエネルギー管理に関する調査研究」, 第33回人間生活環境系会議シンポジウム, (2009-11)

牧野内 猛

## 【その他】

牧野内 猛：「書評 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)『豊橋および田原地域の地質』」, 日本地質学会 News, Vol.12, p.15, (2008-3)

大影佳史

## 【著書】

奥 俊信, 大影佳史, 畠山雄豪：「景観の様相とその変化モデル」, 『都市・建築の感性デザイン工学』(日本建築学会編), 第10章, pp.67-73, 朝倉書店, (2008-9)

## 【その他】

大影佳史, 大嶋浩康：「光景画像観察時の視線停留位置からみた昼・夕・夜景の誘目対象の変化について」, 日本建築学会大会(九州)学術講演梗概集 F-1, pp.475-476, (2007-9)

大影佳史, 名城大学大影研究室：「豊国神社参道景観MAP」, 朝日新聞(平成19年11月23日付朝刊), (2007-11)

大影佳史：「豊国神社参道(名古屋市中村区)生活景向上を促すためのアプローチ」, 日本建築学会大会都市計画部門PD資料『実践に向けて－生活景を呼び覚ます』, 日本建築学会, pp.75-76, (2008-9)



- 大影佳史, 松下大輔:「都市・建築と感性工学(情報システム技術部門/パネルディスカッション記録)」, 建築雑誌, 日本建築学会, No.1586, p.84, (2009-2)
- 平尾貴博, 大影佳史:「屋外公共空間での街頭演奏活動および演奏場所に関する演奏者の意識調査～名古屋近郊の駅前公共空間での事例より」, 日本建築学会東海支部研究報告集, 第47号, pp.581-582, (2009-2)
- 高橋政稔, 大影佳史:「自転車の線誘導による自転車走行者の身勝手走行抑制と安全性の確保に関する研究」, 日本交通心理学会第74回大会, 第4回日本一北交心理学会シンポジウム論文集, 日本交通心理学会, pp.25-28, (2009-6)
- 平尾貴博, 大影佳史:「屋外公共空間での街頭演奏活動の実態と空間的特徴に関する研究 名古屋近郊の駅前公共空間での事例より」, 日本建築学会大会(東北) 学術講演梗概集 F-1, pp.679-680, (2009-8)
- 大影佳史:「ある建築物の建替え検討を通して街路景観の形成について感じたこと」, 日本建築学会大会都市計画部門研究懇談会資料『景観の計画的リビジョン』, 日本建築学会, pp.45-46, (2009-8)

#### 谷口 義則

##### 【著書】

- 谷口義則:『豊田の生きものたち～生物多様性を知る～』, (日本野鳥の会編), 豊田市, (2009-4)

##### 【学術論文】

- 吉鶴靖則, 谷口義則, 大畑孝二, 市川智子:「豊田市自然観察の森における外来魚駆除効果と思われるカイツブリの繁殖にともなう考察」, Strix, 26巻, 1号, pp.147-158, (2008-2)
- 谷口義則:「世界自然遺産・北海道知床半島における河川内人工構造物と温暖化がオショロコマに及ぼす影響評価」, 名城大学総合学術研究所紀要, 13巻, pp.34-39, (2008-4)
- 宮崎智博, 谷口義則:「都市近郊農業排水路におけるカダヤシとメダカの個体群密度と微生物環境」, 野生生物保護学会誌, 12巻, 1号, pp.13-20, (2009-2)
- 谷口義則:「地球温暖化と淡水魚類」, RIVERFRONT, 66巻, pp.25-28, (2009-9)
- Rahel, F. J., B. Bierwagen, and Y. Taniguchi: "Managing aquatic species of conservation concern in the face of climate change and invasive species", Conservation Biology, 22巻, 3号, pp.551-561, (2008-9)
- Inoue, M., H. Miyata, Y. Tange, and Y. Taniguchi: "Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) invasion in Hokkaido streams, northern Japan, in relation to flow variability

and biotic interactions", Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 66巻, 3号, pp.1423-1434, (2009-6)

#### 日比 義彦

##### 【学術論文】

- Y. Hibi, K. Fujinawa, S. Nishizaki, K. Okamura, M. Tasaki: "Multi-component migration in the gas phase of soil: Comparison between results of experiments and simulation by Dusty Gas Model", Soils and Foundations, Vol.49, No.4, 569-581, (2009-8)

##### 【その他】

- 日比義彦, 不飽和地盤の透気試験方法基準化委員会委員:「新規制定地盤工学会基準・同解説(2008年度版)」, 地盤工学科, pp.46-51, (2008-12)
- 日比義彦:「多孔体中の空気-水-NAPL3相状態における NAPL の残留飽和度の影響評価」, 2009年年秋季講演会講演要旨, pp.292-295, (2009-10)

#### 堀 和明

##### 【著書】

- 小口 高, 伊藤史子, 青木賢人, 江崎雄治, 堀 和明, 財城真寿美, 香川雄一:「日本の都道府県における人口と地形との関係」, 『シンフォニカ研究叢書 No.17 人口・居住と自然 - GISによる分析 -』, 第1章, pp.1-16, (財)統計情報研究開発センター, (2009-4)

##### 【学術論文】

- 長澤重信, 堀 和明:「天竜川扇状地で得られたコア堆積物の堆積相と堆積速度」, 地形, 第30巻, 第4号, pp.305-316, (2009-11)

##### 【その他】

- 堀 和明(書評):中島 礼・堀 常東・宮崎一博・西岡芳晴「豊橋及び田原地域の地質 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)」, 第四紀研究, 48巻2号, pp.97-98, (2009-3)
- 堀 和明, 杉本英之, 高橋英行, 松山怜史, 卜部厚志, 田辺 晋:「越後平野内陸部の開析谷充填堆積物」, 日本地理学会発表要旨集, 75, 211, (2009-3)
- Hori, K.: "Millennial scale sedimentation rates in a near-coastal floodplain: an example from the Nobi Plain. Conference Abstracts", 7th International Conference on Geomorphology (CD-ROM), (2009-7)
- 堀 和明:「濃尾平野の氾濫原堆積物と輪中形成」, 日本第四紀学会講演要旨集, 39, 96-97, (2009-8)
- 堀 和明:「完新世における氾濫原の堆積速度」, 2009年日本地形学連合秋季大会, (2009-10)

小塩 達也

【その他】

村井啓太, 山田健太郎, 石川敏之, 藤嶋祐太, 小塩達也:「板厚が薄い鋼管の補剛リブ溶接部の簡易曲げ疲労試験」, 土木学会第 64 回年次学術講演会概要集, 第 I 部門, I -185, (2009-9)

木全博聖, 小塩達也:「応力聴診器による塗装上からのひずみ測定の検証」, 土木学会第 64 回年次学術講演会概要集, 第 I 部門, I -466, (2009-9)

小塩達也, 山田健太郎:「風による F 型標識柱の振動特性と疲労耐久性評価」, 土木学会第 64 回年次学術講演会概要集, 第 I 部門, I -510, (2009-9)

## 建築学科

## 鈴木博志

## 【学術論文】

児玉道子, 鈴木博志, 宮崎幸恵:「介護保険制度下における住宅改修(訪問相談)の実態と課題 - なごや福祉用具プラザ訪問相談事業の分析」, 日本建築学会技術報告集, Vol.15, No.30, pp.481-486, (2009-6)

長谷川直樹, 鈴木博志:「都市再生のためのまちづくり活動の取り組み状況 - 都市再生整備計画におけるまちづくり活動推進事業の活用状況」, 日本建築学会技術報告集, Vol.15, No.31, pp.893-896, (2009-10)

Sachie Miyazaki, Hiroshi Suzuki, Michiko Kodama: "Problems of housing and dwelling support policies at Recently Consolidated Cities in Japan", The 15th Biennial International Congress of Asian Regional Association for Home Economics, (2009-12)

## 【その他】

戴 惟, 長谷川直樹, 鈴木博志:「北京市における高齢者福祉施設の配置状況に関する研究その1」, 2009年度日本建築学会大会学術講演梗概集, 7117, pp.287-288, (2009-8)

長谷川直樹, 戴 惟, 鈴木博志:「北京市における高齢者福祉施設の配置状況に関する研究その2」, 2009年度日本建築学会大会学術講演梗概集, 7118, pp.289-290, (2009-8)

宮崎幸恵, 鈴木博志:「巨大合併都市における住宅・居住支援施策の現状と課題」, 2009年度日本建築学会大会学術講演梗概集, 7453, pp.975-976, (2009-8)

宮崎幸恵, 鈴木博志:「合併市町村の住宅・居住支援施策の現状と課題 - 合併市町村を対象としたアンケート調査結果から」, 日本福祉のまちづくり学会第12回大会梗概集, pp.226-229, (2009-9)

## 高井 宏之

## 【学術論文】

李炫尚, 高田光雄, 高井宏之, 金洙岩, 李明範, 元世龍:「韓国・事例Kにみる分譲集合住宅における需要者による住宅性能表示制度の受容」, 日本建築学会計画系論文報告集, No.462, pp.1821-1829, (2009-8)

## 【その他】

高井宏之:「閉鎖施設の有効利用 第2回 大規模商業施設の有効利用(1) 店舗閉鎖の動向」, 『ARCHITECT』(社団法人日本建築家協会東海支部), pp.6-7, (2009-1)

高井宏之:「閉鎖施設の有効利用 第3回 大規模

商業施設の有効利用(2) 事例と有効利用策」, 『ARCHITECT』(社団法人日本建築家協会東海支部), pp.4-5, (2009-3)

高井宏之:「閉鎖施設の有効利用 第4回 ホテル建築の有効利用(1) 施設の変更・閉鎖の動向」, 『ARCHITECT』(社団法人日本建築家協会東海支部), pp.4-5, (2009-5)

高井宏之:「閉鎖施設の有効利用 第5回 ホテル建築の有効利用(2) 事例と計画のあり方」, 『ARCHITECT』(社団法人日本建築家協会東海支部), pp.4-5, (2009-7)

高井宏之, 藤本秀一:「全国の事例の現状と変化の実態 公的宿泊施設の有効利用に関する研究 その3」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.1149-1150, (2009-8)

高井宏之:「閉鎖施設の有効利用 第6回 有効利用策の特色と促進課題」, 『ARCHITECT』(社団法人日本建築家協会東海支部), pp.6-7, (2009-9)

## 谷川 恭雄

## 【著書】

谷川恭雄, 他4名:『鉄筋コンクリート構造 - 理論と設計 - (第3版)』, 森北出版, 全体調整および第1章担当, pp.239, (2009-3)

谷川恭雄, 寺西浩司, 平岩 陸, 他9名:『建築材料を学ぶ - その選択から施工まで -』, 理工図書, 監修, pp.271, (2009-4)

谷川恭雄, 寺西浩司, 他多数:『コンクリート工学ハンドブック』, 朝倉書店, 8.2節, 8.3節, 10.5節担当, pp.1508, (2009-10)

## 【学術論文】

寺西浩司, 谷川恭雄, 清水厚年:「構造躯体用モルタルの強度特性および乾燥収縮」, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, pp.475-480, (2009-7)

平岩 陸, 谷川恭雄, 遠藤大樹:「小径コアによる構造体コンクリート強度推定に関する解析的研究」, 日本建築学会構造系論文集, Vol.74, No.644, pp.1699-1704, (2009-10)

平岩 陸, 谷川恭雄:「セメントの水和進展に伴うセメント硬化体の強度増進に関する解析的研究」, セメントコンクリート論文集, No.63, pp.572-579, (2009-12)

## 【その他】

平岩 陸, 谷川恭雄:「粘弾塑性サスペンション要素

- 法による支圧載荷時のコンクリートの破壊挙動に関する研究」, 日本建築学会東海支部研究報告集, No.47, pp.41-44, (2009-2)
- 遠藤大樹, 平岩 陸, 谷川恭雄:「粘弾塑性サスペンション要素法による鉄筋の付着破壊解析」, 日本建築学会東海支部研究報告集, No.47, pp.37-40, (2009-2)
- 清水厚年, 寺西浩司, 谷川恭雄:「フレッシュコンクリートの性質に及ぼす細・粗骨材の粒度分布の影響」, 日本建築学会東海支部研究報告集, No.47, pp.49-52, (2009-2)
- 湯浅 昇, 濱崎 仁, 青木孝義, 谷川恭雄, 高橋英孝:「イタリア国宝 RC 飛行船格納庫における劣化現況調査 - 建物における塩化物イオン量分布 -」, 鉄筋コンクリート構造物の非破壊試験特別研究委員会資料, pp.19-28, (2009-3)
- 平岩 陸, 谷川恭雄:「セメントの粒子数および粒径がセメント系材料の強度増進に及ぼす影響に関する解析的研究」, 第 63 回セメント技術大会講演要旨, pp.22-23, (2009-5)
- 高橋英孝, 湯浅 昇, 青木孝義, 濱崎 仁, 谷川恭雄:「ドリル法・小径コア法を用いた建造後 90 年を経過したイタリア国宝 RC 造飛行船格納庫の劣化調査」, 日本非破壊検査協会シンポジウム「コンクリート構造物の非破壊検査」論文集, (2009-8)
- 長谷川哲也, 畑中重光, 三島直生, 伊藤敬人, 谷川恭雄:「小径ドリル型削孔試験機を利用した高含浸強化剤の性能評価」, 日本非破壊検査協会シンポジウム「コンクリート構造物の非破壊検査」論文集, (2009-8)
- 平岩 陸, 谷川恭雄:「小径コア供試体の強度に与える偏心荷重の影響に関する解析的研究」, 名城大学総合研究所紀要, No.14, pp.157-160, (2009-8)
- 太田圭祐, 湯浅 昇, 青木孝義, 濱崎 仁, 谷川恭雄, 高橋英孝:「イタリア国宝 RC 造飛行船格納庫における劣化現状調査 その 4 建築物における塩化物イオン量分布」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), A, pp.153-154, (2009-8)
- 千田真大, 寺西浩司, 清水厚年, 谷川恭雄:「骨材の粒度分布およびセメントペーストの性質がコンクリートのフレッシュ性状に及ぼす影響」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), A, pp.569-570, (2009-8)
- 大内千彦, 寺西浩司, 清水厚年, 千田真大, 谷川恭雄:「細粗混合骨材の実積率の推定方法に関する研究 その 1. 重回帰による実積率推定式」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), A, pp.575-576, (2009-8)
- 清水厚年, 寺西浩司, 千田真大, 谷川恭雄:「細粗混合骨材の実積率の推定方法に関する研究 その 2. 骨材充填シミュレータ」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), A, pp.577-578, (2009-8)
- 平岩 陸, 谷川恭雄, 遠藤大樹:「粘弾塑性サスペンション要素法による支圧載荷を受けるコンクリートの破壊解析」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), A, pp.861-862, (2009-8)
- 遠藤大樹, 平岩 陸, 谷川恭雄:「異形鉄筋の節の角度がコンクリートの付着破壊挙動に及ぼす影響に関する解析的研究」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), A, pp.881-882, (2009-8)
- 寺西浩司, 谷川恭雄:「建築仕上げ材料に対する定量評価に関する基礎的研究 その 3. 表面性状および色彩の影響」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), A, pp.1119-1120, (2009-8)
- 湯浅 昇, 青木孝義, 濱崎 仁, 谷川恭雄, 高橋英孝:「建造後 90 年を経過したイタリア国宝 RC 造飛行船格納庫の塩化物イオン浸透」, セメント・コンクリート研究会論文集, (2009-10)

#### 寺西 浩司

##### 【著書】

- 谷川恭雄, 寺西浩司, 平岩 陸他:「木材および木質材料」, 『建築材料を学ぶ - その選択から施工まで -』, 2.5 節, pp.111-130, 理工図書, (2009-4)
- 西林新蔵, 小柳治, 渡邊史夫, 宮川豊章, 寺西浩司他:「振動締固め」, 『コンクリート工学ハンドブック』, 8.6 節, pp.291-298, 朝倉書店, (2009-10)

##### 【学術論文】

- 寺西浩司, 谷川恭雄, 清水厚年:「構造躯体用モルタルの強度特性および乾燥収縮」, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, pp.475-480, (2009-7)
- 永井伴英, 寺西浩司, 吉永美香:「揚水性能を高めたポーラスコンクリートブロックの温度上昇抑制効果」, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, pp.1801-1806, (2009-7)

##### 【その他】

- 山田一徳, 寺西浩司, 香田伸次, 陣内浩, 大倉真人, 梅本宗宏, 梶田秀幸, 石川靖晃:「CFT 柱内部のコンクリートのひずみ分布」, 日本建築学会東海支部研究報告集, No.46, pp.45-48, (2009-2)
- 清水厚年, 寺西浩司, 谷川恭雄:「フレッシュコンクリートの性質に及ぼす細・粗骨材の粒度分布の影響」, 日本建築学会東海支部研究報告集, No.46, pp. 49-52, (2009-2)
- 永井伴英, 寺西浩司, 吉永美香, 諏訪達也:「揚水機能を付与したポーラスコンクリートブロックの温度



- 上昇抑制効果」, 日本建築学会東海支部研究報告集, No.46, pp.53-56, (2009-2)
- 今井一登, 寺西浩司, 山田一徳, 中崎大樹:「壁部材の拘束度分布に関する研究(その1. 実験およびFEM解析の計画)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.315-316, (2009-8)
- 中崎大樹, 寺西浩司, 山田一徳, 今井一登:「壁部材の拘束度分布に関する研究(その2. 実験およびFEM解析の結果)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.317-318, (2009-8)
- 山田一徳, 寺西浩司, 今井一登, 中崎大樹:「壁部材の拘束度分布に関する研究(その3. FEM解析による各種要因の影響の検討)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.319-320, (2009-8)
- 櫻井友美子, 寺西浩司, 永井伴英:「自律発汗機能をもつ壁仕上げ材としてのモルタルの開発(その1. 樹脂の排水特性および樹脂混入モルタルの吸排水特性)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.439-440, (2009-8)
- 永井伴英, 櫻井友美子, 寺西浩司, 吉永美香:「自律発汗機能をもつ壁仕上げ材としてのモルタルの開発(その2. 模擬日射照射試験および暴露試験)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp. 441-442, (2009-8)
- 千田真大, 寺西浩司, 清水厚年, 谷川恭雄:「骨材の粒度分布およびセメントペーストの性質がコンクリートのフレッシュ性状に及ぼす影響」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.569-570, (2009-8)
- 大内千彦, 寺西浩司, 清水厚年, 千田真大, 谷川恭雄:「細粗混合骨材の実積率の推定方法に関する研究(その1. 重回帰による実積率推定式)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.575-576, (2009-8)
- 清水厚年, 寺西浩司, 千田真大, 谷川恭雄:「細粗混合骨材の実積率の推定方法に関する研究(その2. 骨材充填シミュレータ)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.575-576, (2009-8)
- 寺西浩司, 谷川恭雄:「建築仕上げ材料に対する感覚の定量評価に関する基礎的研究(その3. 表面性状および色彩の影響)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.1119-1120, (2009-8)
- 寺西浩司:「コンクリートの乾燥収縮に影響を及ぼす要因」, 建設機械, Vol.45, No.12, pp.47-51, (2009-12)
- 松井徹哉**
- 【学術論文】**
- 松井徹哉, 植松 康, 近藤宏二, 若狭拓夫, 永谷隆志:「頂部開口型円筒液体貯槽における浮屋根の強風時スロッシング応答」, 日本建築学会構造系論文集, 第 636 号, pp.235-242, (2009-2)
- T. Matsui: "Sloshing in a Cylindrical Liquid Storage Tank with a Single-deck Type Floating Roof under Seismic Excitation", Journal of Pressure Vessel Technology, Trans. ASME, Vol. 131, Issue 2, 021303, pp.1-10, (2009-4)
- T. Matsui, Y. Uematsu, K. Kondo, T. Wakasa and T. Nagaya: "Wind Effects on Dynamic Response of a Floating Roof in a Cylindrical Liquid Storage Tank", Journal of Pressure Vessel Technology, Trans. ASME, Vol.131, Issue 3, 031307, pp.1-10, (2009-6)
- 永谷隆志, 松井徹哉:「解析解と有限要素法の結合解法による浮屋根を有する2次元矩形貯槽の非線形スロッシング解析」, 日本建築学会構造系論文集, 第 644 号, pp.1723-1730, (2009-10)
- 【その他】**
- 永谷隆志, 松井徹哉:「浮屋根との連成を考慮した2次元液体貯槽内の非線形スロッシング解析」, 日本建築学会東海支部研究報告集, 第 47 号, pp. 237-240, (2009-2)
- 永谷隆志, 松井徹哉:「浮屋根との連成を考慮した2次元矩形貯槽の非線形スロッシング解析」, 名城大学総合研究所総合学術研究論文集, 第 8 号, pp.27-36, (2009-3)
- Shi, X., Gong, C., Matsui, T. and Yang, B.: "A Method to Choose Wave Propagation Directions for Improving the Precision of Modal Identification for Offshore Platforms," Proceedings of 19th International Offshore and Polar Engineering Conference, Osaka, Japan, (2009-6)
- 松井徹哉:「連成解析手法の現状-解析的アプローチ」, 第8回新シェル・空間構造セミナー資料「流体と構造物の連成解析手法の現状と展望」, 日本建築学会, pp. 1-12, (2009-7)
- 松井徹哉, 永谷隆志, 中藤 豊:「解析解と有限要素法の結合解法による浮屋根付円筒液体貯槽の非線形スロッシング解析-その1 支配方程式の重み付き残差表現-」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-2, (2009-8)
- 中藤 豊, 松井徹哉, 永谷隆志:「解析解と有限要素法の結合解法による浮屋根付円筒液体貯槽の非線形スロッシング解析-その2 重み付き残差方程式の離散化と時間積分-」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-2, (2009-8)
- 永谷隆志, 松井徹哉, 中藤 豊:「解析解と有限要素法の結合解法による浮屋根付円筒液体貯槽の非線形スロッシング解析-その3 数値解析例-」, 日本

建築学会大会学術講演梗概集, A-2, (2009-8)

松井徹哉:「コンクリートシェルの設計を支えた数値解析」, 日本建築学会大会構造部門(シェル・空間構造)パネルディスカッション資料「コンクリートシェルの黎明期を支えた理論・技術・施工—先人の手法をどう学ぶか—」, 日本建築学会, pp.57-86, (2009-8)

#### 溝口明則

##### 【著書】

溝口明則, 大橋竜太, 平山育男:「コンパクト版建築史 [日本・西洋]」, 彰国社, pp.12-16, pp.18-23, p35, 37, 69, 73, 75, 76, 78, 81, 83, 92, (2009-1)

##### 【学術論文】

溝口明則, 中川 武, 佐藤 桂, 下田一太, 古川大輔:「プラン遺構(The Prang) の造営尺度—クメール建築の造営尺度と設計技術に関する研究・3」, 日本建築学会計画系論文集 640 号, pp.1449-1455, (2009-6)

溝口明則, 赤澤 泰, 中川 武, 中澤重一, 岩崎好規, 福田光治:「ブラサート・スープラ N1 塔基礎基壇修復方法の研究開発」日本建築学会技術報告集 30 号, pp.567-572, (2009-6)

##### 【その他】

溝口明則:「The Prang の造営尺度—クメール建築の実測調査と造営尺度の分析—」, 名城大学総合研究所紀要 第 14 号, pp.153-156, (2009-3)

中川 武, 溝口明則, 下田一太, 佐藤 桂, 古川大輔:「チョック・ガルギヤーにおけるクメール古代都市像の解明に向けて(4-1) カンボジア コー・ケー遺跡群に関する研究 4」, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 45-46, (2009-8)

島田麻里子, 中川 武, 溝口明則, 下田一太, 佐藤 桂, 古川大輔:「チョック・ガルギヤーにおける寺院遺構の建築的特徴について(4-2) カンボジア コー・ケー遺跡群に関する研究 4」, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 47-48, (2009-8)

古川大輔, 下田一太, 中川 武, 佐藤 桂, 溝口明則:「チョック・ガルギヤーにおけるリング・神像等の台座について(4-3) カンボジア コー・ケー遺跡群に関する研究 4」, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 49-50, (2009-8)

百瀬純哉, 下田一太, 中川 武, 佐藤 桂, 溝口明則, 古川大輔:「ブラサート・クナ遺構の復原考察(4-4) カンボジア コー・ケー遺跡群に関する考察 4」, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 51-52, (2009-8)

溝口明則, 中川 武, 下田一太, 佐藤 桂:「チョック・ガルギヤーに見られる土木工作痕について(4-5) カンボジア コー・ケー遺跡群に関する研究 4」, 日

本建築学会学術講演梗概集, pp.53-54, (2009-8)

佐藤 桂, 中川 武, 溝口明則, 下田一太:「チョック・ガルギヤー (Chok Gargyar) をめぐる碑文史料(4-6) カンボジア コー・ケー遺跡群に関する研究 4」, 日本建築学会学術講演梗概集, pp. 55-56, (2009-8)

溝口明則, 河田克博, 永田恵子, 麓和善, 溝口正人, 清水隆宏「<記念シンポジウム>古典建築書研究の諸相」建築史学 53 号 建築史学会, pp.50-80, (2009-9)

#### 武藤 厚

##### 【学術論文】

Atsushi Mutoh, Daisuke Maeda and Shiro Kato, "Analysis of the Effect of Geometric Imperfections on the Structural Properties of Hyperboloid RC Cooling Towers", The 9-th Asian Pacific Conference on Shell and Spatial Structures, May 27-29, 2009, Nagoya, Paper-APCS-097 (CD-ROM, 8 pages), (2009-5)

##### 【その他】

前田大介, 齊藤太志, 武藤 厚:「偏平な RC アーチの損傷・耐力評価に関する基礎的研究(その 2 円弧およびカテナリアーチの非線形挙動について)」, 日本建築学会東海支部研究報告集, pp.97-100, (2009-2)

梶原由貴, 前田大介, 武藤 厚, 村田 賢:「3 次元非線形解析システムへの RC 弾塑性解析機能の組み込みとその応用(その 2 事例解析による検証について)」, 日本建築学会東海支部研究報告集, pp.93-96, (2009-2)

齋藤太士, 前田大介, 武藤 厚:「RC 曲面構造における複合非線形挙動の予測に関する検証の試み(その 4 RC アーチの振動性状に関する実験的評価)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.705-706, (2009-8)

前田大介, 齋藤太士, 武藤 厚:「RC 曲面構造における複合非線形挙動の予測に関する検証の試み(その 5 RC アーチの振動破壊実験の結果とその評価)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 707-708, (2009-8)

武藤 厚, 佐瀬博泰, 前田大介:「組積造による歴史的建造物の構造特性に関する再検証の試み(その 1 非線形解析による検証の概要)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 953-954, (2009-8)

佐瀬博泰, 前田大介, 武藤 厚:「組積造による歴史的建造物の構造特性に関する再検証の試み(その 2 ランス大聖堂に対する構造特性の分析事例)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.955-956, (2009-8)

鬼頭和也, 武藤 厚ほか:「合掌造における構造特性の評価の試み(その2 接合部の特性に着目した評価について)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 575-576, (2009-8)

#### 吉久光一

##### 【著書】

久野和宏, 野呂雄一, 井 研治, 堀 康郎, 吉久光一, 岡田恭明, 他3名:『音・振動との出会い音響学ABC』, 技報堂出版, (2009-2)

##### 【学術論文】

吉永弘志, 並河良治, 山本裕一郎, 吉久光一:「信号交差点近傍における交通騒音の現場測定値の分析, 騒音制御, 第33巻, 第1号, pp.65-75, (2001-1)

Teruo Iwase, Kaoru Kazama, Kenichi Ishikawa and Koichi Yoshihisa: “Acoustical diagnoses of porous drainage pavements”, Noise Control Eng. J. 57 (2), pp.112-120, March-April, (2009)

##### 【その他】

岡田恭明, 吉久光一:「都市環境騒音の常時観測」, 騒音制御, 第32巻, 第6号, pp.373-377, (2008-12)

大野友和, 岡田恭明, 吉久光一:「騒音の広域伝搬に及ぼす空気の音響吸収の影響(その4 その4 道路交通騒音を想定したシミュレーション計算)」, 日本建築学会東海支部研究報告書, 第47号, pp.329-332, (2009-2)

伊藤卓磨, 岡田恭明, 吉久光一:「中高層建築物が連担する幹線道路周辺の騒音伝搬予測(その4 その5 高架・平面道路併設部の予測法の妥当性に関する検討)」, 日本建築学会東海支部研究報告書, 第47号, pp.333-336, (2009-2)

筑井啓介, 岡田恭明, 吉久光一, 押野康夫:「二輪車のパワーレベルの測定結果とそのモデル化に関する検討」, 日本音響学会騒音・振動研究会資料 N-2009-21, pp.1-8, (2009-3)

山本貢平, 岩瀬昭雄, 藤本一壽, 吉久光一, 押野康夫, 坂本慎一, 岡田恭明, 他5名:「道路交通騒音の予測モデル“ASJ RTN-Model 2008”(日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会報告)」, 日本音響学会誌, 第65巻, 第4号, pp.179-232, (2009-4)

吉久光一:「国際シンポジウム『道路交通騒音低減のための総合的取り組み』-参加者代表によるコメント-『道路交通騒音が聞こえない静かな街』」, 騒音制御, 第33巻, 第3号, p.237, (2009-6)

山本貢平, 岩瀬昭雄, 藤本一壽, 吉久光一, 押野康夫, 坂本慎一, 岡田恭明, 他5名:「道路交通騒音の予測モデル“ASJ RTN-Model 2008”の解説と手引

き」, 日本音響学会第17回音響技術セミナー資料, 全240頁, (2009-7)

伊藤卓磨, 岡田恭明, 吉久光一, 久野和宏:「建物が連担する高架・平面道路併設部での騒音予測」, 日本音響学会騒音・振動研究会資料 N-2009-50, pp.1-6, (2009-8)

K. Yoshihisa, Y. Okada, K. Tatsuda and T. Iwase: “Effect of atmospheric absorption on outdoor propagation of sound generated from various sources on the ground to high-rise buildings”, Invited paper, Proceedings of the 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2009), pp.1-9, CD-ROM, (2009-8)

T. Iwase, M. Abe, K. Yoshihisa and Y. Okada: “Detailed observation of sound reflection and absorption characteristics of perforated and thin plate by using particle velocity sensor”, Invited paper, Proceedings of the 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2009), pp.1-9, CD-ROM, (2009-8)

Y. Okada, K. Yoshihisa and T. Iwase: “Temporal variability of atmospheric absorption of sound and its effect on aircraft noise propagation around an airport during a year”, Invited paper, Proceedings of the 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2009), pp.1-8, CD-ROM, (2009-8)

Y. Namikawa, T. Tajika, Y. Oshino, K. Yoshihisa and K. Yamamoto: “Simple method for predicting noise in the vicinity of signalized intersections”, Proceedings of the 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2009), pp.1-8, CD-ROM, (2009-8)

鈴木一輝, 岡田恭明, 吉久光一:「航空機騒音の伝搬に及ぼす空気の音響吸収の影響」, 日本音響学会東海支部 建築音響, 騒音・振動関連若手研究発表会, pp.1-4, (2009-11)

伊藤卓磨, 岡田恭明, 吉久光一:「高架・平面道路併設部における壁面吸音効果に着目した検討」, 日本音響学会東海支部 建築音響, 騒音・振動関連若手研究発表会, pp.1-4, (2009-11)

今川和也, 堀江幸弘, 岡田恭明, 吉久光一:「道路一般部での自動車走行騒音に関する予備的検討」, 日本音響学会東海支部 建築音響, 騒音・振動関連若手研究発表会, pp.1-4, (2009-11)

大塚 貴弘



## 【学術論文】

大塚貴弘, 金子健作, 元結正次郎:「全体および局部座屈を考慮したH形鋼トラス要素モデルの提案」, 日本建築学会構造系論文集, No.636, pp. 267-272, (2009-2)

## 【その他】

Takahiro Ohtsuka, Shojiro Motoyui: “Analytical Evaluation for Local Buckling Behavior of Circular Steel Tube Members”, The Ninth Asian Pacific Conference on Shell and Spatial Structures (APCS2009), CD-ROM, (2009-5)

大塚貴弘, 元結正次郎:「局部座屈を考慮した円形鋼管梁要素モデル」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, B-1, pp. 269-270, (2009-9)

## 岡田 恭明

## 【著書】

久野和宏, 野呂雄一, 井 研治, 堀 康郎, 吉久光一, 岡田恭明, 他 3 名:『音・振動との出会い音響学 ABC』, 技報堂出版, (2009-2)

## 【その他】

岡田恭明, 吉久光一:「都市環境騒音の常時観測」, 騒音制御, 第 32 巻, 第 6 号, pp.373-377, (2008-12)

大野友和, 岡田恭明, 吉久光一:「騒音の広域伝搬に及ぼす空気の音響吸収の影響(その 4 道路交通騒音を想定したシミュレーション計算)」, 日本建築学会東海支部研究報告書, 第 47 号, pp.329-332, (2009-2)

伊藤卓磨, 岡田恭明, 吉久光一:「中高層建築物が連担する幹線道路周辺の騒音伝搬予測(その 5 高架・平面道路併設部の予測法の妥当性に関する検討)」, 日本建築学会東海支部研究報告書, 第 47 号, pp.333-336, (2009-2)

筑井啓介, 岡田恭明, 吉久光一, 押野康夫:「二輪車のパワーレベルの測定結果とそのモデル化に関する検討」, 日本音響学会騒音・振動研究会資料 N-2009-21, pp.1-8, (2009-3)

山本貢平, 岩瀬昭雄, 藤本一壽, 吉久光一, 押野康夫, 坂本慎一, 岡田恭明, 他 5 名:「道路交通騒音の予測モデル "ASJ RTN-Model 2008" (日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会報告)」, 日本音響学会誌, 第 65 巻, 第 4 号, pp.179-232, (2009-4)

岡田恭明:「都市部を通過する幹線道路周辺における騒音の予測手法および保全対策に関する研究」, 科学研究費補助金研究成果報告書, pp.1-6, (2009-5)

山本貢平, 岩瀬昭雄, 藤本一壽, 吉久光一, 押野康夫, 坂本慎一, 岡田恭明, 他 5 名:「道路交通騒音の予測モデル "ASJ RTN-Model 2008" の解説と手引

き」, 日本音響学会第 17 回音響技術セミナー資料, 全 240 頁, (2009-7)

伊藤卓磨, 岡田恭明, 吉久光一, 久野和宏:「建物が連担する高架・平面道路併設部での騒音予測」, 日本音響学会騒音・振動研究会資料 N-2009-50, pp.1-6, (2009-8)

K. Yoshihisa, Y. Okada, K. Tatsuda and T. Iwase: “Effect of atmospheric absorption on outdoor propagation of sound generated from various sources on the ground to high-rise buildings” (Invited paper), Proceedings of the 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2009), pp.1-9, CD-ROM, (2009-8)

T. Iwase, M. Abe, K. Yoshihisa and Y. Okada: “Detailed observation of sound reflection and absorption characteristics of perforated and thin plate by using particle velocity sensor” (Invited paper), Proceedings of the 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2009), pp.1-9, CD-ROM, (2009-8)

Y. Okada, K. Yoshihisa and T. Iwase: “Temporal variability of atmospheric absorption of sound and its effect on aircraft noise propagation around an airport during a year” (Invited paper), Proceedings of the 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2009), pp.1-8, CD-ROM, (2009-8)

岡田恭明:「航空機騒音の測定と評価」[航空機騒音の予測方法(Integrated Noise Model) ], 騒音技術講習会資料, pp.1-24, (2009-10)

鈴木一輝, 岡田恭明, 吉久光一:「航空機騒音の伝搬に及ぼす空気の音響吸収の影響」, 日本音響学会東海支部 建築音響, 騒音・振動関連若手研究発表会, pp.1-4, (2009-11)

伊藤卓磨, 岡田恭明, 吉久光一:「高架・平面道路併設部における壁面吸音効果に着目した検討」, 日本音響学会東海支部 建築音響, 騒音・振動関連若手研究発表会, pp.1-4, (2009-11)

今川和也, 堀江幸弘, 岡田恭明, 吉久光一:「道路一般部での自動車走行騒音に関する予備的検討」, 日本音響学会東海支部 建築音響, 騒音・振動関連若手研究発表会, pp.1-4, (2009-11)

## 吉永美香

## 【学術論文】

E. Yandri, N. Miura, S. Ito, Toru Fujisawa, M. Yoshinaga



: "PERFORMANCE OF HYBRID PHOTOVOLTAIC AND THERMAL (PV/T) COLLECTOR WITH AND WITHOUT ELECTRICITY GENERATION", Proceedings of the ASME 2009 Heat Transfer Summer Conference HT2009, San Francisco, California USA, CD-ROM (11 pages), (2009-7)

#### 【その他】

E. Yandri, N. Miura, T. Kawashima, T. Fujisawa, M. Yoshinaga : "Experimental Studies on Space Heating System with Storage Tanks under the Floor Using a Solar Collector Assisted Heat Pump System", The First International Conference on Applied Energy (ICAEO9), Hong Kong, CD-ROM (13pages), (2009-1)

永井伴英, 寺西浩司, 吉永美香, 諏訪達也 : 「揚水機能を付与したポーラスコンクリートブロックの温度上昇抑制効果」, 日本建築学会東海支部研究報告集, pp.53-56, (2009-2)

水野 亮, 吉永美香 : 「タマリユウを用いた底面灌水型屋上緑化システムの熱・水収支の分析 - SAT 試験区による対流熱伝達量の算出 - 」, 日本建築学会東海支部研究報告集, p373-376, (2009-2)

酒井遼子, 吉永美香 : 「通気層を有する瓦屋根の熱的性能に関する研究」, 日本建築学会東海支部研究報告集, pp.409-412, (2009-2)

吉永美香, 大庭泰樹, 小山智宏 : 「光透過型ルーフボンドの熱収支特性 - 水膜厚さの影響分析 - 」, 空気調和・衛生工学会中部支部学術研究発表会論文集, pp.141-145, (2009-3)

水野 亮, 吉永美香 : 「タマリユウを用いた薄層屋上緑化の熱収支に関する研究 - 灌水方式による潜熱放熱量の比較 - 」, 空気調和・衛生工学会中部支部学術研究発表会論文集, pp.1-4, (2009-3)

酒井遼子, 吉永美香 : 「通気層を有する瓦屋根の熱的性能に関する研究」, 空気調和・衛生工学会中部支部学術研究発表会論文集, pp.13-16, (2009-3)

水野 亮, 吉永美香 : 「タマリユウを用いた薄層屋上緑化の熱収支の分析 - 実測による上面・底面灌水の比較 - 」, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.889-890, (2009-9)

酒井遼子, 吉永美香 : 「通気層を有する瓦屋根の排熱性能に関する実験的研究 - 入口開口面積による比較 - 」, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.25-26, (2009-9)

永井伴英, 寺西浩司, 櫻井由美子, 吉永美香 : 「自律発汗機能をもつ壁仕上げ材としてのモルタルの開発 その2 模擬日射照射試験および暴露試験」, 日本建

築学会学術講演梗概集, pp.441-442, (2009-9)

神山拓也, 吉永美香, 山内 章, 前多敬一郎 : 「クズを用いた緑化による畜舎内温度上昇抑制効果の可能性の評価」, 日本作物学会第228回講演会, (2009-9)

白井健人, 吉永美香 : 「日射計の種類と精度に関する比較検討」, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 太陽 / 風力エネルギー講演論文集, pp.239-242, (2009-11)

吉永美香, 近藤佳代子, 中島裕美, 神山拓也, 山内 章, 前多敬一郎 : 「くずを用いた畜舎緑化による温熱環境改善効果の研究 - その1 牛舎の熱環境実測結果及び緑化植物種の選定 - 」, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 太陽 / 風力エネルギー講演論文集, pp.359-362, (2009-11)

吉永美香, 長谷川未樹, 鈴木宗孝, 神山拓也, 山内 章, 前多敬一郎 : 「くずを用いた畜舎緑化による温熱環境改善効果の研究 - その2 緑化の有無による模擬建物の温熱環境の比較 - 」, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 太陽 / 風力エネルギー講演論文集, pp.363-366, (2009-11)

水野 亮, 吉永美香 : 「タマリユウを用いた薄層屋上緑化システムの熱・水収支に関する研究 - 小型含水率計を用いた潜熱放熱量の推定 - 」, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 太陽 / 風力エネルギー講演論文集, pp.367-370, (2009-11)

#### 谷田 真

#### 【その他】

谷田 真 : 「農業×建築」, NAGOYA DESIGN WEEK 2009, p.47 (2009-9)

#### 平岩 陸

#### 【著書】

谷川恭雄, 青木孝義, 河辺伸二, 黒川善幸, 鈴木清孝, 寺西浩司, 畑中重光, 平岩 陸, 丸山一平, 三島直生, 山田和夫, 山本貴正, 渡辺健治 : 『建築材料を学ぶ - その選択から施工まで - 』, 理工図書, (2009-4)

#### 【学術論文】

平岩 陸, 谷川恭雄, 遠藤大樹 : 「小径コアによる構造体コンクリート強度推定に関する解析的研究」, 日本建築学会構造系論文集, No.644, pp.1699-1704, (2009-10)

平岩 陸, 谷川恭雄 : 「セメントの水和進展に伴うセメント硬化体の強度増進に関する解析的研究」, セメント・コンクリート論文集, No.63, (印刷中), (2009-12)

#### 【その他】

- 遠藤大樹, 谷川恭雄, 平岩 陸:「粘弾塑性サスペンション要素法による鉄筋の付着破壊解析」, 日本建築学会東海支部研究報告集, No.47, pp.37-40, (2009-2)
- 平岩 陸, 谷川恭雄, 遠藤大樹:「粘弾塑性サスペンション要素法による支圧載荷時のコンクリートの破壊挙動に関する研究」, 日本建築学会東海支部研究報告集, No.47, pp.41-44, (2009-2)
- 平岩 陸, 谷川恭雄:「セメントの粒子数および粒径がセメント系材料の強度増進に及ぼす影響に関する解析的研究」, 第63回セメント技術大会講演要旨, pp.22-23, (2009-5)
- 平岩 陸, 谷川恭雄, 遠藤大樹:「粘弾塑性サスペンション要素法による支圧載荷を受けるコンクリートの破壊解析」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), A-1, pp.861-862, (2009-8)
- 遠藤大樹, 谷川恭雄, 平岩 陸:「異形鉄筋の節の角度が付着破壊挙動に及ぼす影響に関する解析的研究」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北), A-1, pp.881-882, (2009-8)

### 三浦彩子

#### 【学術論文】

- 三浦彩子, 小野田滋:「明治期における鉄道跨線橋の沿革に関する研究」, 日本建築学会技術報告集, 第15巻, 第30号, pp.577-580, (2009-6)

#### 【その他】

- 三浦彩子, 糟屋豪志, 小林裕紀:「旧愛知県立農業大学校講堂(追進館)の歴史史料に関する研究」, 日本建築学会東海支部研究報告集, 第47号, pp.681-684, (2009-2)
- 三浦彩子:「日本庭園史と禅浄一致思想」, 名城大学総合研究所紀要, 第14号, pp.49-52, (2009-3)
- 三浦彩子:「禅の庭」, 名城大学校友会会報, 第55号, pp.28-29, (2009-8)
- 三浦彩子, 糟屋豪志, 小林裕紀:「旧愛知県立農業大学校講堂(追進館)の現況と史料」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, F-2, pp.209-210, (2009-8)
- 三浦彩子, 森川祐喜:「建築表現と視覚心理」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, F-2, pp.827-828, (2009-8)
- 三浦彩子, 小林裕紀:「岡崎における都市構成の変遷過程に関する研究」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, F-2, pp.381-382, (2009-8)
- 三浦彩子, 鈴木里佳:「『嵯峨流庭古法秘伝之書』の写本の伝承経緯について」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, F-2, pp.553-554, (2009-8)
- 三浦彩子, 鈴木里佳:「明治期浜松の医者屋敷庭園に

ついて」, 日本造園学会中部支部大会研究発表要旨集, Vol.6, pp.33-34, (2009-10)

## 教養教育

## 垣谷俊昭

## 【学術論文】

H.Nishioka and T.Kakitani : "Averaged electron tunneling route of the electron transfer in protein media", J.Phys. Chem. B. Vol. 112, pp. 9948-9958, (2008)

H.Nishioka, N. Ueda, and T.Kakitani : "Correlation between square of electron tunneling matrix element and donor-acceptor distance in fluctuating protein media", BIOPHYSICS (e-Journal), Vol.4, pp.19-28, (2008)

垣谷俊昭, 垣谷宏子 : 「近代合理主義と地球環境問題 - 心の非合理性と近代合理主義の葛藤」, 名城大学人文紀要, 第 88 集, pp.45-54, (2008)

## 【その他】

垣谷俊昭, 西岡宏任, 上田信治 : 「タンパク質中電子移動反応における電子因子のゆらぎとドナー・アクセプター間距離のゆらぎの相関」, 第 46 回日本生物物理学会年会予稿集, p. S167 (3p-261), (2008-12)

西岡宏任, 垣谷俊昭 : 「タンパク質媒体中電子移動反応の平均化したトンネル経路」, 第 46 回日本生物物理学会年会予稿集, p.S168 (3p-264), (2008-12)

鈴木優輔, 西岡宏任, 垣谷俊昭 : 「タンパク質中電子移動における非弾性トンネル効果の観測」, 第 46 回日本生物物理学会年会予稿集, p.S168 (3p-265), (2008-12)

## 加藤幸久

## 【著書】

加藤幸久 : 『レインボー (健診管理システム) サクセススリムプラン 体脂肪率 エネルギー収支バランス』, 聖隷保健事業部, (2007-1)

加藤幸久 (監修) : 『コンピュータソフト (サクセススリムプラン 健康づくり目標達成状況アンケート)』, 聖隷保険事業部, (2007-11)

加藤幸久 (監修) : 『健康づくりテキスト』, pp1 - 38, 予防医学出版社, (2008-10)

加藤幸久 : 『コンピュータソフト (ケイタイ de ウォーキング)』, 株式会社 Faith, (2009-4)

## 【学術論文】

加藤幸久 : 「セルフケアを目指したライフスタイル改善行動のあり方に関する研究 - 歩行の定着性の要因把握 -」, 名城大学人文紀要第 87 集, 43.3, pp19-32, 平成 20 年 3 月, (2008-3)

加藤幸久, 清水新悟 : 「扁平足に対するふっとスプリントとアーチ高率値の信頼性」, 臨床バイオメカニ

クス, Vol.30, pp243-248, (平成 21 年 9 月), (2009-9)

## 【学会発表】

加藤幸久 : 変形性膝関節症内側型の後足部回内外と外反母趾変形の関係, 靴の医学, 編集日本靴医学会, Vol.22, No1 (平成 20 年 10 月), (2008-10)

## 【その他】

小穴信久, 斎藤 浩, 加藤幸久 : メインテーマ : 「ヘルスプロモーションの活性化をめざして」 コメディカルミーティング 「健康増進プログラム (SSP) の効果的な展開について」, 日本総合健診医学会 第 35 回大会 (岡山), (2007-1)

加藤幸久 : 学術発表会 「森林浴ウォーキングによる生理学的諸変化について」, 文部科学省平成 18 年度社会連携研究推進事業 グリーンバイオビジネス創製プロジェクト 第 2 回成果報告会集, pp21-23, (2007-3)

加藤幸久 : 研修セミナー 「答えを出す健康づくり活動とは」 静岡県掛川市主催 (静岡), (2007-4)

加藤幸久 (監修) : 学術発表 「お一人お一人の健康を支援する (聖隷保健事業部)」 東京ホスピタルショー (東京), (2007-7)

加藤幸久 : 研修セミナー 「生活習慣病予防のための身体活動量の向上法とその継続・定着性に関する研究」 あいち健康長寿クラスター, 名城大学健康長寿シーズ発表会 健やかな健康ライフ作りを目指して (名古屋), (2007-7)

加藤幸久 : 養成セミナー 「健康づくりカウンセリングの実践法 - 身体活動の行動変容を目指して -」 平成 19 年第 4 回特定健康審査など指導者研修会, 主催 愛知県国民健康保険団体連合会 (愛知), (2007-8)

加藤幸久 : 「第 1 回目平成 21 年度 特定検診, 保健指導スキルアップ」, 愛知県国民健康保険団体主催 (愛知), (2009.7.24), (2009-7)

加藤幸久 : 「第 2 回目平成 21 年度 特定検診, 保健指導スキルアップ」, 愛知県国民健康保険団体主催 (愛知), (2009.8.21), (2009-8)

加藤幸久 : 研究会 「これからの健康づくりのあり方」, 主催 静岡縣市町村共済組合 (静岡), (2007-8)

加藤幸久 : 学術研究会 「答えを出す健康づくり活動 - 予防医学の実践者として, あるべき資質とは -」, 「かながわ健康づくり」会報, vol.23, p1, NPO 法人 日本健康指導士会神奈川支部, (2007-9)

加藤幸久 : 学術研究会 : 健康運動士認定講習会

「答えを出す健康づくり活動 1.脳を利用した運動処方とは」, 主催 NPO 法人日本健康運動指導し会 財団法人健康・体力づくり事業団, (2007-9)

加藤幸久: 研修セミナー「健康づくりカウンセリングの実践法 行動変容と脳の仕組み」主催 東名古屋保健連絡協議会, (2007-12)

加藤幸久: 「健康づくりカウンセリングの実践法－行動変容と脳の仕組み－」, 東名古屋保険連絡協議会 研修会(愛知, 東郷町), (2007-12-26), (2007-12)

加藤幸久, 他: 学術発表 文部科学省平成 19 年度社会連携研究推進事業グリーンバイオビジネス創製プロジェクト 第 3 回研究成果報告会「森林浴ウォーキングにおける生理学的諸変化について」, 2008-3-29 (名古屋), (2008-3)

加藤幸久: 研修セミナー「健康づくりにおける行動変容のあり方」, (愛知, 半田)(2008-2-7), (2008-2)

加藤幸久: 日本産業衛生学会 東海地方会ニュース 平成 20 年度 5 月「脳生理学的発想で行うウォーキング」vol.5, p4, 日本産業衛生学会東海地方会 NPO, (2008-5)

加藤幸久: 健康づくりセミナー「生活習慣の改善法 脳生理学的見地から」, 静岡県市町村職員共済組合 主催, 2008-8-20, (静岡県沼津市), (2008-8)

加藤幸久: 健康づくりセミナー「生活習慣の改善法 脳生理学的見地から」静岡県市町村職員共済組合 主催, 2008-8-26, (静岡県浜松市), (2008-8)

加藤幸久: 健康づくりセミナー「生活習慣の改善法 脳生理学的見地から」, 静岡県市町村職員共済組合 主催, 2008-9-2, (静岡県静岡市), (2008-9)

加藤幸久: 健康づくりセミナー「生活習慣病の改善と健康づくり」静岡県市町村職員共済組合 主催, (静岡県沼津市), (2009-9)

加藤幸久: 健康づくりセミナー「生活習慣病の改善と健康づくり」静岡県市町村職員共済組合 主催, (静岡県浜松市), (2009-9)

加藤幸久: 健康づくりセミナー「生活習慣病の改善と健康づくり」静岡県市町村職員共済組合 主催, (静岡県静岡市), (2009-10)

加藤幸久: 研修セミナー 西三河南部・北部医療圏健康日本 21 あいち計画地域推進事業「平成 20 年度健康日本 21 地域推進研修会」 「行動変容に基づく運動指導 健診の場で・保健医療の場で」, (愛知, 衣浦), (2008-11)

加藤幸久: 愛知県医師会主催 産業医認定講師「産業現場における運動指導の実際」, (名古屋), (2008-10)

加藤幸久: 愛知県医師会主催 産業医認定講師「行動変容に基づく運動指導」, (名古屋), (2009-10)

加藤幸久: 研修セミナー 西三河南部・北部医療圏健康日本 21 あいち計画地域推進事業平成 20 年度健康日本 21 地域推進研修会「行動変容に基づく運動指導 健診の場で・保健医療の場で」, (愛知, 衣浦), (2008-11)

加藤幸久: 西三河南部・北部医療圏健康日本 21 あいち計画地域推進事業平成 20 年度健康日本 21 地域推進研修会「行動変容に基づく運動指導 健診の場で・保健医療の場で」(愛知, 衣浦), (2008-11)

#### 鈴木 茂廣

##### 【学術論文】

K. Sumi, S. Suzuki, N. Sogo, H. Kadoma, Y. Ando, M. Matsubara: "Analysis of post-exercise recovery of heart rate variability using maximum entropy method", 中京大学国際教養学部論叢, Vol.2, No.1, pp.1-13, (2009-9)

鈴木茂廣: 「身体活動タイプの違いが森林環境下における自律神経活動に及ぼす影響」, 名城大学人文紀要, Vol.45, No.2, pp.15-24, (2009-12)

##### 【その他】

鈴木茂廣: 「森林浴～人の心と健康に影響を与える森林の効果～」, 名城大学信濃シンポジウム, 松本市, (2009-11)

#### 中村栄造

##### 【その他】

中村栄造: 翻訳『ヴァレリー家最後の者』第一部, 「名城大学人文紀要」, 44 巻第 3 号, pp 73-85, (2009-3)

中村栄造: 翻訳『ヴァレリー家最後の者』第二部, 「名城大学人文紀要」, 45 巻第 2 号, pp 57-69, (2009-12)

中村栄造: 口頭発表 「時計時間への嫌悪と恐怖－アメリカ十九世紀中葉の 4 つ短編を中心に」 日本アメリカ文学会中部支部 11 月例会, (2009-11)

#### 長澤 崇雄

##### 【学術論文】

長澤崇雄: 「慎ましきユリエッタ・フォン・O の重複する婚礼－ハインリヒ・フォン・クライスト『O 侯爵夫人』について」, 名城大学人文紀要, 45 巻, 2 号, pp.23-37, (2009-12)

#### 中山 章宏

##### 【学術論文】

A. Nakayama, M. Fukui, K. Hasebe, M. Kikuchi, K. Nishinari, Y. Sugiyama, S. Tadaki, S. Yukawa, "Detailed data of traffic jam experiment", *Traffic and Granular Flow '07*, ed. C. Appert-Rolland, F. Chevoir, P. Gondret, S.



Lassarre, J.-P. Lebacque, M. Schreckenber, pp.389-394,  
(Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009)

A. Nakayama, M. Fukui, M. Kikuchi, K. Hasebe, K. Nishinari, Y. Sugiyama, S. Tadaki and S. Yukawa :  
“Metastability in the formation of an experimental traffic jam”, *New Journal of Physics* 11, 083025, (2009)

#### 森田 健治

##### 【学術論文】

K. Morita, B. Tsuchiya, S. Nagata, Y. Oya and K. Okuno :  
“Hydrogen Storage Characteristics of an Innovative Composite Materials of Pt-Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> Exposed to Air at Room Temperature Studied by Ion Beam Analysis”, *Proc. (Oral Presentation) of 7<sup>th</sup> International Symposium on Atomic Level Characterization for New Materials and Devices (ALC-09)*, (Dec. 6-11, 2009, The Westin Maui Resort & Spa, Maui, Hawaii, USA), pp.57-61, (2009-12)

森田健治, 土屋 文:「常温空気水蒸気から水素を吸収貯蔵する金属・酸化物二層材料の環境調和型水素製造システム」名城大学理工学部研究報告 第50号(平成22年3月)pp.114-119, (2010-3)

##### 【その他】

K. Morita, B. Tsuchiya, Y. Yamaguchi, T. Ishijima and H. Sugai : “Measurements of Rates and Life Times of H<sub>2</sub> Gas Emission from H-implanted Oxide Ceramics Exposed to Air at Room Temperature, 17<sup>th</sup> Int. Conf. on Solid State Ionics (SSI-17) (June 28-July 3, 2009 Toronto, Canada) P278 (Poster) , (2009-6)

K. Morita, B. Tsuchiya and S. Nagata : “Hydrogen Absorption and Emission Characteristics of Metal-Oxide Bi-layer Composite Materials Measured by Ion Beam Analysis”, 17<sup>th</sup> Int. Conf. on Solid State Ionics (SSI-17) (June 28-July 3, 2009, Toronto, Canada) W1A (Keynote Lecture) p.149, (2009-7)

森田健治, 土屋 文, 永田晋二, 大矢恭久, 奥野健二:  
「常温の空気水蒸気から水素を吸蔵する二層複合材料の吸収・放出特性のイオンビーム分析」, (独)日本学術振興会マイクロビームアナリシス第141委員会, 第137回研究会資料(平成21年9月29・30日, 名城大学名駅サテライト多目的室) pp. 16-21, (2009-9)

K. Morita, B. Tsuchiya, S. Nagata, Y. Oya and K. Okuno: “ERD Measurements of Hydrogen Absorption and Emission Characteristics of Pt-Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> Bi-layer Composite Materials Exposed to Air at Room Temperature Studied”, 19<sup>th</sup> Int. Conf. on Ion Beam Analysis (IBA2009) (Sept. 7-11, 2009,

Cambridge, UK) Tue51, (2009-9)

森田健治:「イオンビーム分析と材料研究」(講師), 平成21年度-オータムスクール要旨集-イオンビーム-(平成21年10月30日-11月1日, 東京理科大学セミナーハウス, (社)日本アイソトープ協会理工学部会・ライフサイエンス部会), pp.18-25, (2009-10)

森田健治:「常温の空気水蒸気から水素を吸収貯蔵する金属・酸化物二層水素吸収貯蔵材料の開発」(トピックス), *CERAMICS JAPAN (セラミックス)* 44, No.11, 878, (2009-11)

K. Morita, B. Tsuchiya, S. Nagata, Y. Oya and K. Okuno :  
“Hydrogen Storage Characteristics of an Innovative Composite Materials of Pt-Li<sub>2</sub>ZrO<sub>3</sub> Exposed to Air at Room Temperature Studied by Ion Beam Analysis”, 7<sup>th</sup> Int. Symp. on Atomic Level Characterization and New Materials and Devices (ALC-09), (Dec. 6-11, 2009, The Westin Maui Resort & Spa, Maui, Hawaii, USA) 07BA04, (2009-12)

##### 【特許出願】

出願番号:特願 2009-39062, 発明者:森田健治, 土屋文, 発明の名称:水素貯蔵複合材料, 出願者:(株)日本ガイシ, 出願日:2009年2月25日, (2009-2)

#### 大久保 敏之

##### 【その他】

大久保敏之, 青山龍美, 西村淳, 竹内紳悟:「有限温度BFSS行列模型におけるSO(9)対称性の自発的破れの解析」, *日本物理学会 第64回年次大会*, (2009-3)

## 特任教授

赤崎 勇

## 【著書】

岩谷素顕, 川島毅士, 飯田大輔, 千田亮太, 上山智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「m 面 SiC 基板上への非極性窒化物半導体の結晶成長」, 『窒化物基板および格子整合基板の成長とデバイス特性』, (CMC 出版), (2009)

## 【学術論文】

Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “Activation energy of Mg in a -plane Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N (0<x<0.17)”, *physica status solidi (b)*, Vol.246, pp.1188-1190, (2009)

Ryosuke Kawai, Toshiaki Mori, Wataru Ochiai, Atushi Suzuki, Motoaki Iwaya, Hiroshi Amano, Satoshi Kamiyama, and Isamu Akasaki: “High-reflectivity Ag-based p-type ohmic contacts for blue light-emitting diodes”, *physica status solidi (c)*, Vol.6, pp.S830-S832, (2009)

Motoaki Iwaya, Shuichi Miura, Takahiro Fujii, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “High-performance UV detector based on AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> junction heterostructure-field-effect transistor with a p-GaN gate”, *physica status solidi (c)*, Vol.6, pp.S972-S975, (2009)

Ryota Senda, Tetsuya Matsubara, Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “Realization of high-crystalline-quality and thick GaInN films”, *physica status solidi (c)*, Vol.6, pp.S502-S505, (2009)

Yohjiro Kawai, Shinya Ohsuka, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “Improvement of crystalline quality of InGa<sub>N</sub> epilayers on various crystal planes of ZnO substrate by metal-organic vapor phase epitaxy”, *physica status solidi (c)*, Vol.6, pp.S486-S489, (2009)

Kentaro Nagamatsu, Kenichiro Takeda, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “Activation energy of Mg in Al<sub>0.25</sub>Ga<sub>0.75</sub>N and Al<sub>0.5</sub>Ga<sub>0.5</sub>N”, *physica status solidi (c)*, Vol.6, pp.S437-S439, (2009)

Toshiaki Asai, Kensuke Nagata, Toshiaki Mori, Kentaro Nagamatsu, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “Relaxation and recovery

processes of Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N grown on AlN underlying layer”, *Journal of Crystal Growth*, Volume 311, pp.2850-2852, (2009)

Hirotohi Tsuzuki, Fumiaki Mori, Kenichiro Takeda, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, Isamu Akasaki, Harumasa Yoshida, Masakazu Kuwabara, Yoji Yamashita, and Hirofumi Kan: “Novel UV devices on high-quality AlGa<sub>N</sub> using grooved underlying layer”, *Journal of Crystal Growth*, Volume 311, pp.2860-2863, (2009)

Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “One-sidewall-seeded epitaxial lateral overgrowth of a-plane Ga<sub>N</sub> by metalorganic vapor-phase epitaxy”, *Journal of Crystal Growth*, Volume 311, pp.2887-2890, (2009)

Tetsuya Matsubara, Ryota Senda, Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “Growth of thick GaInN on grooved (10-1-1) Ga<sub>N</sub>/ (10-1-2) 4H-SiC”, *Journal of Crystal Growth*, Volume 311, pp.2926-2928, (2009)

Yohjiro Kawai, Shinya Ohsuka, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “InGa<sub>N</sub> growth with various InN mole fractions on m-plane ZnO substrate by metalorganic vapor phase epitaxy”, *Journal of Crystal Growth*, Volume 311, pp.2929-2932, (2009)

Ryota Senda, Tetsuya Matsubara, Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “Strong Emission from GaInN/GaN Multiple Quantum Wells on High-Crystalline-Quality Thick m-Plane GaInN Underlying Layer on Grooved Ga<sub>N</sub>”, *Applied Physics Express*, Vol.2, 061004, (2009)

Hirotohi Tsuzuki, Fumiaki Mori, Kenichiro Takeda, Tomoki Ichikawa, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, Isamu Akasaki, Harumasa Yoshida, Masakazu Kuwabara, Yoji Yamashita, and Hirofumi Kan: “High-performance UV emitter grown on high-crystalline-quality AlGa<sub>N</sub> underlying layer”, *physica status solidi (a)*, Vol.206, pp.1199 - 1204, (2009)

Daisuke Iida, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki: “Activation energy of Mg in a-plane Ga<sub>1-x</sub>In<sub>x</sub>N (0<x<0.17)”, *physica status solidi (b)*, Vol.246, pp.1188-1190, (2009)

## 【その他】

## 【2008年】

天野 浩, 岩谷素顕, 上山 智, 赤崎 勇: 「ワットクラス超高出力紫外レーザダイオードの実現にむけて」, 特定領域研究「窒化物光半導体のフロンティア-材料潜在能力の極限発現-」公開シンポジウムプログラム, 学会館, (2008-1)

稲田シュンコアルバーノ, 天野 浩, 赤崎 勇, 森田明理: 「UVA1-LED 光線療法の照射装置開発」, 電子情報通信学会技術研究報告, pp.55-59, (2008-1)

H. Amano, M. Iwaya, S. Kamiyama and I. Akasaki: "Theoretical and experimental aspects of the nitridebased UV light-emitting devices", (Invited), UKNC Meeting 9\_10 January 2008, University of Strathclyde, (2008-1)

稲田シュンコアルバーノ, 天野 浩, 赤崎 勇, 森田明理, 小林桂子: 「UV LEDによるJurkat細胞への紫外線照射特性」, 応用物理学会第55回講演予稿集, p.1072, (2008-3)

根賀亮平, 水野克俊, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「p型 GaN ゲート ノーマリーオフ型 AlGaIn/GaN junction HEET のオン抵抗と耐圧」, 信学技報 IEICE Technical Report, Vol.108, No.34, pp.61-65, (2008-5)

根賀亮平, 水野克俊, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「p型 GaN ゲート ノーマリーオフ型 AlGaIn/GaN junction HEET のオン抵抗と耐圧」, 電子情報通信学会技術研究報告, ED2008-13, (2008-5)

森 俊晶, 浅井俊晶, 永松謙太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「溝加工した AlN 上 AlGaIn の転位解析」, 信学技報 IEICE Technical Report, Vol.108, No.34, (2008-5)

森 俊晶, 浅井俊晶, 永松謙太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「溝加工した AlN 上 AlGaIn の転位解析」, 電子情報通信学会技術研究報告, pp.57-60, (2008-5)

I. Akasaki, H. Amano: "Breakthroughs in improving crystal quality of GaN and invention of the p-n junction blue-light-emitting diode", Japanese Journal of Applied Physics 47, 3781, (2008-5)

H. Amano, I. Akasaki: "Breakthroughs in improving crystal quality of GaN and invention of the p-n junction blue-light-emitting diode," AAPPS Bulletin, 18, pp.26-34, (2008-6)

H. Amano, H. Tsuzuki, K. Takeda, K. Nagamatsu, M. Iwaya, S. Kamiyama, I. Akasaki: "Short wavelength semiconductor laser diodes", Japan-Brazil Memorial Symposium on Science and Technology for the

Celebration of 100 years of Japanese Immigration in Brazil, Universidade de São Paulo 11:00-11:30, 25 June 2008-Wednesday, (2008-6)

天野 浩, 永松謙太郎, 飯田大輔, 竹田健一郎, 都築宏俊, 早川武雄, 岩谷素顕, 上山 智, 赤崎 勇: 「シミュレータを用いた窒化物半導体光デバイスの動作シミュレーションおよび実際との比較」, 日本学術振興会ワイドキャップ半導体光・電子デバイス第162委員会第59回研究会, (2008-7)

竹田健一郎, 浅井俊晶, 永松謙太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「AlN 上 AlGaIn の結晶回復過程と溝加工テンプレートによる低転位化」, 文部科学省科学研究費補助金特定領域研究公開シンポジウム「窒化物光半導体のフロンティア-材料潜在能力の極限発現-」予稿集, pp.129, (2008-8)

永松謙太郎, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 「高正孔濃度 p 型 AlGaIn」, 特定領域研究公開シンポジウム「窒化物光半導体のフロンティア-材料潜在能力の極限発現-」, A03-1 (1), (2008-8)

稲田シュンコアルバーノ, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇, 森田明理: 「UVA1-LED 光線療法の照射装置開発」, 名城大学・名古屋市立大学 第3回医工連携シンポジウム, (2008-9)

## 【2009年】

岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇: 注目の無極性面・半極性面窒化物半導体発光デバイス, OPTRONICS 9月号, pp.136-141 (2009-1)

H. Amano, H. Tsuzuki, T. Mori, K. Takeda, K. Nagamatsu, M. Iwaya, S. Kamiyama and I. Akasaki: "Growth of low-dislocation-density AlGaIn for the realization of high-performance ultraviolet laser diodes", The 3rd Int'l Conference on Display & Solid State Lighting, Seoul, Korea, January, 20-22, (2009)

T. Seko, S. Mabuchi, F. Teramae, A. Suzuki, Y. Kaneko, K. Ryosuke, S. Kamiyama, M. Iwaya, H. Amano, and I. Akasaki: "Fabrication technique for Moth-Eye structure using low-energy electron-beam projection lithography for high-performance blue-light-emitting diode on SiC substrate", Gallium Nitride Materials and Devices IV (SPIE OE106), San Jose, California, USA January, 24-29, (2009-1)

Plamen P. Paskov, Bo Monemar, Daisuke Iida, Takeshi Kawashima, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, Isamu Akasaki: "Optical properties of a- and m-plane GaN grown by sidewall epitaxial lateral

- overgrowth”, Gallium Nitride Materials and Devices IV (SPIE OE106), San Jose, California, USA January, 24-29, (2009-1)
- H. Amano, K. Nagamatsu, K. Takeda, T. Mori, H. Tsuzuki, M. Iwaya, S. Kamiyama and I. Akasaki : “Growth and conductivity control of high quality AlGa<sub>N</sub> and its application to high-performance ultraviolet laser diodes”, Gallium Nitride Materials and Devices IV (SPIE OE106), San Jose, California, USA January, 24-29, (2009-1)
- H. Amano, H. Tsuzuki, T. Mori, K. Takeda, K. Nagamatsu, M. Iwaya, S. Kamiyama and I. Akasaki, “Challenge for short wavelength semiconductor UV laser diodes”, Gallium Nitride Materials and Devices IV, Conference 7216-Proceedings of SPIE Volume 7216, Session 10 : Lasers, Date : Wednesday 28 January, Time : 12:00 PM-12:25 PM, Paper7216-47, (2009-1)
- 押村吉徳, 竹田健一郎, 杉山貴之, 岩谷素顕, 上山智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「Fe ドープ半絶縁性 GaN 自立基板を用いた AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> HEMT の作製と評価」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 西村拓哉, 三好晃平, 金子由基雄, 岩谷素顕, 天野 浩, 上山 智, 赤崎 勇 : 「陽極酸化法を用いたポラス SiC の作製と光学評価」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 小木曾裕二, 竹田健一郎, 森 史明, 岩谷素顕, 上山智, 天野 浩, 赤崎 勇, 坂東 章 : 「MOVPE 法による新しいマスク材料を用いた AlN の選択成長」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 永松謙太郎, 浅井俊晶, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「AlGa<sub>N</sub> 中の Mg の活性化エネルギー (II)」第 56 回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 永田賢吾, 竹田健一郎, 永松謙太郎, 都築宏俊, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「活性化アニールによる p 型 Al<sub>0.17</sub>Ga<sub>0.83</sub>N の正孔濃度と接触比抵抗の評価」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 河合良介, 瀬古知世, 馬淵 翔, 寺前文晴, 鈴木敦志, 金子由基夫, 岩谷素顕, 天野 浩, 上山 智, 赤崎 勇 : 「電子線投影露光法を用いて作製した Moth-eye 構造の SiC 基板上青色 LED への応用」, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, 筑波大学, 2009.3.30-4.2, (2009-4)
- 天野 浩, 岩谷素顕, 上山 智, 赤崎 勇 : 「持続可能な社会システム構築のための窒化物半導体の役割」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会 第 1 回窒化物半導体結晶成長講演会, 東京農工大小金井キャンパス 1 号館 1 階ホール, 2009.5.15-5.16, (2009-5)
- 押村吉徳, 竹田健一郎, 杉山貴之, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「Fe ドープ半絶縁性 GaN 基板上に作製した AlGa<sub>N</sub>/Ga<sub>N</sub> HEMT のデバイス特性と不純物解析」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会 第 1 回窒化物半導体結晶成長講演会, 東京農工大小金井キャンパス 1 号館 1 階ホール, 2009.5.15-5.16, (2009-5)
- 浅井俊晶, 野中健太郎, 伴 和仁, 永田賢昌, 永松賢太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「Mg-doped AlN 下地層を用いた AlGa<sub>N</sub> 成長」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会 第 1 回窒化物半導体結晶成長講演会, SAT-2, pp.85, (2009-5)
- 竹田健一郎, 森 史明, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「斜めファセット面を用いた AlGa<sub>N</sub> の全面低転位化」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会 第 1 回窒化物半導体結晶成長講演会「窒化物半導体結晶成長の未来を展望する」予稿集, SAT-18, (2009-5)
- 永田賢吾, 竹田健一郎, 市川とも紀, 永松謙太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「p-AlGa<sub>N</sub> の活性化アニール特性」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会 第 1 回窒化物半導体結晶成長講演会「窒化物半導体結晶成長の未来を展望する」予稿集, pp.SAT-01, (2009-5)
- 飯田大輔, 千田亮太, 松原哲也, 岩谷素顕, 上山智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「高品質厚膜 m 面 GaInN 上 GaInN 量子井戸の作成」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会 第 1 回窒化物半導体結晶成長講演会, (2009-5)
- 松原哲也, 河合良介, 飯田大輔, 岩谷素顕, 上山智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「溝加工(10-1-1)Ga<sub>N</sub> 上 GaInN 厚膜成長」, 日本結晶成長学会ナノエピ分科会 第 1 回窒化物半導体結晶成長講演会予稿集, pp.SAT-19, (2009-5)
- H. Amano, K. Nagamatsu, K. Takeda, M. Iwaya, S. Kamiyama and I. Akasaki : “Growth and conductivity control of high quality AlGa<sub>N</sub> and its application to high performance ultraviolet laser diodes”, Semiconducting and Insulating Materials Conference, Vilnius, Lithuania, June 15-19, (2009-6)
- 杉山貴之, 飯田大輔, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩,



- 赤崎 勇：「p 型 GaN ゲートを有するノーマリーオフ型 GaN 系 HFET の閾値電圧制御および温度特性」, 電子情報通信学会 電子デバイス (ED) 研究会, 大阪大学 (銀杏会館), 2009.7.30-7.31, (2009-7)
- H. Amano, Y. Kuwahara, Y. Fujiyama, Y. Morita, D. Iida, M. Iwaya, S. Kamiyama, and I. Akasaki : "Growth and conductivity control of high-quality-thick GaInN for the realization of high-efficiency photovoltaic cells", the 2nd Photonics and Optoelectronics Meetings (POEM 2009), Uhan, China, Aug. 8-10, (2009-8)
- T. Sugiyama, D. Iida, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki : "Temperature Dependence of Normally Off Mode AlGaIn/GaN Heterostructure Field-Effect Transistors with P-GaN Gate", The 36th International Symposium on Compound Semiconductors, University of California Santa Barbara, USA, August 30th-September 2nd, (2009-9)
- K. Nagamatsu, D. Iida, K. Takeda, K. Nagata, T. Asai, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano and I. Akasaki : "Atomic Layer Epitaxy of AlGaIn", The 36th International Symposium on Compound Semiconductors, University of California Santa Barbara, USA, August 30th-September 2nd, (2009-9)
- T. Nishimura, K. Miyoshi, F. Teramae, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki : "High Efficiency Blue-Violet Light Emission in Porous SiC Produced by Anodic Method", The 36th International Symposium on Compound Semiconductors, University of California Santa Barbara, USA, August 30th-September 2nd, (2009-9)
- Y. Fujiyama, Y. Kuwahara, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki : "GaInN/GaN p-i-n Light-Emitting Solar Cells", The 36th International Symposium on Compound Semiconductors, University of California Santa Barbara, USA, August 30th-September 2nd, (2009-9)
- 杉山貴之, 飯田大輔, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇：「p-GaN ゲートを用いたノーマリーオフ型 AlGaIn/GaN JHFET の温度依存性」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 近藤俊行, 寺前文晴, 鈴木敦志, 北野 司, 手嶋一城, 前田 悟, 上山 智, 金子由基夫, 岩谷素顕, 天野 浩, 赤崎 勇：「サファイア基板上 Moth-eye 構造の作製技術と LED への応用」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 石原章弘, 葉山 桂, 北野 司, 鈴木敦志, 近藤俊行, 岩谷素顕, 天野 浩, 上山 智, 赤崎 勇：「Moth-eye 加工サファイア基板上への GaN 結晶成長に関する研究」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 葉山 桂, 北野 司, 鈴木敦志, 近藤俊行, 石原章弘, 野中健太郎, 上山 智, 岩谷素顕, 天野 浩, 赤崎 勇：「電子ビーム転写露光法によって形成したナノ構造上への III 族窒化物半導体の結晶成長」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 永松謙太郎, 竹田健一郎, 飯田大輔, 永田賢昌, 浅井俊晶, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇：「加圧 MOVPE による高速バルブスイッチング技術を用いた AlGaIn の高品質化」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 永松謙太郎, 竹田健一郎, 飯田大輔, 永田賢昌, 浅井俊晶, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇：「AlGaIn の原子層エピタキシャル成長」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 永田賢昌, 飯田大輔, 永松謙太郎, 松原哲也, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇：「高圧 MOVPE 法を用いた GaInN 成長」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 浅井俊晶, 野中健太郎, 伴 和仁, 永田賢昌, 永松謙太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇：「Mg-doped AlN 下地層による AlGaIn の低転位化の機構」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 野中健太郎, 浅井俊晶, 永松謙太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇：「Mg-doped AlN 下地層を用いた低転位 AlGaIn の微細構造観察」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 藤山泰治, 桑原洋介, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇：「MOVPE 法による GaInN 活性層を用いた p-i-n 発光太陽電池の層構造検討」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 桑原洋介, 藤山泰治, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇：「窒化物半導体を用いた発光太陽電池の作製と評価」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-9)
- 田村健太, 飯田大輔, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩,

- 赤崎 勇：「c 面および非極性 a 面 p-GaN の Mg 濃度最適化」，第 70 回応用物理学会学術講演会，富山大学，2009.9.8-11，(2009-9)
- 河合良介，近藤俊行，鈴木敦志，寺前文晴，北野 司，田村健太，岩谷素顕，天野 浩，上山 智，赤崎 勇：「高反射電極を用いた SiC 基板上青色 LED の moth-eye 構造の最適化」，第 70 回応用物理学会学術講演会，富山大学，2009.9.8-11，(2009-9)
- 永田賢吾，竹田健一郎，市川友紀，永松謙太郎，岩谷素顕，上山 智，天野 浩，赤崎 勇：“酸素雰囲気中での p 型 AlGaIn の活性化による高出力 AlGaIn/GaN 紫外 LED” ，第 70 回応用物理学会学術講演会，富山大学，2009.9.8-11，(2009-9)
- Motoaki Iwaya, Daisuke Iida, Tetsuya Matsubara, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, Isamu Akasaki : “Strain control in GaInN/GaN multiple quantum wells for high-performance green-light emitters” , E-MRS Fall Meeting, Warsaw, Poland, September 14-18, 2009, (2009-9)
- M. Iwaya\*, Y. Kuwahara, Y. Fujiyama, D. Iida, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki : “High-performance group-III-nitride-based light-emitting solar cells (LESCs)” , The International Conference on Advanced Materials (ICAM), Rio de Janeiro, Brazil, September 20-25, 2009, (2009-9)
- A. Ishihara, H. Sakurai, R. Kawai, T. Kitano, A. Suzuki, T. Kondo, M. Iwaya, H. Amano, S. Kamiyama, and I. Akasaki : “Growth and Characterization of GaN Grown on Moth-Eye Patterned Sapphire Substrates” , 8th International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, 2009, (2009-10)
- Daisuke Iida, Kentaro Nagamatsu, Kensuke Nagata, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki : “Growth of GaInN Films by High Pressure MOVPE System at 200kPa” , 8th International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, 2009, (2009-10)
- K. Nonaka, T. Asai, K. Nagamatsu, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki : “Defects in Highly Mg-Doped AlN” , 8th International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, 2009, (2009-10)
- Kenichiro Takeda, Fumiaki Mori, Yuji Ogiso, Tomoki Ichikawa, Kentaro Nonaka, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki : “Internal Quantum Efficiency of GaN/AlGaIn Multi Quantum Wells on Different Dislocation Density Underlying Layer” , 8th International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, 2009, (2009-10)
- Kentaro Nagamatsu, Daisuke Iida, Kenichiro Takeda, Kensuke Nagata, Toshiaki Asai, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki : “High Pressure MOVPE System with High-Speed Switching Valves for the Realization of High-Quality AlGaIn Low Temperatures” , 8th International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, 2009, (2009-10)
- T. Asai, K. Nonaka, K. Ban, K. Nagata, K. Nagamatsu, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, I. Akasaki : “Growth of Low-Dislocation-Density AlGaIn using Mg-Doped AlN Underlying Layer” , 8th International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, 2009, (2009-10)
- T. Matsubara, R. Kawai, K. Tamura, D. Iida, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki : “Light-Emitting Diodes with GaInN/GaN Multi-Quantum Wells Grown on (1011) Plane Thick GaInN Template” , 8th International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, 2009, (2009-10)
- K. Nagata, T. Ichikawa, K. Takeda, K. Nagamatsu, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki : “High Output Power AlGaIn/GaN Ultraviolet Light Emitting Diodes by Activation of Mg-Doped P-Type AlGaIn in Oxygen Ambient” , 8th International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, 2009, (2009-10)
- T. Sugiyama, D. Iida, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki : “Threshold Voltage Control using SiNx in Normally Off AlGaIn/GaN HFET with p-GaN Gate” , 8th International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, 2009, (2009-10)
- Y. Kuwahara, Y. Fujiyama, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, and I. Akasaki : “Nitride-based Light-emitting Solar Cell” , 8th International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, 2009, (2009-10)
- Y. Oshimura, K. Takeda, T. Sugiyama, M. Iwaya, S. Kamiyama, H. Amano, I. Akasaki, A. Bandoh, T. Udagawa : “AlGaIn/GaN HFETs on Fe-doped GaN Substrates” , 8th International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, 2009, (2009-10)

- R. Kawai, T. Kondo, A. Suzuki, F. Teramae, T. Kitano, K. Tamura, M. Iwaya, H. Amano, S. Kamiyama, I. Akasaki, M. Chen, A. Li, K. Su : "Realization of Extreme Light Extraction Efficiency for Moth-eye LEDs on SiC substrate using High-reflection Electrode", 8th International Conference on Nitride Semiconductors, Jeju, Korea, October 18-23, 2009, (2009-10)
- 永田賢昌, 飯田大輔, 永松謙太郎, 松原哲也, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「酸素雰囲気中での p 型 AlGaIn の活性化による高出力 AlGaIn/GaN 紫外 LED」, 「高品質厚膜 GaInN 結晶の作製とそのデバイス応用」, 第 70 回応用物理学会学術講演会, 富山大学, 2009.9.8-11, (2009-10)
- Kengo Nagata, Kenichiro Takeda, Tomoki Ichikawa, Kentaro Nagamatsu, Motoaki Iwaya, Satoshi Kamiyama, Hiroshi Amano, and Isamu Akasaki : "Activation of Mg-Doped p-Type Al<sub>0.17</sub>Ga<sub>0.83</sub>N in Oxygen Ambient", Japanese Journal of Applied Physics, Vol.48, No.10, pp.101002, (2009-10)
- 天野 浩, 岩谷素顕, 上山 智, 赤崎 勇 : 「III族窒化物半導体への p 型ドーピングと結晶欠陥」, 日本結晶成長学会誌, Vol.36, No.3, pp.200-204, (2009-11)
- 永田賢昌, 飯田大輔, 永松謙太郎, 松原哲也, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「加圧 MOVPE 法による GaInN における InN 組成の」, 日本結晶成長学会第 39 回日本結晶成長国内会議予稿集, pp.176, (2009-11)
- 永田賢昌, 飯田大輔, 永松謙太郎, 松原哲也, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「GaInN の加圧 MOVPE における熱力学解析」, 電子情報通信学会 電子デバイス研究会 (ED)・電子部品・材料研究会 (CPM)・レーザ・量子エレクトロニクス研究会 (LQE) 合同研究会, 徳島大学, 2009.11.19-20, (2009-11)
- 市川友紀, 竹田健一郎, 小木曾裕二, 永田賢吾, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇, 吉田治正, 桑原正和, 山下陽滋, 菅 博文 : 「UV レーザダイオードの動作電圧の低減」, 電子情報通信学会 電子デバイス研究会 (ED)・電子部品・材料研究会 (CPM)・レーザ・量子エレクトロニクス研究会 (LQE) 合同研究会, 徳島大学, 2009.11.19-20, (2009-11)
- 永田賢昌, 市川友紀, 竹田健一郎, 永松謙太郎, 岩谷素顕, 上山 智, 天野 浩, 赤崎 勇 : 「酸素雰囲気中での活性化アニールによる紫外発光素子の高効率化」, 電子情報通信学会 電子デバイス研究会 (ED)・電子部品・材料研究会 (CPM)・レーザ・量子エレクトロニクス研究会 (LQE) 合同研究会, 徳島大学, 2009.11.19-20, (2009-11)
- 赤崎 勇 : 「コバルトブルーに魅せられて」, 京都賞記念講演, 京都国際会館, (2009-11)
- I.Akasaki : "Dramatic improvement of GaN crystal quality and realization of p-n junction blue LEDs", The 2009 Kyoto Prize Workshop in Advanced Technology "Nitride Semiconductors and Their Device Applications : Current Status and Future Prospects", Kyoto International Conference Center, (2009-11)
- 赤崎 勇 : 「研究者から若い世代へのメッセージ」, 西京高等学校特別授業, 京都市立西京高等学校, (2009-11)

## 契約教員(教授)

## 田中 啓介

## 【著書】

田中啓介：「1.2 線形破壊力学パラメータ」『材料力学ハンドブック』(日本機械学会編), pp.26-38, 「1.7 微小き裂パラメータと真のき裂駆動力」, pp.67-73, 「2.4.3 疲労き裂の伝ば」, pp.67-73, 152-169, 丸善, (2008-12)

田中啓介, 鈴木賢治, 秋庭義明, 菖蒲敬久：『放射光による応力とひずみの評価』, 養賢堂, (2009-10)

## 【学術論文】

K. Tanaka, K. Morita and Y. Akiniwa : "Fatigue Thresholds of Holed Components under in-phase and out-of-phase Torsional and Axial Loadings", *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures*, Vol.31, No.3, pp.1079-1090, (2008-12)

脇田将見, 久野隆紀, 長谷川智也, 猿木勝司, 田中啓介：「高強度ばね鋼のねじり疲労強度に及ぼすショットピーニングの効果と疲労強度予測」, ばね論文集, Vol.54, pp.7-12, (2009)

菖蒲敬久, 田中啓介, 橋本篤, 成田純一：「高エネルギー放射光単色 X 線を用いた鉄鋼丸棒の内部疲労き裂の CT とひずみ分布のハイブリッド測定」, 材料, Vol.58, No.7, pp.588-595, (2009-7)

K. Tanaka, S. Machiya, Y. Akiniwa : "X-Ray Stress Measurement of Nickel-Base Single Crystal Superalloy Using Two-dimensional Detector", *Advances in X-Ray Analysis*, Vol. 52, pp.405-412, (2009-7)

K. Suzuki, T. Shobu, K. Tanaka : "Residual Stresses of EB-PVD Thermal Barrier Coatings Exposed to High Temperature.", *Advances in X-Ray Analysis*, Vol. 52, pp. 537-544, (2009-7)

田中啓介, 橋本 篤, 成田純一, 江上 登：「オーステナイト系ステンレス鋼の環状切欠き丸棒のねじり疲労寿命」, 材料, Vol.58, No.12, pp.1044-1050, (2009-12)

## 【その他】

K. Tanaka : "Crack Propagation in Lead-Free Solder under Cyclic Loading of Mode I and II", *Proceedings of International Conference on Crack Paths (CP2009)*, CD-ROM, (2009-9)

K. Tanaka, Y. Isokawa, H. Asano, H. Kimachi : "Fatigue Strength of Nanocrystalline Nickel Electrodeposited Thin Films", *Proceedings of Asian Pacific Conference for*

*Materials and Mechanics 2009 (APCMM)*, CD-ROM, (2009-11)

J. Narita, K. Tanaka, A. Hashimoto, N. Egami : "Fatigue Life of Circumferentially Notched Bars of Austenitic Stainless Steel under Cyclic Torsion", *Proceedings of Asian Pacific Conference for Materials and Mechanics 2009 (APCMM)*, CD-ROM, (2009-11)

## 山本 新

## 【著書】

山本 新(分担執筆)：『自動車センサの最新動向』(木股雅章 監修), 第2編 第9章, シーエムシー出版社, (2009-2)

山本 新(監修助言, 分担執筆)：『車載用センサ/カメラ技術と安全運転支援システム』, 第6章 第2節, 第6章 第4節, 技術情報協会, (2009-5)

## 【学術論文】

牛田将弘, 平岡雅丈, 野田龍臣, 川澄未来子, 松田克己, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新：「自動車教習所向け高齢者の運転能力測定システムの開発」, 精密工学会誌, Vol.74, No.12, pp.1341-1345, (2008-12)

## 【その他】

春日部利明, 平岡雅丈, 松田克己, 川澄未来子, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明：「高齢ドライバの認知機能測定を意図した運転能力測定シミュレータの開発」, 精密工学会 動的画像処理実利用化ワークショップ(DIA) 2009 講演論文集, I-8, pp.74-79, (2009-3)

酒井雅敏, 鈴木麻以, 中野倫明, 山本修身, 山田宗男, 山本 新：「まばたき変化と運転パフォーマンスの融合によるドライバの意識低下状態の検知」, 精密工学会 動的画像処理実利用化ワークショップ(DIA) 2009 講演論文集, I-9, pp.80-83, (2009-3)

服部 正, 吉川真人, 川澄未来子, 山崎初夫, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新：「香り提示による運転時の意識低下に対する覚醒効果の検討」, 精密工学会 動的画像処理実利用化ワークショップ(DIA) 2009 講演論文集, I-9, pp.80-83, (2009-3)

春日部利明, 平岡雅丈, 松田克己, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明：「高齢者支援のための運転能力測定・訓練シミュレータの開発」, 自動車技術会 2009 年春季大会 学術講演前刷集, No.4-09 運転能力・訓練, 20, pp.10-13, (2009-5)



- 近藤洋平, 野田龍臣, 山崎初夫, 川澄未来子, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明:「高齢ドライバの運転前の脳の活性化と運転時の注意・判断力への効果」, 自動車技術会2009年春季大会 学術講演前刷集, No.4-09 運転能力・訓練, 21, pp.14-17, (2009-5)
- 山西正彦, 北山 隆, 酒井雅敏, 加藤剛資, 山田宗男, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 松本浩志:「ワイパーの払拭性能と車両前方視界の評価手法に関する検討」, 自動車技術会2009年春季大会 学術講演前刷集, No.37-09 ドライバ行動, 178, pp.1-4, (2009-5)
- 鈴木勇太郎, 小林啓一郎, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「車内での不審行動および不審者侵入の検知」, 自動車技術会2009年春季大会 学術講演前刷集, No.58-09 画像認識, 280, pp.17-20, (2009-5)
- 神道圭三, 毛利佳之, 渡邊達也, 山本修身, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新:「瞳孔挙動による酒気帯び状態の検知可能性」, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.109 No.63, IE2009-39, pp.165-170, (2009-5)
- Takashi Kitayama, Masatoshi Sakai, Takashi Kato, Muneo Yamada, Tomoaki Nakano, Shin Yamamoto, Osami Yamamoto, Masahiko Yamanishi, and Hiroshi Matsumoto: "On a Technique for Evaluating Performance of Wipers Based on Forward Visibility", IAPR Conference on Machine Vision Applications, Proceedings of MVA2009, 8-15, pp.265-268, (2009-5)
- Toshiaki Kasukabe, Masatake Hiraoka, Osami Yamamoto, Muneo Yamada, Tomoaki Nakano, Shin Yamamoto, Katsumi Matsuda and Mikiko Kawasumi: "Development of System for Comprehensively Measuring Driving Ability for Elderly Safe Driving," IAPR Conference on Machine Vision Applications, Proceedings of MVA2009, 13-15, pp.443-446, (2009-5)
- Youhei Kondou, Mikiko Kawasumi, Osami Yamamoto, Muneo Yamada, Shin Yamamoto, Tomoaki Nakano: "Study of Early Screening Method of Dementia And Its Systemization", IAPR Conference on Machine Vision Applications, Proceedings of MVA2009, 3-14, pp.82-85, (2009-5)
- 中野倫明, 山田宗男, 山本 新:「超高齢社会における安全運転支援のための高齢ドライバ対策」, 2009年度自動車技術会中部支部総会併催の研究発表会資料, (2009-6)
- 北山 隆, 加藤剛資, 山田宗男, 中野倫明, 山本修身, 山本 新, 山西正彦, 松本浩志:「ワイパー払拭性能の定量評価手法に関する検討」, 第15回画像センシングシンポジウム SSII 09 講演論文集(CD-ROM), IS2 インタラクティブ&ショートオーラルセッション2「ITS・安全安心・追跡・検出」, IN2-05, (2009-6)
- 酒井雅敏, 吉川真人, 川澄未来子, 柳田康幸, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新:「香り提示による運転中のドライバの意識低下に対する覚醒効果」, 第15回画像センシングシンポジウム SSII 09 講演論文集(CD-ROM), IS2 インタラクティブ&ショートオーラルセッション2「ITS・安全安心・追跡・検出」, IN2-06, (2009-6)
- 毛利佳之, 伊藤広太, 山本修身, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新:「酒気帯び運転の検知方法に関する検討」, 第15回画像センシングシンポジウム SSII 09 講演論文集(CD-ROM), IS2 インタラクティブ&ショートオーラルセッション2「ITS・安全安心・追跡・検出」, IN2-07, (2009-6)
- 山本 新, 中野倫明, 山田宗男:招待講演「予防安全のための運転支援システムにおけるドライバ状態のモニタリング」, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.109 No.128, ITS2009-13, pp.31-36, (2009-7)
- 中野倫明, 山田宗男, 山本 新:「加齢による認知機能の低下と運転行動」, 自動車技術会No.01-09 シンポジウム「ドライバの認知能力と脳機能の評価」, 20094544, pp.7-12, (2009-8)
- 藤巻哲也, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新:「高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発－運転時の注意・判断力の測定－」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと認知科学, P-010, (2009-9)
- 春日部利明, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新:「高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発－運転時の有効視野の測定法－」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと認知科学, P-011, (2009-9)
- 長瀬洋輔, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新:「高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発－運転パフォーマンスによる認知機能低下の検出手法－」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと認知科学, P-012, (2009-9)
- 安藤雅仁, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新:「高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発－脳の活性化による運転時の注意・判断力向上の検討－」, 平成21年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITSと認知科学, P-013, (2009-9)

- 近藤洋平, 山本修身, 山田宗男, 中野倫明, 山本 新:  
「高齢者向け運転能力測定・訓練シミュレータの開発-注意・判断力向上のためのカーナビを用いた訓練法-」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と認知科学, P-014, (2009-9)
- 加藤剛資, 北山 隆, 山本修身, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新, 山西正彦, 松本浩志:「車両ワイパの払拭性能評価に関する検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と情報検索, P-060, (2009-9)
- 各務勇氣, 鈴木勇太郎, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「車室内監視カメラによる異常行動および不審者侵入検知システムの検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と情報検索, P-061, (2009-9)
- 鈴木勇太郎, 各務勇氣, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「異常行動検知システムにおける検出精度向上検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と情報検索, P-062, (2009-9)
- 服部 正, 川澄未来子, 柳田康幸, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「香り提示によるドライバの意識低下に対する覚醒効果の検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と情報検索, P-063, (2009-9)
- 神道圭三, 毛利佳之, 渡辺達也, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「対光反射による低量飲酒状態検知の試み」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と情報検索, P-064, (2009-9)
- 酒井雅敏, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「まばたき変化と操舵特性の融合による意識低下状態の判定」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と情報検索, P-065, (2009-9)
- 毛利佳之, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「異常行動検知システムにおける検出精度向上検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と情報検索, P-066, (2009-9)
- 渡辺達也, 神道圭三, 毛利佳之, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「瞳孔挙動による低量飲酒状態検知システムの検討」, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会 講演論文集(CD-ROM), ITS と情報検索, P-067, (2009-9)
- 神道圭造, 毛利佳之, 渡辺達也, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「対光反射特性に基づくドライバ状態の推定に関する検討」, ViEW2009 ビジョン技術の実利用ワークショップ講演論文集,「ここまできた特殊撮像・ハードウェアシステム」セッション, F-6H (I-54), (2009-12)
- 加藤剛資, 北山 隆, 酒井雅敏, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男, 山西正彦, 松本浩志:「前方視界に基づくワイパ性能の定量評価手法に関する検討」, 第 8 回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/1-A, 1-A-11, (2009-12)
- 渡辺達也, 毛利佳之, 山本修身, 中野倫明, 山田宗男, 山本 新:「運転パフォーマンスによる各種意識状態の推定」, 第 8 回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/2-C, 2-C-13, (2009-12)
- 近藤洋平, 安藤雅仁, 藤巻哲也, 山崎初夫, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明:「高齢ドライバの運転能力向上を目指した測定・訓練シミュレータの開発」, 第 8 回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/2-D, 2-D-02, (2009-12)
- 神道圭造, 毛利佳之, 渡辺達也, 山崎初夫, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「対光反射特性に基づくドライバ状態の検知手法に関する検討」, 第 8 回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/2-D, 2-D-03, (2009-12)
- 鈴木勇太郎, 神道圭造, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「車内での不審行動および不審者侵入検知システムにおける検出精度向上検討」, 第 8 回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/2-D, 2-D-06, (2009-12)
- 各務勇氣, 酒井雅敏, 服部 正, 山崎初夫, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男:「香りによるドライバ覚醒システムに関する検討」, 第 8 回 ITS シンポジウム 2009 講演論文集, DLS/2-D, 2-D-07, (2009-12)
- 加藤剛資, 北山 隆, 山本修身, 中野倫明, 山本 新, 山田宗男, 土井裕太, 村松昌美, 松本浩志:「前方視認性を考慮したワイパ性能の定量評価手法に関する検討」, 2009 年映像情報メディア学会冬季大会講演論文集, 一般講演 7-4 (ポスター発表 P-1), (2009-12)
- 長瀬洋輔, 山本修身, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明:「高齢者向け運転シミュレータの開発 - 認知症の早期スクリーニングの試み -」, 2009 年映像情報メディア学会冬季大会講演論文集, 一般講演 4-7 (ポスター発表 P-2), (2009-12)
- 藤巻哲也, 春日部利明, 松田克巳, 山本修身, 山田宗

男, 山本 新, 中野倫明:「高齢者向け運転シミュレータの開発－加齢による認知機能低下の測定法－」, 2009年映像情報メディア学会冬季大会講演論文集, 一般講演 4-6 (ポスター発表 P-3), (2009-12)

安藤雅仁, 近藤洋平, 山崎初夫, 山田宗男, 山本 新, 中野倫明:「高齢者向け運転シミュレータの開発－中高年者の認知機能の訓練とその効果－」, 2009年映像情報メディア学会冬季大会講演論文集, 一般講演 4-8 (ポスター発表 P-4), (2009-12)

## 環境関連論文一覧

## 情報工学科

- 「ITS 技術による自動車交通の省エネルギー化」, 津川定之, ペトロテック, Vo. 32, No. 2, pp.101-106, (2009-2)
- 「エネルギー・環境対策としての ITS 技術」, 津川定之, 電気評論, 第 537 号, pp.12-17, (2009-6)
- “A Survey on Effects of ITS on Global Warming Prevention”, Sadayuki Tsugawa, SIS62 “Reducing Greenhouse Emission and Fuel Consumption,” 16th ITS World Congress, (2009-9)
- “A Survey on Effects of ITS-related Systems and Technologies on Global Warming Prevention”, Sadayuki Tsugawa, Proceedings of 12th IFAC Symposium on Transportation Systems (CD-ROM), pp. 334-341, (2009-9)
- “Introduction to ‘Energy ITS’ Project”, Sadayuki Tsugawa, ES01 “ITS for energy efficiency and climate change mitigation,” 16th ITS World Congress, (2009-9)
- “Introduction to ‘Energy ITS’ Project”, Sadayuki Tsugawa, Proceedings of International Task Force on Vehicle-Highway Automation 13th Annual Meeting, (2009-9)

## 電気電子工学科

- 「kW 価値から評価した PV システムの最適設置条件」, 大竹智晴, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-488, (2009-9)
- 「PV セルにおける逆バイアス特性の測定」, 岡田康史, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-486, (2009-9)
- 「PV モジュールの入射角依存性に関わる損失評価(Ⅰ) -鉛直設置の場合-」, 大竹智晴, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年電気学会全国大会, 7-067, (2009-3)
- 「PV モジュールの入射角依存性に関わる損失評価(Ⅱ)」, 大竹智晴, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 60, pp267-270, (2009-11)
- 「アルゴン大気圧プラズマを用いた銅原子発光プロセスにおける窒素添加効果」, Jagath Kularatne, 加納浩之, 伊藤治彦, 山川晃司, 太田貴之, 竹田圭吾, 東

- 島康裕, 伊藤昌文, 堀 勝, 第 70 回応用物理学会学術講演会, (2009-9)
- 「エタノール発酵における発酵培地の抵抗率変化」, 村本裕二, 清水教之, 市原茂幸, 2009 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-475, (2009-9)
- 「エタノール発酵に及ぼす直流課電の影響」, 村本裕二, 清水教之, 市原茂幸, 平成 21 年電気学会全国大会, No.2-076, (2009-3)
- 「ケナフの極低温絶縁への応用 -ケナフ-氷複合系の交流絶縁破壊特性-」, 村本裕二, 清水教之, 第 12 回ケナフ等植物資源利用研究会と第 15 回特別講演会, pp.3-7, (2009-9)
- 「プラズマアグリカルチャー (Ⅱ) -ミドリカビのプラズマ殺菌における酸素ガス添加効果-」, 井関紗千子, 太田貴之, 伊藤昌文, 加納浩之, 東島康裕, 堀 勝, 第 56 回応用物理学関係連合講演会, (2009-3)
- 「プラズマアグリカルチャー (Ⅲ) - O<sub>2</sub>/Ar プラズマの診断-」, 井関紗千子, 太田貴之, 伊藤昌文, 加納浩之, 東島康裕, 堀 勝, 第 70 回応用物理学会学術講演会, (2009-9)
- 「ミドリカビ (Penicillium digitatum) のプラズマ殺菌」, 太田貴之, 井関紗千子, 伊藤昌文, 加納浩之, 東島康裕, 堀 勝, 日本防菌防黴学会第 36 回年次大会, (2009-9)
- 「ミドリカビ殺菌における非平衡大気圧プラズマの分光特性」, 井関紗千子, 太田貴之, 伊藤昌文, 加納浩之, 東島康裕, 堀勝, プラズマ科学シンポジウム 2009/第 26 回プラズマプロセッシング研究会, (2009-2)
- 「レーザーブレイクダウン発光分光分析における金属微粒子を用いた発光増強効果」, 山本桂司, 太田貴之, 伊藤昌文, 第 70 回分析化学討論会, (2009-5)
- 「レーザー誘起ブレイクダウン分光法を用いた植物の金属元素分析」, 山本桂司, 太田貴之, 伊藤昌文, 第 14 回知能メカトロニクスワークショップ, (2009-9)
- 「ロボットアームの位置制御ベース力制御及び環境体の剛性推定」, 若松裕之, 山ノ井基臣, 辰野恭市, 平成 21 年度電機関係学会東海支部連合大会講演論文集, CD-ROM, (2009-9)
- 「影のかかる太陽光発電システムの発電電力向上に関する研究」, 篠田芳幸, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 太陽エネルギー, Vol.35, No.4, pp.41-48 (2009)



- 「各推定方法による年間発電量の比較」, 三山賢司, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-320, (2009-9)
- 「基準状態に規格化した発電電力を閾値に用いた PV アレイの発電性能診断法」, 奥野陽介, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 太陽エネルギー, Vol.35, No.2, pp.45-52 (2009)
- 「経済性を考慮したメガソーラ発電の最適設置条件」, 中森真彦, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年電気学会全国大会, 7-039, (2009-3)
- 「経済性を考慮したメガソーラ発電の最適設置条件の決定－設置間隔を変えた場合－」, 中森真彦, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-313, (2009-9)
- 「経済性を考慮したメガソーラ発電の最適設置条件－設置間隔を変えた場合－」, 中森真彦, 山中三四郎, 河村英昭, 河村一, 大野英之, 平成 21 年電気学会電力・エネルギー部門大会, 121, (2009-8)
- 「経済性を考慮したメガソーラ発電の導入効果」, 中森真彦, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 4, pp.45-48, (2009-11)
- 「交流の発電電力を閾値に用いた PV システムの性能診断」, 黄明明, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-487, (2009-9)
- 「高電界パルスによる液体の殺菌」, 岡洋佑, 村本裕二, 清水教之, 市原茂幸, 第 40 回電気電子絶縁材料システムシンポジウム, P-14, pp.189-190, (2009-8)
- 「太陽電池の光電流に及ぼす分光日射分布の影響」, 刀根川和弥, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-317, (2009-9)
- 「太陽電池の光電流に及ぼす分光日射分布の影響」, 刀根川和弥, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 22, pp.115-118, (2009-11)
- 「蓄電池付き PV システムにおける蓄電池の充電容量と空き容量」, 松田一徳, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-481, (2009-9)
- 「蓄電池付き PV システムの実用性に関する研究 (Ⅳ)」, 安藤誠人, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年電気学会全国大会, 7-057, (2009-3)
- 「蓄電池付き PV システムの実用性に関する研究 V」, 安藤誠人, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-482, (2009-9)
- 「蓄電池付き住宅用太陽光発電システムの経済性に関する研究」, 安藤誠人, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年度日本太陽エネルギー学会, 日本風力エネルギー協会合同研究発表会, 101, pp.423-426, (2009-11)
- 「直流電界が植物成長に及ぼす影響－重量の検討－」, 奥村賢直, 村本裕二, 清水教之, 2009 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-310, (2009-9)
- 「直流電界が植物成長に与える効果」, 奥村賢直, 村本裕二, 清水教之, 第 40 回電気電子絶縁材料システムシンポジウム, P-15, pp.191-192, (2009-8)
- 「同軸円筒槽を用いた高電界パルス殺菌」, 岡洋佑, 村本裕二, 清水教之, 市原茂幸, 2009 年度電気関係学会東海支部連合大会, O-476, (2009-9)
- 「分光日射分布による光電流の季節変化」, 刀根川和弥, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年電気学会電力・エネルギー部門大会, 140, (2009-8)
- 「分校日射分布が太陽電池セルの光電流に与える影響」, 刀根川和弥, 山中三四郎, 河村一, 大野英之, 河村英昭, 平成 21 年電気学会全国大会, 7-064, (2009-3)
- “Diagnostics of non-equilibrium atmospheric pressure plasma for penicillium digitatum disinfection”, S. Iseki, T. Ohta, M. Ito, H. Kano, Y. Higashijima, M. Hori, 1st International Symposium on Advanced Plasma Science and its Application, (ISPlasma2009), (Nagoya), (2009-3)
- “Emission enhancement on laser-induced breakdown spectroscopy by localized surface plasmon resonance for analyzing plant nutrients”, T. Ohta, M. Ito, T. Kotani and T. Hattori, Applied spectroscopy, Vol. 63, 555-558 (2009-5)
- “Inactivation of Penicillium Digitatum using Non-equilibrium Atmospheric O<sub>2</sub>/Ar Plasma”, S. Iseki, T. Ohta, M. Ito, H. Kano, Y. Higashijima, M. Hori, 第 22 回プラズマ材料科学シンポジウム, SPSM-22, (2009-6)
- “Influence of Electric Field on Plant Growth”, Takamasa Okumura, Yuji Muramoto & Noriyuki Shimizu, 2009 IEEE Annual Report-Conference on Electrical Insulation

and Dielectric Phenomena, (CEIDP'09, CFP09CID-CDR), 1-3, (2009-10)

“Spectroscopic characteristics in non-equilibrium atmospheric pressure plasma for inactivation of micro-organism”, T. Ohta, S. Iseki, M. Ito, H. Kano, Y. Higashijima, M. Hori, International Symposium on Plasma Chemistry 19, (Bochum, Germany), (2009-7)

“Sterilization of Liquid by High Electric Field Pulse”, Yousuke Oka, Yuji Muramoto, Noriyuki Shimizu & Shigeki Ichihara, 2009 IEEE Annual Report-Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, (CEIDP'09, CFP09CID-CDR), 5B-1, (2009-10)

#### 機械システム工学科

「A6061Al 合金と AZ31Mg 合金の摩擦圧接特性」, 小林明彦, 川嶋克稔, 重松一典, 摩擦接合技術協会第 2 回研究発表会資料, pp. 13-16, (2009-10)

「高温機器における劣化・損傷の検出と寿命診断 1. 概説」(講座), 藤山一成: 材料, Vol. 58, No. 5, pp. 443-448, (2009-5)

「蒸気タービンの新しい寿命診断」(展望・解説), 藤山一成, ターボ機械, Vol. 37, No. 10, pp. 590-598, (2009-6)

「断続ゼロエミッション切削用硬質薄膜の機械的特性の検討」, 小林明彦, 鈴木貴, (社) 日本機械学会東海支部第 58 期総会講演会講演論文集, No.93-1, pp. 41-42, (2009-3)

#### 建設システム工学科

「せん断帯を含む飽和圧縮ベントナイトの透水性の評価」, 平手寿大, 寺本優子, 小高猛司, 土木学会全国大会第 64 回年次学術講演会概要集, CS05-42, pp.217-218, (2009-8)

「圧縮ベントナイトのせん断破壊時の強度特性と遮水性」, 平手寿大, 寺本優子, 松村竜樹, 小高猛司, 第 21 回中部地盤工学シンポジウム論文集, pp.17-24, (2009-8)

「圧縮ベントナイト緩衝材のせん断破壊時の性能評価」, 寺本優子, 平手寿大, 小高猛司, 第 54 回地盤工学シンポジウム論文集, pp.17-24, (2009-11)

「圧縮ベントナイト緩衝材の破壊挙動の解明」, 寺本優子, 小高猛司, 平手寿大, 松村竜樹, 日本材料学会東海支部第 3 回学術講演予稿集, pp.22-23, (2009-3)

「一面せん断時に伴い圧縮ベントナイトに発生するせん断帯について」, 寺本優子, 小高猛司, 平手寿大, 岡二三生, 肥後陽介, 土木学会全国大会第 64 回年次学術講演会概要集, CS05-43, pp.219-220, (2009-8)

「河道内樹木の相互関係が抗力係数に与える影響に関する検討」, 三浦かな, 新井宗之, 第 64 回土木学会学術講演会講演概要集, II-042, CD-ROM, pp.83-84, (2009-9)

「植田川の小洪水時における河道内樹木の抗力係数に関する観測研究」, 三浦かな, 新井宗之, 平成 20 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, II-25, pp.139-140, (2009-3)

「地層処分における不飽和緩衝材の破壊挙動の観察」, 寺本優子, 小高猛司, 理工学研究報告, 第 49 号, pp.132-138, (2009-3)

「不飽和および飽和条件下での圧縮ベントナイトのせん断破壊特性」, 小高猛司, 寺本優子, 地盤工学ジャーナル, Vol.4, No.1, pp.59-69, (2009-3)

「不飽和圧縮ベントナイトのせん断破壊挙動」, 寺本優子, 小高猛司, 平手寿大, 松村竜樹, 岡二三生, 肥後陽介, 第 44 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.199-200, (2009-8)

「不飽和圧縮ベントナイト緩衝材のせん断帯生成過程の観察」, 寺本優子, 平手寿大, 松村竜樹, 小高猛司, 土木学会中部支部平成 20 年度研究発表会講演集, pp.255-256, (2009-3)

「飽和圧縮ベントナイトのせん断破壊挙動」, 平手寿大, 小高猛司, 寺本優子, 松村竜樹, 岡二三生, 肥後陽介, 第 44 回地盤工学研究発表会講演概要集, pp.201-202, (2009-8)

「飽和圧縮ベントナイトの一面せん断破壊時の力学特性について」, 平手寿大, 寺本優子, 松村竜樹, 小高猛司, 土木学会中部支部平成 20 年度研究発表会講演集, pp.257-258, (2009-3)

“Shear failure behavior of compacted bentonite,” T. Kodaka and Y. Teramoto, Y., Prediction and Simulation Methods for Geohazard Mitigation, Proc. of IS-Kyoto 2009, Kyoto, 2009, pp.331-337, (2009-5)

#### 建築学科

「建物が連担する高架・平面道路併設部での騒音予測」, 伊藤卓磨, 岡田恭明, 吉久光一, 久野和宏, 日本音響学会騒音・振動研究会資料 N-2009-50, pp.1-6, (2009-8)

「航空機騒音の伝搬に及ぼす空気の音響吸収の影響」, 鈴木一輝, 岡田恭明, 吉久光一, 日本音響学会東海支部 建築音響, 騒音・振動関連若手研究発表会, pp.1-4, (2009-11)

「高架・平面道路併設部における壁面吸音効果に着目した検討」, 伊藤卓磨, 岡田恭明, 吉久光一, 日本音響学会東海支部 建築音響, 騒音・振動関連若手

- 研究発表会, pp.1-4, (2009-11)
- 「国際シンポジウム「道路交通騒音低減のための総合的取り組み」－参加者代表によるコメント－「道路交通騒音が聞こえない静かな街」, 吉久光一, 騒音制御, 第33巻, 第3号, p.237, (2009-6)
- 「信号交差点近傍における交通騒音の現場測定値の分析」, 吉永弘志, 並河良治, 山本裕一郎, 吉久光一, 騒音制御, 第33巻, 第1号, pp.65-75, (2001-1)
- 「騒音の広域伝搬に及ぼす空気の音響吸収の影響(その4その4 道路交通騒音を想定したシミュレーション計算)」, 大野友和, 岡田恭明, 吉久光一, 日本建築学会東海支部研究報告書, 第47号, pp.329-332, (2009-2)
- 「中高層建築物が連担する幹線道路周辺の騒音伝搬予測(その4その5 高架・平面道路併設部の予測法の妥当性に関する検討)」, 伊藤卓磨, 岡田恭明, 吉久光一, 日本建築学会東海支部研究報告書, 第47号, pp.333-336, (2009-2)
- 「都市環境騒音の常時観測」, 岡田恭明, 吉久光一, 騒音制御, 第32巻, 第6号, pp.373-377, (2008-12)
- 「都市部を通過する幹線道路周辺における騒音の予測手法および保全対策に関する研究」, 岡田恭明, 科学研究費補助金研究成果報告書, pp.1-6, (2009-5)
- 「道路一般部での自動車走行騒音に関する予備的検討」, 今川和也, 堀江幸弘, 岡田恭明, 吉久光一, 騒音・振動関連若手研究発表会, pp.1-4, (2009-11)
- 「道路交通騒音の予測モデル“ASJ RTN-Model 2008”(日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会報告)」, 山本貢平, 岩瀬昭雄, 藤本一壽, 吉久光一, 押野康夫, 坂本慎一, 岡田恭明, 他5名, 日本音響学会誌, 第65巻, 第4号, pp.179-232, (2009-4)
- 「道路交通騒音の予測モデル“ASJ RTN-Model 2008”の解説と手引き」, 山本貢平, 岩瀬昭雄, 藤本一壽, 吉久光一, 押野康夫, 坂本慎一, 岡田恭明, 他5名, 日本音響学会第17回音響技術セミナー資料, 全240頁, (2009-7)
- 「二輪車のパワーレベルの測定結果とそのモデル化に関する検討」, 筑井啓介, 岡田恭明, 吉久光一, 押野康夫, 日本音響学会騒音・振動研究会資料 N-2009-21, pp.1-8, (2009-3)
- 「音・振動との出会い音響学ABC」, 久野和宏, 野呂雄一, 井研治, 堀康郎, 吉久光一, 岡田恭明, 他3名, 技報堂出版, (2009-2)
- “Acoustical diagnoses of porous drainage pavements”, Teruo Iwase, Kaoru Kazama, Kenichi Ishikawa and Koichi Yoshihisa, Noise Control Eng. J. 57 (2), pp.112-120, March-April 2009, (2009-4)
- “Detailed observation of sound reflection and absorption characteristics of perforated and thin plate by using particle velocity sensor” (Invited paper), T. Iwase, M. Abe, K. Yoshihisa and Y. Okada, Proceedings of the 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2009), pp.1-9, CD-ROM, (2009-8)
- “Effect of atmospheric absorption on outdoor propagation of sound generated from various sources on the ground to high-rise buildings” (Invited paper), K. Yoshihisa, Y. Okada, K. Tatsuda and T. Iwase, Proceedings of the 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2009), pp.1-9, CD-ROM, (2009-8)
- “Simple method for predicting noise in the vicinity of signalized intersections”, Y. Namikawa, T. Tajika, Y. Oshino, K. Yoshihisa and K. Yamamoto, Proceedings of the 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2009), pp.1-8, CD-ROM, (2009-8)
- “Temporal variability of atmospheric absorption of sound and its effect on aircraft noise propagation around an airport during a year” (Invited paper), Y. Okada, K. Yoshihisa and T. Iwase, Proceedings of the 38th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2009), pp.1-8, CD-ROM, (2009-8)

**理工談話会開催記録**  
**平成 12 ～ 21 年**



## 名城大学理工談話会開催記録 — 平成12 - 21 年度 —

理工談話会世話人会

Records of Faculty Seminar(RIKO - DANWA - KAI)

— 2000 - 2009 Academic Years —

Committee of Faculty Seminar

理工談話会は本学部主催の行事として、昭和47年（1972年）2月にスタートしてから今日まで382回の談話会を開催してきました。この会は学問の急速な進歩、細分化にともなってお互いに見えにくくなった各学問分野の知識交流の場として開設されたものであります。講演者はそれぞれの専門分野の第一線で研究に携わられた国内外の大学、企業の方々と、講演の内容は学部高学年、大学院のレベルから研究者のレベルにわたり、工学・理学の基礎的テーマや専門分野を越えて興味を持たれているテーマについて分かりやすく解説して頂いています。現在は私たち教員の他に学生諸君、他大学や企業の方、一般の方々も多数参加されています。以下に、平成12～21年度に開催された談話会について報告します。

題	目	講	師	所	属	平成 年・月・日
第294回	建設が進む国際宇宙ステーションとこれを利用する材料開発の処方箋	澤	岡 昭	大同工業大学長・宇宙開発事業団研究統括リーダー		12・7・8

講演要旨：2004年完成を目指して国際宇宙ステーションの建設が進んでいます。我が国は独自の軌道上研究所（JEM）を建造して、2003年頃、本体への取り付けを開始します。

日本のステーションの利用権は全体の12.8%です。10年以上にわたって、この権利を行使するには相当しっかりした利用計画が必要です。

残念ながら、我が国には長期の戦略がありません。完成が近づくにつれて心配が大きくなる一方です。

元来、材料が工業製品として使用されるには性能と同時に製造コストが重要な要素です。運用コストが極めて高い宇宙ステーションで材料を製造することは不可能であると思います。地上の材料開発を加速する手段としてのみ、宇宙ステーションの有効な利用方法はないように思います。

建設に3,000億円、完成後毎年の運用に500億円以上を要する、ステーション利用のありかたについて皆様のご意見を伺いたいと期待しています。

第295回	太陽エネルギー利用の現状と将来	谷	辰 夫	東京理科大学教授		12・9・30
-------	-----------------	---	-----	----------	--	---------

講演要旨：太陽エネルギーの利用は、近い将来エネルギーの多様化に対応したエネルギー供給手段の一つであり、地球環境問題の視点からも有望なものとみなされている。

太陽エネルギー利用技術の開発は、国内外で進められ、すでにその一部は実用化されている。その背景には、太陽エネルギーは量的に豊富であること、環境負荷が軽いこと、安全性が高いこと、技術開発が進めばエネルギーコストが安くなる可能性があることなどを挙げることができる。ここでは、太陽エネルギーの利用を中心とした視点から以下の項目について述べることにする。

1. エネルギーとわれわれの生活
2. エネルギー問題の本質
3. 太陽エネルギー
4. 太陽エネルギー利用技術

5. 具体的な利用技術例

6. 将来展望

---

第 296 回   ーインタビュー取材で接したー  
「交通・輸送機械工業の先駆者  
たち」                   前 間 孝 則   ノンフィクション作家                   12・10・7

講演要旨：各分野の第一人者である

鉄道の“島 秀雄”

航空機の“土井 武夫”

ジェットエンジンの“永野 治”

自動車（本田 F1（1960 年代）最初のグランプリ優勝監督およびマシンの設計者でかつ、本田四輪設計の最高責任者）の“中村 良夫”

造船の“真藤 恒”

戦艦大和建造責任者の“西島 亮二”

らの人となり生きざまを紹介する。

---

第 297 回   自律走行ロボットのためのビジョ  
ンと走行のプランニング                   白 井 良 明   大阪大学大学院教授  
人工知能学会会長                   12・10・14

講演要旨：私の研究室で行なってきた、屋内および屋外を自律走行するための基礎技術を述べる。

その主な内容

1. 屋外自律走行のためのカラー画像からの環境認識
2. 道路標識の認識
3. ステレオ視で環境を認識して、ノンストップ走行するための視覚および走行のプランニング（ランドマークが与えられる場合とそうでない場合）
4. 人のガイドによる走行の間に環境を自動で学習し、その地図を用いて、視覚と走行のプランニングを行う自律走行
5. 超音波センサによって障害物を避けながらの人の追従

---

第 298 回   地震時に備えた交通管理システ  
ムの考え方                   飯 田 恭 敬   京都大学大学院工学研究科教授   12・10・21

講演要旨：1995年1月17日に発生した阪神・淡路大地震は都市直下型であったために、各種交通施設が甚大な被害を受け、都市機能が麻痺状態に陥った。道路交通においても、高速道路の倒壊、道路橋の損壊、区画道路の閉塞などにより、各所で渋滞が発生して、一般車両はもちろんのこと緊急車両も走行移動に支障を来たす状況であった。しかし、このような極度の混乱状態にもかかわらず、震災後の救急救援活動や復旧復興活動、また被災者の生活行動において、自動車の果たした役割は極めて大きかった。それゆえ、震災などの突発事象の発生によって一部の道路が使用不能になっても、道路網機能が極力維持できる交通管理システムを構築することが強く望まれている。

震災時の交通管理システムにおいて重要なことは、発災の事前から事後にわたって時間軸上で対応しなければならないことである。また、道路施設面からのハード的対策と道路利用面からのソフト的対策の両面から、このシステム構築を考究しなければならないことである。さらに、ITS 技術が最近目覚ましい発展をしていることから、これらの先端技術を積極的に利用することにより、被害状況に即応できる高度交通管理システムの実現を目指すことが求められている。

主な内容

1. 阪神・淡路大震災後における交通管理システムの問題点
  2. 発災後における道路交通状況の実態
  3. 震災時における新しい交通規制の考え方
  4. 発災直後3日間における震災関連のマイカー利用交通量
  5. 段階エリア規制の提案
  6. 震災時交通管理の体系化と課題
-

第 299 回 金ナノ粒子の新しい触媒作用  
環境保全への貢献

春 田 正 毅 大阪工業技術研究所

12・11・11

講演要旨：金は科学的に極めて安定であるため、触媒として化学反応を促進する働きがないとされてきた。しかし、直径5nm以下の半球状の超微粒子として、酸化鉄、酸化チタンなどの粒子の上に固定・分散すると、有毒な一酸化炭素を $-70^{\circ}\text{C}$ のような低温でも酸化し、無害な二酸化炭素に変えることができる。その他、プラスチックの原料を一段でかつクリーンに合成できる、窒素酸化物を窒素に還元できる、悪臭やダイオキシンを $200^{\circ}\text{C}$ 以下に温度で酸化分解できるなど、環境保全に役立つ様々な可能性を持っている。こうした機能の根元となる金触媒のnmレベルの構造、触媒作用の発現メカニズムについても述べる。

第 300 回 脳の情報数理論科学を求めて

甘 利 俊 一

理化学研究所脳科学総合研究  
センター

12・12・2

講演要旨：脳とコンピュータは、ともに驚くほど優れた情報処理の装置である。コンピュータは技術の進歩とともに飛躍的な発展を遂げ、いまやインターネットで世界を結ぶ新しい文明を作ろうとしている。その基礎にコンピュータ科学があり、これは記号と論理を用いる計算の原理を明らかにした。

脳は生物のもつ器官であるが、その機能は情報処理を始めとする高次の精神機能である。脳における情報の表現、記憶、処理のアルゴリズムは、コンピュータとは大きく違っている。論理と記号を主体とするコンピュータに対して、脳では情報は多数のニューロン上の興奮のパターンとして分散的に表現され、相互作用の並列のダイナミクスによって処理されていく、ここに学習や記憶がからんでくる。

脳の仕組みを解明することは、人間を理解することにつながる。それだけでなく、新しい脳型の情報技術の創出の基礎にもなる。このためには、コンピュータ科学が築いたものとは別の、脳型の情報科学、計算科学が必要になる。この新しい情報数理論科学はどのように作られていくのであろうか。またそれは、脳の解明にどのように迫り、ここから出てくる新しい技術はどのようなものになるのであろうか。こういった問題を具体的に議論してみたい。

第 301 回 モジュラー関数の  $q$  展開

浅 井 哲 也 静岡大学教授

12・12・16

講演要旨：

無限積の展開

$$\prod_{n>0,5^n} (1-q^n)^6 = 1 - 6q + 9q^2 + 10q^3 - 30q^4 \\ + 6q^5 - 25q^6 + 96q^7 + 60q^8 - 250q^9 + \dots$$

を注意深く観察すると、符号のパターン (+ - + + -) の繰り返しに気付かされる。この事実は Kloostermann 和と呼ばれる大層なものを用いれば説明できる。

また、有名なモジュラー不変量

$$j = q^{-1} + 744 + 196884q + 21493760q^2 + 864299970q^3 \\ + 20245856256q^4 + 333202640600q^5 + 4252023300096q^6 + \dots$$

の逆数を展開してみると

$$1/j = q - 744q^2 + 356652q^3 - 140361152q^4 + 49336682190q^5 \\ - 16114625669088q^6 + 4999042477430456q^7 - \dots$$

となって符号は交代的である。ところが、いざ証明となると存外に難しい。

素朴な現象の説明に苦勞する人間の性（さが）が実におもしろいと思う

第 302 回 これからの技術者教育

背 戸 一 登 日本大学理工学部教授

13・1・13

講演要旨：平成11年11月19日に日本技術者教育認定機構（JABEE）が発足し、また、平成12年4月には技術士法の一部を改正する法律（平成12年法律46号）が公布され、技術者教育と技術者資格認証制度が大きく変わろうとしている。後者がここで述べる新技術士制度である。

従来、我国には技術者資格として技術士制度があるが、冷戦時代の終焉とともに世界的に技術者の国を越えた流動化が始まった状況において、この技術士制度が我国独自の制度であって世界に通用しないことが問題の発端となっている。国際的に通用する技術者資格認証制度の具備すべき要件が必要なことから上記の法改正となった。欧米では質の高い技

術者を育成するために技術者教育の段階から技術者資格付与、その後の継続教育まで一貫したシステムが構築されている。それと整合性を持たせる必要性が生じてきたのである。そのために、新技術士法では JABEE の認定した技術者教育プログラムの修了者は一次試験が免除される仕組みとなった。

更に、JABEE はワシントンアコードへの加入を目標にしている。これに加入できれば、JABEE の認定した技術者教育プログラムの修了者は同加入団体と同一資格を得ることができるのである。これは修了者にとって将来的な利益をもたらす事になり、学生の励みともなる。

本話題提供では、新技術者制度の仕組みと JABEE の位置づけ、最近の JABEE の活動、JABEE の要求する共通基準と分野別基準、機械系分野の分野別基準等について紹介する。

資料：・新技術士制度

・ JABEE 説明 (WP)

・ 基準審査マニュアル (化学, 機械, 材料, 資源, 電気, 電子, 情報, 土木, 建築の各分野)

**第 303 回 材料開発のあり方についての提言** 柳田博明 名古屋工業大学学長  
(東京大学名誉教授) 13・6・23

**講演要旨**：材料の研究開発については、21 世紀の技術のあり方論を通して、「選択と集中」は正しくないと演者は考えている。これからの時代は、「個」の尊重・確立の時代である。当然それは「自己責任」をベースとする。「意欲」と「能力」を生かすための仕組みを、「個」をコーディネートするために構築する必要がある。これが演者の提唱する「World Materials Center」である。

21 世紀の産業形態は小企業の集合になる、と演者は予測している。「技術倫理」においても「個」と「組織」の倫理の相克も少なくなる。

材料開発において、情報の流れはますます必要となるが、物流のながれは可能な限り小さくする必要がある。このための生産システムの開発も必要となる。百年、千年、いや万年のスパンでの技術のあり方論も発想の根底におきたいものである。

**第 304 回 日本技術者教育認定機構 (JABEE) の試行を受けて** 三星明宏 近畿大学理工学部土木工学科  
教授 13・7・14

**講演要旨**：日本技術者教育認定機構 (JABEE) が平成 12 年に発足しました。これは、その学科の教育内容がわが国の新しい課題に対応して必要とされる質を確保しているとともに、その分野の教育として国際的にも他国と同等であることを認める制度です。従来の大卒の要件は、今後 JABEE 認証学科卒業を意味するようになってゆくことが現実視されています。これは世界の趨勢でもあります。近畿大学理工学部土木工学科は平成 12 年に全国に先駆けてそれに参加し、他大学の先生方による審査を受けました。微力ながらもその経験をお伝えし、わが国の大学、とくに私立大学の JABEE 対応について皆様と共に考えることができれば幸いです。

**第 305 回 ウイグル自治区と新疆大学での  
数学研究** リザイデン 新疆大学数学部講師 13・7・21

**講演要旨**：ウイグル自治区は中央アジアで広大な面積 (約 160 万平方キロ = 日本の 4 倍以上) を占めていますが、人口はわずかに 2 千万人です。これは広大な砂漠や山岳地帯が自治区の大半を占めていることにもよります。最初にこのようなウイグル自治区の特異な地理、気候、自然環境、歴史などの紹介をいたします。

つぎに新疆大学は首都ウルムチにあって新疆では一番古くて大きい大学ですが、1935 年の創立です。ここでは特に新疆大学数学部について紹介いたします。今中国では 21 世紀中に特に 100 大学の強化を目標としていますので、その中で新疆大学はさらに充実してゆくことと思います。

最後に自分の研究について少しお話しします。

**第 306 回 巨大地震、東海・東南海地震の  
歴史と今後** 安藤雅孝 名古屋大学地震火山観測研究  
センター教授 13・10・6

**講演要旨**：本年はじめより、東海地方でゆっくりした地殻の動きが起きていることが分かりました。これは 9 月現在で



もまだ続いています。この動きは「想定東海地震」の引き金になるかもしれないと注目されています。幸い、大きな変化はありませんが、気を緩めることはできません。

西日本の沖合いには、南海トラフと呼ばれる、海洋プレートが沈み込む場所があります。プレートの沈み込みに伴い、巨大地震が発生します。1944年に東南海地震が起りましたが、この地震は途中で終わった中途半端な地震のため、その割れ残しが「想定東海地震」と考えられています。もし、東海地震がそのまま起きない状態でいると、その西の震源域である東南海地震と一緒に起こる可能性がしだいに増してきます、そして、それがさらに西の地震の引き金になる可能性も。

東海地方にしだいに迫る、地震発生の可能性と、その防災について考えたいと思います。

**第 307 回 身近な発想からの研究 トーラス  
結び目符号と電磁波による地震 畑 雅 恭 愛知県立大学情報科学部教授 13・10・20  
予知**

**講演要旨：**最近の携帯電話の発展に見るごとく、どこからでも自由に高度な情報を送受することが求められている。品質の悪い通信環境で用いられる携帯電話において、多くの誤りを避けて品質の良い通信を確保する「基本的な手立てはどのようなものであろうか」。DNAのように小さく符号を巻き込んで放射線・物理的障害に対応する誤りのシャワーを回避する高次元トーラス結び目符号の発想に付いて紹介する。不連続なトーラスの高次元化とその上の結び目からなる符号とそのLSIによる実現に付いて報告する。

地震は巨大な機械的エネルギーの解放であるが、その解放は機械的エネルギーだけの問題であろうか。エネルギーには多くの形態とその間のエネルギー変換が存在していると考えerほうが自然である。すると、「地震エネルギーが電気的な顔をしている状態があるはずである」。それを電氣的に検出すれば、地震の理解が進み予知へ利用できる可能性がでてくる。電氣的検出を妨げる要因として人工雑音のほか熱帯雷と近接雷、さらに磁気圏・電離層からの雑音がある。ELF帯(10 - 300Hz)が窓周波数であることを見出し、人体の磁気放射雑音と同程度のHzあたりザブピコテスラで地震前兆放射が検出されるようになってきた。

**第 308 回 デジタル放送の技術動向**

**都 竹 愛 一 郎**

独立行政法人通信総合研究所無  
線通信部門放送システムグループ 13・11・17  
リーダー

**講演要旨：**2000年12月から放送衛星(BS)によるデジタル放送が始まりました。2003年には、地上波によるデジタルTV放送、さらに移動体向けのデジタル音声放送も始まる予定です。

デジタル放送を実現するためには、大量の画像情報を確実に視聴者まで送り届けるためのデジタル伝送技術が不可欠です。そこで、衛星放送ではTC8PSK(トレリス符号化8相位相変調)が、地上波ではOFDM(直交周波数分割多重)が新たに開発されました。本講演では、まずこれらの伝送方式の動作原理と特徴について解説いたします。地上波によるデジタル放送は、アメリカとイギリスで既に始まっておりますが、残念ながらあまり普及していません。また、日本でも使用する周波数の問題や事業者の設備投資、番組の供給能力など、問題が山積しております。後半では、デジタル放送の国内外の動向を紹介するとともに、普及させるための課題、および放送の将来についてお話したいと思います。

**第 309 回 糖尿病の予防  
一食事と運動の面から一**

**佐 藤 祐 造**

名古屋大学総合保健体育科学  
センター教授 13・11・24

**講演要旨：**現在、患者数が690万人と言われる糖尿病は1型と2型に分類される。我国で95%を占める後者の2型の成因は、インスリン分泌低下とインスリン抵抗性である。インスリン抵抗性は遺伝性要因に加えて、近年における家庭・職場におけるOA化、コンピューター化などいわゆる文明化された日常生活での運動量の減少とグルメ志向による洋風化された食事(高脂食)等、後天性(生活習慣性)要因が大きな役割を果たしている。厚生省は平成8年(1996年)より、従来の成人病に代えて「生活習慣病」という概念を導入した。

食習慣・運動習慣のあり方についてスライドを用いて説明する。

## 第 310 回 人が感じる暑さ寒さと体感温度 堀越 哲美

名古屋工業大学副学長・名古屋工業大学大学院工学研究科都市循環システム 13・12・1  
工学専攻教授

**講演要旨:**人間の暮らしの中で季節による暑さ寒さは、どのように生活するかを決める重大な関心事である。建築がシェルターとしての役割を演じる時、これはその性能を評価することにとって大きな要素である。それでは人間は暑さ寒さをどのような時にどのように感じるのだろうか。建築室内ばかりではなく、屋外や都市にわたって、人間が感じる暑さ寒さの要因を探りたい。そのために人間と周囲環境との間の熱授受、それに基づく生理的体温調節のシステム、そして人間がそれを感じ、知覚するという心理の問題にわたるメカニズムを考える。さらに、どのような熱環境が人間にとって健康であり快適なのか、また実際の熱環境が暮らしの中でどのような影響があるのかについて、その評価法を含めて実験や実測調査に基づいて説明する。まず、人体と環境との間の熱収支を、放受熱の経路毎にとらえ、温熱環境を評価する体感温度を表す指標（温熱環境指標）を導く。次に、被験者を用いた実験や実測を行い、温熱環境指標や様々な環境の条件と人体の生理・心理反応との関係をもとめ、暑さ寒さの感覚を定量的にとらえることを示す。これらの結果に基づいて明らかにされた、エアコン使用や暖冷房時の快適な温度湿度、不均一な環境の影響、炬燵の効果、屋外や緑地の影響などの事例についても紹介する。

## 第 311 回 21 世紀を担う技術者へ

水野 清史

アイシン精機株式会社取締役  
副社長 13・12・4

**講演要旨:**21 世紀は、“地球の時代”である。グローバル化の進展する今、新技術が国の盛衰を左右するであろうことは歴史からも窺い知る所である。

21 世紀にはどんな技術革新が起こりどんな分野で新たな事業が成長するのであるだろうか。それを成立させるコア技術の育成を担う大学、研究機関、企業は、それぞれの本分、その連携のあり方は改革すべき点が多々あるのが日本の現状である。

“技術は人なり”。基本は人材に掛かっている。

このような認識のもとで、我が社の技術開発の取り組みについて、海外の研究法人での研究分野、産学協同の状況等を含めて、一端をご紹介します。

また、話題性の高い燃料電池の研究開発の現状を展望してトピックスとしたい。

21 世紀を切り拓く皆さんの、今後の研究、勉学の一助になれば幸いです。

題	目	講	師	所	属	平成 年・月・日
第 312 回	インターネットと TCP/IP プロトコル	渡	辺	晃	三菱電機情報技術総合研究所	14・7・6

**講演要旨:**半導体の集積度は、18ヶ月ごとに2倍（10年で100倍）になるという有名なムーアの法則がある。この法則は今後10年は続くといわれている。ところが、最近になってインターネットが、ムーアの法則を大幅に上回る勢いで発展を遂げている。インターネットのトラフィックは、この10年間で10,000倍に増加しており、なお衰える気配を見せていない。近い将来、すべての人や物がインターネットに接続されて行き、画像や音声を含めたあらゆる情報のやり取りがインターネット上で行われることが想定される。そして、誰でも、いつでも、どこからでも世界中の情報を瞬時にアクセスできるような環境が整備される。これにより人々のくらしも大きく変わって行くと考えられる。これがいわゆる IT 革命と呼ばれるものであり、インターネットは IT 革命の本質となる技術である。

インターネットが一体どのようなしくみになっているのか知っている人はそんなに多くない。そこで、本講演ではインターネットの物理的な構成と、インターネットに使用されている通信プロトコル・TCP/IP の概要について述べる。インターネットは、複数のルータと呼ばれる中継装置が、小さな単位に分割されたデータパケットを、パケットリレーのようにして次々と中継し、相手先に必要な情報を送り届けるネットワークである。このパケットリレーの方式を取り決めたのが TCP/IP プロトコルである。TCP/IP は、シンプルでありながら必要な機能をすべて備えている。過去にはネットワーク上にいろいろな通信プロトコルが存在していたが、インターネットの発展とともに TCP/IP だけが生き残った。通信プロトコルが TCP/IP に統一されたことにより、ユーザアプリケーションとデータパケットの伝送媒体となるネットワー

クが、お互いを意識せず独立して発展できるようになった。そしてこれが技術の進歩をさらに促進することになったことなどについて述べる。

### 第 313 回 創る楽しみ そしてこれからも

松田 耕三  
(神門 耕)

株式会社デンソー安全走行技術  
部主任部長 14・10・12

**講演要旨：**創造或いは発見に向かって努力する事は、人に勇気や希望を与え、心を豊かにしてくれる。

理学を学んで純粋な理論を組み立て、工学分野で物作りに没頭し、又作家(主に作曲)として人の心を描く事がそれを教えてくれた様に思える。これらに付いて以下に簡単に触れてみたい。

ゼロや無限という不思議な世界を知りたいと言う単純な思いが、量子論や重力場を勉強するきっかけとなり、ブラックホールと言う重力場の特異な現象として一瞬理解できたかに思えた。然し、この特異現象には解明しなければならない謎が多い。その為初期の目的は未だ果たせていないが、単純な疑問が自分自身の今後の研究すべき課題に繋がっているとも思える。

又、物を作る場合に於いては、時代の発展と共にそれに合わせた創意工夫が必要であり、製品そのものとそれを作る為の生産システムに工夫が必要である。更に時代への適合性を常にウオッチしておかなければならない。

一方、年齢や性別に関係無く、寧ろ年齢を重ねる程、或いは性別が有るからこそ、複雑な人の感性を豊かに且つ巧みに描写出来る世界が在る。これは選択の分野を超えて和を与えてくれる世界である。何処まで行き着けるかは解らないが、今後はこれの研究を続けてみたいと考えている。

これらはいずれも、終わりを見ることは無いと思えるが、誰にでも取り組む事が出来るし、常に探求する意欲と気力を持つ事が大切ではないだろうか。

### 第 314 回 JABEE が目指すもの

大橋 秀雄

日本技術者教育認定機構  
(JABEE)副会長工学院大学学長 14・11・7

**講演要旨：**1999年にJABEEが設立され、2001年度から試行でない本番の認定を開始した。2001年度は、応募は3プログラム、2002年度は30プログラム以上と、認定に名乗りを上げるところが急増し、おそらく数年以内に主要なプログラムは認定取得の段階に至ると予想される。インターネットでJABEEを検索してみると、まさに全国各地の大学、高専、そして審査に当たる学協会で、理工系教育を技術者教育の視点から改革する動きが草の根的に燃え上がっていることが実感される。

最近の中央教育審議会大学分科会の報告により、第三者機関による大学評価が実現に向けて動き始めた。JABEEの認定は、その中でいかなる役割を果たすのかを整理し、JABEEのミッションを明確にする。また、JABEEは学生を選り分けるシステムだと誤解する方も多いため、教育の質保証とは何かについても明確にしたい。

工学院大学の国際工学プログラムは、2001年度の認定を得た。審査される立場として経験した苦しみと悩みについて述べ、ご参考にした。

JABEEはワシントンアコード正式加盟、適正な審査のための審査員の養成など、問題を山積している。今後のご理解とご協力をお願いします。

### 第 315 回 私立大学から見た技術者教育プログラム評価認定制度

福田 敦

日本大学助教授 14・11・9

**講演要旨：**土木分野では、本年度よりJABEEの本審査が開始されるが、最低基準の考え方などが明確でないため、一部の私立大学の中には、審査を受けることが難しい、選別されるのではないかなどの不安の声も聞かれる。

今回は、過去2回の土木分野の私立大学における試行審査の経験、自身の所属先における入学試験の企画、広報活動およびJABEEへの対応などに携わった経験などを紹介し、私立大学としてJABEEをどの様に考えて、どのように活用してゆくべきかなどについて現在考えていることを話す。この中では、カンサス大学、スタンフォード大学などでのABETの審査にオブザーバー参加して理解したOut・comes評価についても触れる。



第 317 回 夕刻の景観様相変化の特徴について～光景画像の色彩特性の分析を中心として 大影 佳史 京都大学大学院工学研究科助手 14・12・14

講演要旨：日本人は伝統的に、昼から夜あるいは夜から昼へと移り変わる景観に価値や特別の意味を見出してきた。

人間-環境のデザインあるいはコントロールを考えると、このような時刻変化を考慮することは重要なテーマになりうると考えられるが、これまでの既往の景観研究では昼の景観に関するものが中心であり、夕景・夜景等の研究はあまりみられない。その理由の1つは、昼から夜へと時々刻々と移り変わる景観の様子が曖昧あるいは複雑であり、そのような眺めの変化の特徴を表現・記述し捉えることが、難しいからである。

例えば時系列変化を考慮した景観の評価や、シミュレーション等を考える場合においても、まずは昼と夜の境界の時間帯において、ある眺めの中で対象の何がどのように変化するのかという、時系列的な光景変化の特徴を実態に即して把握できることが基本要件である。

そこで、主に京都の遠距離から中距離の空・山・水面・市街地などによって構成されているマクロスケール景観を対象として、「昼」「夕」「夜」などの光景の相違と時系列変化について、写真に写し取られた景観の色彩特性の時系列変化の特徴を画像処理の方法を応用して抽出することにより、夕刻の光景の質的および時系列的な変化を把握することを試みた。ここで行った特徴抽出の方法および、その結果得られた夕刻の景観様相変化の特徴について述べる。

第 318 回 デデキント和の値分布について 伊藤 博 神奈川大学工学部教授 14・12・19

講演要旨：説明の便宜のために、虚 2 次体が  $\mathbb{Q}(\sqrt{2}i)$  である場合のみを考え、 $K=\mathbb{Q}(\sqrt{2}i)$  とおき、その整数環を  $\mathcal{O}$  とする。 $\mathcal{O}$  の元  $a, c$  について、デデキント和  $D(a, c) = \frac{1}{c} \sum_{k \in \mathcal{O}/c\mathcal{O}} E_1\left(\frac{ak}{c}\right) E_1\left(\frac{a}{c}\right)$  が定義される (Sczech, 1984)。ただし、 $E_1$  は  $\mathcal{O}$  を周期とするある楕円関数である。これは、2つの整数  $a, c$  ( $c > 0$ ) について定義される古典的デデキント和  $s(a, c) = \frac{1}{c} \sum_{k=1}^c \cot\left(\pi \frac{ak}{c}\right) \cot\left(\pi \frac{k}{c}\right)$  の一般化である。 $D(-a, -c) = D(a, c)$  であるので、 $D(a/c) = D(a, c) D(a, c \in \mathcal{O})$  と定めれば、 $K$  上の周期  $\mathcal{O}$  を持つ関数  $D(a/c)$  を得て、我々の  $K$  の場合には、値は実数となる。本講演では、関数  $D(a/c)$  のグラフを興味の対象とし、講演前半で既に証明できたことについて、後半でこれから証明したいことについて説明したい。

前半では、虚 2 次体に関する連分数展開の理論を応用して、関数  $D(a/c)$  のグラフが空間  $\mathbb{C} \times \mathbb{R}$  において稠密であることを示す。後半では、それにも関わらず、点  $(a/c, D(a/c))$  が空間内に均等に分布しているわけではなく、一定の bias がかった分布をするようであるという計算データを示し、このような bias のかかった分布に正確な数学的定式化を与える見通しについて話す。前半の結果は、古典的デデキント和についての結果 (Hickerson, 1977) の類似であるが、後半で考察する現象については、古典的な場合に対応する現象を見出すことが出来ない。古典的なデデキント和については無かった (あるいは、奥深く隠れていたものが虚 2 次体への一般化を考えることによって表に出てきた) 新たな現象であると思われるので何がしかの興味が持たれると考えている。

第 319 回 ロボットが普及するには一オープンロボット・コントローラ構想一 辰野 恭市 名城大学教授 14・12・21

講演要旨：ロボットが普及するには、いろいろなロボットが短時間で安価に製作できなければならない。ロボットアーム、移動台車、マシンビジョンなどの機能要素が実用化の域に達しているため、これらの機能要素をモジュール化し、インターフェイスを標準化すれば、それらの機能要素を組み合わせることによってロボットは容易に製作できる。このようにインターフェイスを標準化し、他人の作った要素を組み込めるようにすることや、異なったメーカーのロボットを同一のロボット言語で使えるようにすることをオープン化と称する。特にロボットコントローラは、各機能要素をパーソナルコンピュータで実現し、イーサネットで繋ぎ、ロボットのおこなう作業の記述方法やアーム制御装置への動作指示の表示方法を標準化すれば、オープン化が達成できる。

本講演では、このオープン化のための1構想を提示する。特に作業手順、アームなどの動作（時間に対する位置・速度）を文字を用いたテーブルで表現し、このテーブルフォーマットを標準化することを提案する。また、どのようなロボットが普及するのか？介護ロボットか？などの議論をしたい。



320 回 ガス燃料エンジンの現状 岸田 肇 名城大学非常勤講師 15・2・15  
(前ヤマハ発動機主任技師)

講演要旨：現在、日本車の排出ガス／燃費を含む性能は世界のトップレベルにある。ハイブリッド車の伸長や最先端技術の燃料電池車等がマスコミを賑わせているが、国内 30 万台のタクシーも、トップレベルの LP ガスエンジンで走っている事は、あまりにも当たり前すぎて忘れていたのではなかろうか？名古屋市内も、バス、トラックやライトバンが天然ガスを燃料として走っている事や、大昔石炭から作られた家庭用ガスが、いつの間にか天然ガスに替わり、“ガス中毒”の言葉が死語になった事、天然ガスもプロパンガスも同じガスではないかと考える“普通の人”と、大きく違うと差別する“お役所”等など、この 30 年の間、特にガスに関しては大きな変化があったが、我々庶民には知る機会も、興味も無かった。

都市ガスは、業界用語の“ウオッペ指数”と“燃焼速度指数”(何の事だろう?)で分類され、国内には 17 種類もあり、約 250 社の都市ガス会社配管で供給されている。自動車は 13A と言われる天然ガスが標準燃料であるが、ヤマハでも市販したガスエンジン空調機(GHP)は、全国の都市ガスすなわち 17 種類の性状の異なるガスに対応しなければならなかった。社内で試験できるガスは限られておりガス組成から性状を知り、エンジン燃焼への影響を把握する事は重要であった。

講演では、前半はマクロとしてのガス燃料の潮流と裏話の一部を紹介し、後半はマイクロとして多種多様なガスとエンジン燃焼の関係についての、技術的解析に関する概要を述べる。

第 321 回 拡張流体潤滑モデルの開発とすべり軸受設計 田中正人 日本トライボロジー学会会長東京大学大学院工学系研究科産業機械工学専攻教授 15・3・5

講演要旨：等温層流の潤滑膜を仮定する古典的な流体潤滑モデルの限界と、運転条件が一層苛酷になりつつあるすべり軸受の設計に有用な拡張流体潤滑モデルや最適設計手法の開発について述べる。トライボロジーの基礎研究が一定の成果をおさめ、トライボロジーの応用展開が一層求められている今、技術と学問が相互に鍛え合い、高め合う共生の関係を作り上げるよう倍目の努力が産学双方に必要である。

第 322 回 住宅需要の将来予測 三宅 醇 豊橋技術科学大学教授 15・6・28

講演要旨：今後の住宅需要について、日本語の「需要」にはニーズとデマンドの二つの意味が重なっている。ニーズは、「必要性」を意味し、デマンドは市場での「購買性」を意味する。ニーズがあって、その社会の状況に応じて、デマンドに転換するから、まずはニーズの分析が重要と考える。

ところで、年齢と関連して家族のあり方が変わり、家族構造・人数がニーズを決定付けると考えてよい。住宅の統計を長期に分析すると、年齢と住宅事情は見事に関連性・法則性がある。これを吟味しながら、延長し予測値を得れば、ニーズの変化はそれなりに分析できる。人口構造は、人々の移動が少なくなって、予測が容易になってきているから、ニーズ分析は分かりやすいものになってきている。

ただデマンドは、ちょっとした付加価値、デザイン、経済変動等が商品性を決めるから、別の考察事項である。筆者が、お話できるのは、ニーズの分析までである。

第 323 回 地震に伴う発光現象—その謎をトライボロジー屋が追う— 榎本 祐嗣 信州大学教授工学博士 15・7・12

講演要旨：昔から「大地震のとき、光り物を見た」という記録は多い。「新編日本被害地震総覧」(宇佐美龍夫、東大出版会：1996)に採録されている有史(416年)以来1995年までの被害地震707件の内の75件(10.6%)に発光現象の記事が残されている。最も古い記録は貞観十一年(869年)三陸沿岸大地震の「陸奥国地大震動、流光如昼隠映」という『三大実録』の記事、そして最近では1995年の兵庫県南部地震でさまざまな発光現象が地震直前に現れた。地震学の分野で、ながらく虚像として扱われたこの現象の実像をトライボロジカルな立場から追ってみる。

第 324 回 技術士制度について、  
特に技術士法改正後の試験制度  
について

小 山 一 男

(社団法人)日本技術士会審議 15・10・25  
役, 前試験センター長

講演要旨：

- 1) 技術士制度の趣旨
  - (2) 技術士・技術士補とは
  - (3) 技術士を取り巻く環境
  - (4) 技術士の現状
  - (5) 技術士試験制度
- ① 第一次試験
- ② 第二次試験
  - (6) 技術士の特典と義務
- ① 技術士の特典
- ② 技術士の義務・適性科目について
  - (7) 登録
  - (8) その他 (社団法人)日本技術士会について
  - (9) 質疑応答

第 325 回 地球温暖化と異常気象の動向

山 元 龍 三 郎

京都大学名誉教授 (気象学) 15・11・15

講演要旨：大気中の温室効果ガスが引き続き増加しており，その結果，20 世紀の 100 年間に，地球全体は約 0.6℃の温暖化や 0.1～0.2m の海面水位上昇を経験した。温室効果ガスの増加は，これらの緩やかな変化の他に，集中豪雨等の異常気象を激化させているとの疑念がある。事実，気象災害による全世界の被災者数は明らかな長期的増加を示している。人間社会の脆弱性による災害の拡大の他，災害気象激化の有無を知ることも重要である。

災害気象は，集中豪雨などいずれも極端な現象で，1ヶ所の観測点で見ると 100 年間に数回しか発現しない。このような稀な現象の長期傾向を，100 年程度の時系列データを通常の統計手法で検出することは無理である。50 年の時系列データから求めた再現期間 1000 年の日降水量が，1ヶ月間に 2 回も続発した例がある。この事実は，統計結果の信頼限界を見過すと，往々にして統計結果に騙されることを示している。

ここでは，日本での 100 年間の気象観測網データを一括解析して，異常気象の動向を把握する。その手法では，50ヶ所前後の各観測点での 100 年最大値の発現に着目して，その発現時期の分布から，極端かつ稀な現象の長期傾向を求めると。その結果，20 世紀前半で 50 年再現期間の日降水量が，20 世紀後半では 10～35 年の再現期間に対応するなどが明らかになった。これらの災害気象の動向と地球温暖化との関連を述べる。

第 326 回 トヨタのバイオ緑化事業について

木 谷 重 和

トヨタ自動車 (株) 15・11・22  
バイオ緑化事業部主査

講演要旨：トヨタのバイオ緑化事業は 1998 年 1 月にバイオ緑化事業室として発足し，その後人員を強化しながらバイオ緑化事業部となり，バイオ事業に向けての研究開発を行っている。

花卉事業，バイオプラスチック事業，サツマイモ事業，植林事業，屋上緑化事業の 5 分野を主なターゲットとして現在展開している。

花卉事業を除き，大部分のプロジェクトは開発拠点が海外を想定していることが特徴であり，アジアやオーストラリアに根ざした活動を展開している。

今回はトヨタが取り組むバイオの研究開発の概略を紹介した後，インドネシアでのサツマイモ栽培についてお話ししたいと思います。

第 327 回 宇宙飛行の原理と現実：日本の宇宙  
開発の現状と未来に向かって

樋 口 清 司

独立行政法人宇宙航空研究開 16・1・24  
発機構理事

講演要旨：今からちょうど 100 年前に，ロシアのツオルコフスキーという科学者がロケットの飛行原理を確立しました。

人工衛星の軌道の原理に関しては、惑星の航行原理としてのケプラーの法則が有名です。まずこれらの原理をニュートン力学から導く筋道を紹介するとともに、現在の技術レベルにおいてこれらの原理がロケットや衛星に対してどのように実現されているか、また技術的限界や困難さがどこにあるかなどについて解説します。

さらに、日本の宇宙開発の現状と未来についての興味ある話題や逸話なども付け加えてお話ししましょう。ひるがえって、この度発足したばかりの本機構の設立理念と現状、今後の展開等についても私見をまじえて述べてみたいと思います。

**第 328 回 誘電・圧電材料の交通システム  
への応用** — ノ 瀬 昇 早稲田大学理工学部教授 15・12・6

**講演要旨：**現在、交通システムの代表と言えば鉄道車両、自動車であろう。ここではこれら交通システムに誘電体や圧電体がどのように関りあっているかを探ることとする。

まず、鉄道関連では、最近のように車両の高速化やタイヤの高密度化がみられ、また車両の使用能率向上を計らなければならない現状では全線の運行状況を集中監視する車両識別装置が不可欠である。われわれは圧電セラミック共振子を車両番号識別装置に応用し、地下鉄、新幹線などで実用化してきた。圧電セラミック共振子を用いた車両番号識別装置は電磁誘導方式であり、車上装置と地上装置から構成され、車両に取付けられた車上装置は電源を必要としない完全受動系となっている。また、この装置に用いるエネルギー媒体は中波帯（270～520kHz）の電磁波を利用している。

自動車分野においては、安全性、快適性、利便性などを向上させるために種々の技術的改良がなされてきたが、その中で特筆すべきことは、電子制御すなわちカーエレクトロニクス化の急速な進展であろう。この電子制御システムに対してキーパーツとして働いているのがセンサである。センサは自動車内外の各種情報を検出し、コンピュータなどに知らせる重要な役割を果たしている。これらのセンサには車速、車高、ノック、ジャイロセンサなど種々あるが、それらの素子には誘電体、圧電体が使われている。

**第 329 回 遺伝的アルゴリズムによる発想  
支援システム** 古 橋 武 三重大学教授 15・12・13

**講演要旨：**(1) 遺伝的アルゴリズムとは  
(2) 遺伝的演算  
(3) 遺伝的アルゴリズムの発想支援の応用  
機械室に機器の配置・配管を行うシステムのデモンストレーションを交えて。

**第 330 回 ロボット技術の最近の動向と普  
及戦略** 谷 江 和 雄 独立行政法人産業技術総合研究所知  
能システム研究部門部門長 16・1・21

**講演要旨：**日本はロボット先進国といわれ、産業用ロボットの分野では世界の約60%を生産している。一方、産業用ロボットの統計によれば、1990年以降の生産量の伸びは、2001年の6600億円を上限として、横ばい状態にある。日本のロボット産業の拡大を図るには、ロボットの応用分野を工場内の自動化のみならず、一般生活分野に拡大することが不可欠として、生活支援、医療福祉、エンターテインメント用ロボットなどの非工業用ロボットや、ヒューマノイドなどの従来の産業用とは異なる形態と機能を持つロボットの研究開発が産学官で進められている。しかし、研究投資と研究努力にもかかわらず、これらの成果が市場に出る状況は顕著ではない。すなわち、今のロボット分野は、活発な研究開発により技術は進みつつあるが、市場を形成する製品がないという状況にある。

本講演では、こうしたロボット分野の最近の技術開発動向を概観するとともに、ロボットの新市場を開拓する上で、今後有望な技術は何か、新しいロボットの市場形成にはどのような方策が必要か、ロボットの市場形成はなにゆえ困難かなどについて私見を述べる。さらに、こうしたロボットの研究開発の問題を議論しつつ、研究開発と開発技術の実用化にかかわる問題について日ごろ考えていることを述べる。

第 331 回 バーチャルリアリティにおける感覚提示技術の動向と展望

柳田 康 幸

(株)国際電気通信基礎技術研究所(ATR)  
知能ロボティクス研究所コミュニケーション支援研究室/メディア情報科学研究  
所 五感メディア研究室

16・7・3

講演要旨：バーチャルリアリティ（VR）は1990年頃に一つの技術分野として認識されて以降一時期目新しさが先行して過度にもはやされたが、現在は落ち着きを取り戻し、他に足のついた研究開発が続けられている。

VRの研究開発者において提示される感覚の種類に着目してみると初期のVRでは視聴覚のみの提示が行われていた。この状態ではVRの体験者は空間中の物体に触れることのできない、いわば幽霊のような存在であった。その後VRの力・触覚インタフェースの研究開発が盛んに行われるようになり、VRシステムの体験者はVR空間の中で実体を持つようになったが、それでもその場にいるような「空気」を感じることができない。そこで最近嗅覚の提示がにわかになら注目され始めている。

本講演では、まずバーチャルリアリティとは何かについて今一度考察するとともにVRインタフェースが人間の五感をカバーしていく道のりの中で現在までに実現できたこと、実現されていないことをいくつかの研究事例を交えつつ紹介する。併せて今後のVR分野の展望に関する私見を述べる。

第 332 回 循環型社会と RDF 発電について

笹倉 忠 夫

元豊橋技術科学大学エコロジー工学系教授

16・10・16

講演要旨：現在の我が国で最も焦眉の環境問題は廃棄物問題でありこの問題への対応として昨年（2003年）循環型社会基本法に基づく「循環型社会基本計画」が策定された。その中で循環型社会のイメージ当面の数値目標などが設定された。しかし一般社会がイメージする循環型社会とはリサイクル社会であり此処に問題点がある。単なるリサイクルでは循環負荷増大の懸念や大量型社会を存続させてしまう可能性もある。我々が目指すのは持続可能な社会でありそのステップとしての循環型社会の原則を考える必要がある。

近年一般廃棄物処理の方法として広域 RDF 発電が注目を集めたがこの処理システムは持続可能性原則からも合理的なものとして評価し得るものである。三重ごみ固形燃料（RDF）発電所はこのシステムのトップランナーとして建築され、2004年12月に運転を開始した。しかし当発電所は運転開始後程無く RDF サイロ内で発熱・発火トラブルを起こした。そして翌年8月には再度の発熱・発火から爆発事故となり2名の消防士が殉職した。処理システムのエースいわば循環型社会のモデルとして発足した事業だけにこの事故は一般廃棄物分野に大きな衝撃を与えその評価を著しく損なった。

事故を調査し安全対策を検討する中で広域 RDF 発電は循環型社会のシステムとして今後も充分役立ちえることが分かった。しかし住民を含む一般社会のこのシステムに対する評価は工業的な合理性と著しく異なりプラントの再開も否定的である。此の専門家と一般社会のズレという問題は循環型社会を構築して行く上での大きな課題であることを提示する。

第 333 回 形態デザインによる建築と工学の融合

佐々木 陸 郎

構造物・法政大学教授

16・10・23

講演要旨：理論と実践の境界上で筆者がいま関心をもっている研究テーマのひとつに普遍的な工学を背景にした安全性や経済性に関わる「構造合理」とこれからの環境創成に不可欠な快適性や造形性に関わる「建築美」との融合をめざした現代的な新しい構造デザイン手法を構築するというテーマがある。そしてその手法を通してデザインと工学の融合する次世代の構造作品を創造することを目下のところ実務における最終的なテーマとしている。

勿論これまでも豊富な経験と知識をもつ才能ある構造物たちは自らの構造デザイン手法を駆使して理性と感性の融合した優れた構造作品を創造してきた。しかしそれはあくまでも経験主義的なデザイン手法によるものであった。一方、研究分野でも様々な理論的デザイン手法が提案されているが、理論の厳密性を重視するあまり実用的な段階には至っていない。ここでは実用的な理論的デザイン手法として筆者が取り組んでいる形態デザインを取り上げ建築デザインと工学の融合の可能性について論じてみたい。



第 334 回 Mehler Kernel Approach to Tempered Distributions Bishnu Dhungana 名城大学招聘研究員, ネパール トリブワン大学 16・10・30

講演要旨: 緩増加超関数  $u \in \mathcal{S}'(\mathbf{R}^n)$  を初期値とするエルミット熱方程式の初期値問題

$$\begin{cases} (\partial_t - \Delta + |\mathbf{x}|^2)U(\mathbf{x}, t) = 0, & \mathbf{x} \in \mathbf{R}^n, 0 < t < T, \\ U(\mathbf{x}, 0) = u(\mathbf{x}) \end{cases}$$

の解  $U(\mathbf{x}, t)$  に対してある自然数  $N$  と正定数  $C$  が存在して

$$|U(\mathbf{x}, t)| \leq C(1 + t^{-N}), \quad \mathbf{x} \in \mathbf{R}^n, 0 < t < T$$

の形の評価式が成り立つことが示される. 逆に上のような評価をもつエルミット熱方程式の解  $U(\mathbf{x}, t)$  については  $U(\mathbf{x}, 0) \in \mathcal{S}'(\mathbf{R}^n)$

である事も分かる. このような事実から種々の応用が導かれるのでそれについても説明します.

第 335 回 量子コンピュータにおける Shor のアルゴリズム 長谷部勝也 愛知大学経営学部教授 16・11・20

講演要旨: 今日, 公開鍵暗号システムの普及によって重要な秘密情報が公共通信路を通じて安全に伝送されている. RSA 暗号を例にとれば暗号強度は大きな合成数の素因数分解の困難に依拠している. 1993 年 Shor は大きな合成数を効率的に素因数分解する量子コンピュータのアルゴリズムがあることを発表し世の中に衝撃を与えた.

この談話会では Shor のアルゴリズムの解説を通じて量子コンピュータを理解することを目的にします.

第 336 回 超伝導リニアの開発 / 過去・現在・未来 中島洋 愛知大学経営学部教授 16・12・3

講演要旨: 鉄道車両を浮上させて高速で走行させることは, 40 年ほど前から真剣に検討されてきた. 現在, 世界で開発が進められている浮上式鉄道の殆どは磁気力によって浮上しているが, 二つの方式に大別される. 一つはドイツが進めてきたトランスラピッド方式であり, もう一つは国鉄時代から日本で開発されてきた超電導リニアの方式である. 前者の方式に共通した原理を利用し, 中速域を対象として日本で開発されたシステムが HSST であり, 来年の万博で藤が丘から会場までの輸送手段「リニモ」として建設されている. また, トランスラピッドは中国上海で空港とのアクセス手段として, 400km/h での営業運転が始まっており, いよいよ実用化の機運が高まってきた感がある. 超電導リニアは, 開発当初から時速 500km で走行し, 東京・大阪間を約 1 時間で結ぶことを目標として進められてきた日本数自のシステムである. これまでに山梨実験線において繰り返し高速走行試験を行うとともに, 581km/h の世界最高速度記録を達成している.

筆者は, 本開発がスタートした当初から研究開発に参加し, 心臓部となる超電導磁石とその冷却システムの開発に参画してきた. 長い開発の歴史は, 華やかな成果を披露する反面, 失敗の歴史でもあり, 開発の意義は貴重な失敗の積み重ねにあるとも痛感している.

ここでは, 浮上式鉄道の全体の紹介と併せて, 超電導リニアの開発の経緯・現状・未来について紹介する. また, 一般にはあまりなじみのない超電導磁石の魅力と将来の可能性について紹介する予定である.

第 337 回 JABEE プログラムの認定を受けて 井浦雅史 東京電気大学理工学部 建設環境工学科教授 16・12・4

講演要旨: 東京電気大学理工学部建設環境工学科は 2003 年度に JABEE の認定審査を受けました. その動機は生き残り策の 1 つと考えたからです. しかし受審の準備を始めるとそれまでの教育が如何にずさんであったかが明確となり, 改善点の多さに驚きました. 自己点検書を書き上げるまでにはいろいろと障害もあり完全なシステム構築までには至りませんでした. 審査時においても受審側と審査側とは意見の食い違いが生じ, 準備不足を痛感しました. 現在も本学科ではより良い教育システム構築に向け努力をしております.

今回はこれらの過程について以下での内容に沿ってお話をする予定であります.

内容

1. 何故 JABEE の認定を目指したか
2. 申請の準備における苦労話

3. 本審査を受けて
4. 認定を受けるまで
5. 認定後の作業と苦労話

**第 338 回 新規カーボンナノ構造体の形成  
と次世代電子デバイスへの応用**

堀

勝

名古屋大学大学院工学研究科  
教授

16・12・11

**講演要旨：**新しいカーボンナノ構造体の創成とこれらの応用を模索する研究が盛んである。カーボンナノ構造体の多くはグラファイト構造を基本としている。グラファイトは炭素原子が蜂の巣のように六角形の網目状に並んだ平面的なシートを形成し、それが層状に配列している。グラファイトを構成する薄いシートをグラフェンシートと呼び、カーボンナノ構造体の1つであるカーボンナノチューブはグラフェンシートを丸めて筒状にして一方向に引っ張った構造となっている。近年発見されたカーボンナノウォールはグラフェンシートが数枚から百枚程度重なって十ナノメートル程度の厚さの2次元に広がる板状のナノ構造体を形成し、これが基板に対してほぼ垂直に立ち上がった形で成長している。フィールドエミッタをはじめカーボンナノウォールを利用した新しいデバイスの実用化に大きな期待が寄せられている。我々のグループではラジカル注入という新しい手法を用いてカーボンナノウォールの形成に成功した。ここではカーボンナノチューブおよびカーボンナノウォールを中心に、プラズマを用いた新規カーボンナノ構造体の開発の現状と提案されている様々な応用について解説する。

**第 339 回 自動車産業の現状と将来**

小西正己

愛三工業株式会社取締役会長 17・1・22

**講演要旨：**自動車産業を取り巻く環境は近年大きく変化している。モータリゼーションの躍進が先進国から途上国へと広がり、人々の利便性がますます向上する一方、地球温暖化に代表される環境問題や交通事故問題は自動車産業が今後より発展していくために避けては通れない大きな課題となってきている。

ここでは自動車産業が取り組んでいる技術開発の現状とエンジン制御システムメーカーとしての弊社の活動について「環境・安全」をキーワードにご紹介したい。

最後にまとめとして私が長年自動車産業に携わってきた中で、さまざまな体験を通して感じてきたことをお話しさせていただきます。

**第 340 回 サステイナブル・トライボロジー  
接続的発展可能な社会構築に向  
けたトライボロジーの貢献**

佐々木伸也

産業技術総合研究所 企画本部  
総括企画主幹

17・2・19

**講演要旨：**人類の持続的発展可能な社会の実現は 21 世紀の科学技術に課せられた大きな課題です。一方で産業競争力強化と地球環境問題への対応については産業界をはじめとして未だに相反するものとして捉えられることが多いというのが現実です。この問題の解決にトライボロジーは大きく貢献できるものと考えています。社会との係りを交えながら今後トライボロジーが取り組むべき技術課題について展望します。

**第 341 回 近年における日本と世界のダム  
技術開発状況**

鈴木德行

名城大学理工学部建設システム  
工学科教授

17・7・2

**講演要旨：**近年、世界の各国でダムの合理化施工に関する技術開発を行っています。日本では、私達が世界で最初に RCD (Roller Compacted Dam) 工法を開発しました。その後アメリカで RCC (Roller Compacted Concrete) 工法を開発しました。しかし、RCC 工法で施工したダムは漏水が多く、問題となり、この対策として日本の RCD 工法の一部を利用しています。

日本では RCD 工法が重力式コンクリートダム施工の主流となり現在までに 30 ダムが建設され、約数 100 億円の縮減が図られました。また、世界では 22 カ国で 200 ダムが RCC 工法で施工され、約数 1000 億円の縮減が図られ、日本の RCD 工法が大きな影響を与えています。

現在でも、より合理化施工の研究を日本や世界の各国でも進められています。この例として世界最大級の三峡ダム(中国、貯水量は日本の全ダム 3000 カ所の総貯水量の 2 倍)建設について述べ、ナイル川とアスワンハイダム(エジプト、三峡ダム貯水量の 4 倍)、フーパーダム(アメリカ)等についても説明します。

一方、流出土砂の多い河川に建設したダムは、堆砂が進行し、問題が生じてきました。私は40年前から堆砂問題を研究してきましたので、日本の排砂対策に関して中心となって排砂対策を実施しています。スイス、フランス、スペイン、中国、台湾等でも排砂対策等を行っており、各国との協力研究も行っています。これらについてお話しする予定です。

**第342回 技術者倫理教育における問題解決思考について** 森本 司 桜花学園大学人文学部教授 17・10・15

**講演要旨：**今日、理工系の教育機関において資格取得のために技術者倫理教育が必要とされてきている。技術者倫理教育の授業内容や形態については、抽象的な指針（社会に貢献し責任感のある技術者の養成）はあるが、具体的な教育内容に関しては試行錯誤している段階である。倫理問題に関する教育は、外見上からはその教育効果は簡単に判断できない。抽象的な倫理の教育に固執した、形式的で押しつけ的な教育は、学生の形式的な対応を惹起し、かえって時間の無駄となる。より実践的に現実の生活に密着した問題解決思考から一般的な倫理問題やより専門的な技術者倫理問題にアプローチすることで、結果として倫理的行動を喚起する教育を考えたい。

**第343回 発電用タービンの損傷予測と信頼性向上** 藤山 一成 名城大学理工学部機械システム工学科教授 17・11・12

**講演要旨：**わが国の火力発電プラントは、現在も電力エネルギーの中核を支える重要なインフラである。本年3月まで26年間、企業において事業用火力発電所の蒸気タービン・ガスタービンなどの材料強度問題に取り組んできた経験をもとに、タービンの構造と部材に発生する損傷の予測法、改良保全による信頼性向上およびリスク管理について具体的に紹介する。

タービンは多くの部品が高精度で緻密に組立てられ、高温・高圧・高速回転条件で使用されることから、ある部品の故障が他の部分に波及する可能性が高く、その運転や保守管理には十分な配慮が必要となる。主な損傷モードとしては、高温下（蒸気タービンでは蒸気温度500～600℃超、ガスタービンでは燃焼ガス温度1100℃～1500℃）で耐熱鋼や耐熱超合金などが時間とともに変形して破損するクリープ現象や、厳しい温度差の繰返しによって多数のき裂発生に至る熱疲労現象がある。さらに高温酸化減肉、浸食、摩耗など材料を消耗させる損傷や、環境による損傷として、腐食疲労や応力腐食割れなどがある。これらの損傷現象を予測し部品を長寿命化する技術について紹介し、さらに故障による経済的波及効果も考慮したリスク管理手法について述べる。

以上のような大型機器の信頼性に関する技術開発は長期間多くのリソースを必要とすることから、国家プロジェクトや産学共同研究などによって開発を進めるケースも多い。現在国内外では石炭火力発電の飛躍的な性能向上を目指した700℃級蒸気タービンの開発などの大型プロジェクトが推進されている。海外の事例も交え、今後の技術開発に向けた産学連携のあり方について触れてみたい。

**第344回 カーボンナノチューブ電子源の特性とディスプレイへの応用** 斎藤 弥八 名古屋大学工学研究科教授 量子工学専攻 17・11・26

**講演要旨：**ナノスケールの細さ、良好な電気伝導、安定な表面、優れた機械的強度など電界放出電子源として優れた性を有するカーボンナノチューブ（CNT）は、大画面薄型平面ディスプレイの電界電子放出材料の有力候補として注目され、これを陰極としたフィールドエミッションディスプレイ（FED）の開発が現在進められている。ここでは電界放出顕微鏡法（FEM）によるCNT電子エミッタの特性評価、その場観察透過電子顕微鏡法（in situ TEM）による電界放出中のCNTの挙動に関する研究成果を述べ、さらにFEDの要素技術の研究開発の現状を紹介する。

**第345回 年金制度と年金数理** 熊沢 昭佳 企業年金連合会理事 17・12・3

**講演要旨：**「年金数理」とは公的年金や企業年金などを財政面から支える数理科学の体系であり、保険数学の一分野を構成している。

将来の年金給付（支出）を賄うためにどのように保険料（掛金）を拠出していくかという「財政方式」、毎年の決算時の「財政検証」、5年ごとに行われる「財政再計算」などに年金数理の手法が用いられている。

企業年金については、資格のある「年金数理人」が適正な数理計算が行われていることを確認する制度となっている。



年金制度の概要や年金数理の役割などについて紹介する。

**第 346 回 強誘電体とIT-セラミックス高周波部品のモジュール化とITS-** 鶴見 敬章 東京工業大学 大学院理工学研究科教授 17・11・26

**講演要旨：**強誘電体とは外部電場がゼロのとき、ある一定の値の分極（自発分極）を持ち、その自発分極が外部電場によって向きを変えうる結晶のことである。この分極と外部電場の関係は「ヒステリシス曲線」を示し、そのことのために強誘電体は実用上きわめて有用な物質となっている。また、同じ分極方向を持った領域をドメインと呼び、強誘電体の重要な特徴の一つであり、ドメイン構造の制御が強誘電体の応用では最も重要な技術である。強誘電体のドメインの応用として、メモリー素子、圧電素子等が挙げられ、電子部品として幅広く用いられている。

本講演では、これらの強誘電体についてこれまでの研究経緯と動向を中心に触れ、その応用として高度交通システム (ITS) についても触れる。

**第 347 回 日本の ITS の現状と今後の展望 ~ ITS が拓くあたらしいモビリティの時代~** 石 太郎 早稲田大学環境総合研究センター参与・客員研究員 元 ITS 世界会議愛知・名古屋 2004 日本組織委員会事務局長 18・1・7

**講演要旨：**

1. 日本における ITS の現状
2. ITS 導入・普及の取り組み事例
3. 自動車と交通について
4. ITS とは
5. 名古屋の ITS 世界会議の結果
6. 愛知の ITS
7. ITS の課題と今後の展望

**第 348 回 MEMS の集積・融合の進展と新産業創出への期待** 杉山 進 立命館大学理工学部教授 18・2・25

**講演要旨：**MEMS とは、LSI 製造技術を応用・拡張し、数ミリ角のシリコンチップ上にセンサ、アクチュエータ、およびこれらを制御するためのプロセッサを集積した超小型集積システムである。LSI の入・出力信号が電気信号であるのに対して、MEMS の場合は物理量（電気、機械、光、磁気など）、化学量、バイオなど多種類にわたり取り扱うことができ、生きた（動く）デバイスとして広くメカトロニクス産業への応用が期待できる。MEMS の現状とこれからの展望を眺めてみる。

**第 349 回 不思議な電気の世界** 西尾 兼光 日本特殊陶業株式会社嘱託 18・6・3

**講演要旨：**アメリカのベンジャミン・フランクリンが雷雲にタコを揚げて、怖い雷が dennki 減少であると 1752 年に証明しました。雷に撃たれば死ぬ恐ろしい電気は神の力のような不思議な現象でした。その恐ろしい電気は今や私達の生活に欠かせない貴重な存在となりました。物質をどんどん小さくすると極小の原子となり、原子のなかを覗くとマイナスの電気を持った電子があり、この電子が不思議な電気の世界を造り出しています。プラスとマイナスから始まる電子の活躍をお話しします。

**第 350 回 量子確率論の広がり ~ 複雑ネットワークのスペクトル解析への展望~** 尾畑 伸明 東北大学大学院情報科学研究科教授 18・10・14

**講演要旨：**「量子確率論」という言葉はまだまだ認知度が低いですが、国際会議や学術雑誌のタイトル名などを通して少しずつ知られてきているように思える。量子確率論は、量子物理における統計的諸問題を解決するために発展してきた歴史的経緯（フォン・ノイマンの有名な著書など）のために、量子物理の一手法という強い印象がある。それを嫌って、数学的構造に重きをおくときは「非可換確率論」とか「代数的確率論」という言葉を使う人たちもいるが、「量子確率論」



と同じものである。

本講演では、量子確率論の最近の発展から、特に、成長するグラフのスペクトル解析をとりあげて、量子確率論の広がり的一端を紹介したい。これは、最近多くの関心を集めている複雑ネットワーク科学へのかかわりを期待するものでもある。講演では、理工系一般の聴衆を想定して、背景や直感的な説明を中心とし、専門的すぎる記号や数式をできるだけ避けるよう配慮するつもりでいる。

量子確率論では、\*代数  $\mathbb{A}$  と  $\mathbb{A}$  上の状態と呼ばれる線形関数  $\phi$  の組  $(\mathbb{A}, \phi)$  を基本的な枠組みとする。ふつうの確率変数  $X$  に対して知りたい統計量は  $E(X)$ ,  $E(X^2)$ ,  $E(\text{et}X)$ , などであり、 $X$  の関数  $f(X)$  が重要である。そこで、 $X$  の関数をひとくくりにすると\*代数  $\mathbb{A}$  ができる。この  $\mathbb{A}$  は可換代数であることに注意しよう。量子確率論の主たる興味は  $\mathbb{A}$  が非可換代数の場合であり、非可換性に由来する様々な性質が研究されている。たとえば、非可換性に由来する様々な独立性の概念と付随する中心極限定理が興味深い。

可換・非可換という対照から古典確率論と量子確率論は関係なさそうに見えるが、「古典確率変数の量子分解」という基本的なアイデアによって、古典確率変数を量子確率論の枠組みで解析する手法が確立してきた。大雑把には、確率変数  $X$  は標準的に  $X = A_+ + A_- + A_0$  のように非可換な3成分（量子成分）に分解される。量子成分は従来の確率論の枠組みには現れてこないもので、量子確率論の手法が本質的に関わってくる。本講演でとりあげるグラフのスペクトル解析では、古典確率変数  $X$  のかわりに隣接行列  $A$  を考えることになる。隣接代数  $\mathbb{A}$  は1つの行列  $A$  で生成されるので可換代数であり、そこから非可換性は現れてこない。隣接行列  $A$  を量子分解することで互いに非可換な量子成分が現れる。特に、成長するグラフの（漸近的）スペクトル解析において、量子確率論的なアプローチは見通しのよい組織的な解析手法を与えている。

日本語の参考文献

- (1) 明出伊類似・尾畑伸明（共著）：量子確率論の基礎，数理情報科学シリーズ 21，牧野書店，2003.
- (2) 尾畑伸明：量子確率論における独立性とグラフのスペクトル解析，数学 57（2005），1 - 20.

### 第 351 回 振動を考えるー振動の発生原因から低減技術までー

水 谷 一 樹

三重大学大学院工学研究科教授 18・10・21

**講演要旨**：通勤や通学時の電車や自動車の振動，工事現場や工場での振動，洗濯機，掃除機などの家庭電化製品の振動をはじめ，我々は日常数多くの振動を体験している。

産業界においても，近年，機械装置の高速化や小型化，構造物の軽量化や省資源化などが進んでおり，装置や構造物の剛性が低下して，振動や騒音が発生しやすくなっている。機械装置からの振動の発生は性能を低下させて故障や破損の原因になるだけでなく，装置が設置されている工場内の作業条件の悪化を招き，工場周辺の地域環境にも重大な影響を及ぼす。特に最近では，原子力発電所などの大型設備で振動に起因する事故や故障が何件か発生しており，社会生活への影響が心配されている。

このように色々なところで出会う振動現象も，その発生原因や特性を説明するための振動理論は物理学を材料に調味料として数学を加えたような内容で難しい。本談話会では，工学的な面から振動現象を見ることにより，なるべく簡単に解説することを試みる。具体的には，振動が持続して問題を起こしやすい強制振動と自励振動を中心に，その発生原因や特性の基礎的な説明と事例の紹介を行うと共に振動の低減手法についても説明する。

### 第 352 回 不思議な蜘蛛の話梅林力

中 山 谷 生

物研究所走査型電子顕微鏡室  
(日本蜘蛛学会・日本顕微鏡学会会員) 18・12・2

**講演要旨**：多くの人に嫌われ，気味悪がられるクモですが，人間にとってクモは益虫です。よく調べるととても素敵な生き物なのです。自分で材料の糸を出して網を張り，餌をとって食べるなんて素敵だと思いませんか。クモの体の仕組み，生態などクモの不思議についてお話しします。

クモとはどんな虫か，毒グモは日本にいるのか，クモの網にはどんな種類があるのか，クモの脚は網にくっ付かないのか，クモの糸はどこから出るのか，どのようにして網を張るのかなど疑問に思うことは沢山あると思います。クモも空を飛ぶし，水の上を歩くと，水の中にも棲んでいるのです。

細かいところは電子顕微鏡の写真を見ながらお話しします。きっと眼から鱗が落ちたと喜び楽しんでいただけたらと思います。

**第 353 回 化合物半導体電子デバイス開発  
における物性研究—結晶評価か  
らプロセス、デバイス物理まで—**

塩島 謙次

福井大学大学院工学研究科電  
気・電子工学専攻助教授

18・12・9

**講演要旨：**化合物半導体電子デバイスは Si デバイスより優れた高速性、高出力を期待され、GaAs、InP、さらには GaN にまで材料を変えながら進化し続けている。発表者は 20 年来、半導体物性とデバイス物理を結びつけた形での総合的な理解を主題として研究を行ってきた。本講演では GaAs、GaN の結晶評価、デバイスプロセスの分野を中心とした、実験結果を発表する。講演を通じて、もの作りにおける大切なこと、その苦楽を理解していただくことを目標とする。

発表内容

## 1. 金属—半導体海面の 2 次元評価

結晶欠陥、界面反応

## 2. イオン注入短ゲート GaAs MESFET の研究開発

ゲート電極の微視的評価、高耐熱化

## 3. GaN 系電子デバイスの研究開発

物性評価（転位の簡易観察、p-,n-GaN ショットキー評価）、プロセス技術（熱的安定性、SiN パッシベーション）、デバイス（結晶性との相関、等価回路解析）、応用（デュアルゲート変調器）

**第 354 回 宇宙利用技術としての衛星リモ  
ートセンシングの産業課への現状**

原 政直

株式会社ビジョンテック代表  
取締役

18・12・16

**講演要旨：**ヴオストーク 1 号の打ち上げから 45 年を経過した現在、宇宙利用技術も確実な進歩を遂げ、気象衛星の「ひまわり」や GPS（地球測位システム）を利用したナビゲーションシステム、通信衛星と携帯電話を使った世界に広がる通信網など、今や普段の生活に普通に利用されるようになってきた。しかし、一方で、これらの科学技術に支えられた社会経済は驚異的な発展を遂げ、エネルギーの大量消費の時代になり、このエネルギー源である化石燃料の消費は、温室効果ガスを大量に発生させ、海面上昇による陸域の減少、異常気象による大規模な自然災害の発生、干ばつによる穀物生産を中心とする食糧生産量の減少、人の健康などの保健衛生、居住環境あるいは産業構造の変化、生態系の適応など、環境、社会、経済のあらゆる分野に重大な影響を与える地球環境問題へと発展し、「青い地球」も「今は昔」になることが危惧されるようになった。

そこで本講演では、これらの災害や環境の問題を的確に捉え、また、将来を予測し、より良い環境の維持や改善のための情報を抽出し利用するための一つの宇宙利用技術である「人工衛星による地球観測（衛星リモートセンシング）技術」を紹介する。ガガーリンの目で見えた地球は、言い換えれば、「可視域での定静観測」であったが、衛星リモートセンシングではセンサ技術の進歩により可視・近赤外域からマイクロ波までの広い波長帯から特定波長域を選択的に、かつ定量的に観測することができるようになった。このことは衛星リモートセンシングの利活用や応用の幅を広げることになり、その期待もますます高くなってきた。ここでは、その簡単な原理や特徴について紹介し、加えて主な利用例やその現状、また、日本を始め世界の衛星リモートセンシング技術の将来動向などもあわせて紹介する。さらに、このような技術を利用した産業化への取り組みを、当社を例として、農業分野への利用、水産分野への利用、防災分野への利用、環境分野への利用などについての取り組みとその現状を紹介する。

**第 355 回 世界一高いビル TAIPEI 101 の  
建設**

青垣 英夫

(株)熊谷組建築事業本部技術  
推進部部长

18・11・30

**講演要旨：**TAIPEI 101 は台湾の台北市に完成した地上 101 階建て高さ 508m で世界一高い建物です。日本では横浜市にある横浜ランドマークが地上 70 階建て高さ 296m で一番高い建物です。

台湾は日本と同じく地震が多く、また台風通過地域であり世界でも自然条件が大変厳しい地域です。その条件下で計画された TAIPEI 101 は世界の 400m クラスの超高層と較べて設計施工上多くの課題がありました。

本講演では、このビルの建設工事について設計施工上の課題を解決すべく採用された超高層ビルに関する様々な先端技術や設備および着工（地下工事）から竣工までの工事過程、また、文化の異なる海外での建設工事情形について紹介するものです。

DVD（約10分）による映像とパワーポイントによる説明により、TAIPEI 101の建設事情をわかりやすく紹介します。

**第356回 ダイナミクスベースド制御の「こころ」**      **大須賀 公一**      神戸大学大学院工学研究科機械工学専攻教授      19・6・30

**講演要旨：**ダイナミクスベースド制御とは何か、その本質の説明を試みながら、今後の制御技術の発展の方向を模索するものである。

ダイナミクスベースド制御とは、制御の原点に戻って、制御対象のダイナミクスを考慮し、制御対象のダイナミクスに沿って自然な制御法を考えようとするものである。一方、モデルベースド制御は制御規範（モデル）に強制的に従わせる制御方法であるとも言える。講演者の言葉を借りると、ダイナミクスベースド制御のこころ（本質）とは、制御対象の①ダイナミクスの特性を引き出す、②ダイナミクスの特性を利用する、③ダイナミクスをさりげなく改造することだそうだ。自然と一体となり共存しようとする東洋的な思想の匂いがする制御方法のようである。

講演者は、学生時代（1980頃）からロボットアームなどの制御に興味を持ち、企業と大学で永年制御理論とその応用の研究に携わってきた。古典PID制御理論・現代制御理論・ $H_\infty$ と制御理論の発展と共に、自己の研究を進めてきた研究者である。現在は、少しこう着状態にある制御技術の発展の一つの方向を示唆しようとする講演であろうと期待している。

**第357回 ドライブレコーダによるヒヤリハット分析**      **永井正夫**      東京農工大学大学院共生科学技術研究院・先端機械システム部門教授      19・7・7

**講演要旨：**自動車による道路交通事故は平成18年の統計によると、死者6352名、負傷者は約110万人、そのうち重傷者は7万人前後と言われており厳しい状況が続いている。死者の数は阪神淡路大震災での犠牲者に匹敵するくらい深刻な数字である。世界的に見ても交通事故死者は年間100万人を超えるといわれており、今後発展途上国を中心にさらに急増することが危惧されている。

事故を根本的に無くすためには、事故に至る根本原因を徹底的に究明することが第一歩と考えられる。しかしながら事故調査については、昔から「調査と捜査」の課題があり、調査の限界が指摘されている。また自動車事故においては、事故統計などのマクロ分析はかなり充実しているが、事故の詳細なマイクロ分析となると、余りに膨大な事故件数が問題であるだけでなく、事故後のあいまいな証言に基づきがちなる事故調査に頼らざるを得ない面が大きく、不十分だといわざるを得ない。

ところが近年急速に普及しつつあるドライブレコーダは、「事故の瞬間」をとらえることも可能であるが、急ブレーキ作動時の前後数十秒間の映像や時刻暦データを保存することが可能であり、事故に至る客観的な要因分析が可能である。ましてや、ヒヤリハット分析は刑事事件を扱うわけではないので、事故調査と事故捜査といった壁は存在しない。また、労働災害で言われてきた「ハインリッヒの法則」と同様の考えで、重大事故に至る可能性のある危険要因をヒヤリハット分析により探ることが出来る。自動車技術会の共同研究センターでは現在までタクシーにドライブレコーダを装着して、ヒヤリハットデータ6千件をデータベースとして登録済みで、今後3万件程度の登録数を目標にして活動を続けている。

ドライブレコーダを用いたヒヤリハット分析の結果を色々と活用することが考えられる。例えば、交通安全教育の一環として、教習所での運転訓練シミュレータのシナリオ作成教材の開発、学校教育現場での交通安全教育教材を開発、教育用のシミュレータ装置の開発・普及等、高齢者等の対策などが考えられる。また道路環境整備としては、危険箇所における安全対策の検討指針、構造・路上及び車内での情報提供方法の開発などが考えられる。さらに自動車の安全技術開発への利用として、例えば先進安全自動車（ASV）等で提案されている各種の安全技術が実際の道路交通の場面での程度効果的なのかといった効果評価に使うことが考えられる。またドライブレコーダで得られた危険環境を運転シミュレータで再現することにより、より現実的な運転特性の分析が可能になると期待される。

**第358回 寒さに強いエンジンの話**      **常本秀幸**      北見工業大学学長      19・7・21

**講演要旨：**関東・関西にいますと、寒さに伴うエンジントラブルの経験がないと思う。北海道でも-20℃までは問題ないが、-25℃になるとディーラーの電話が騒々しくなるそうだ。特にディーゼルエンジンが問題で、燃料、バッテリー、潤滑油の管理が悪いと始動しない。始動したとしても周りに迷惑をかける青白い煙、煙がなくともくさい臭いが目鼻を刺激



する。ヨーロッパではディーゼル乗用車が全盛時代、これらの問題が克服できているかどうか心配でもある。

**第 359 回 剰余指数や剰余位数にまつわる話** 村田 玲 音 明治学院大学経済学部教授 19・7・28

**講演要旨**：素数  $p$  を法とする  $p-1$  個の既約剰余類は、巡回群という極めて単純な構造をもっている。この巡回群は、ガウスによる原始根（この巡回群の生成元）の観察から近年の公開鍵暗号系まで、様々な興味の対象になってきた。この談話会では、主に次の二つについて述べたい。

1. 原始根の分布の不思議さを歴史的に見る（原始根に関するアルティンの予想や、確率との関わりについて等）、
2. 剰余位数に関して分かり始めたことを簡単に紹介する。

剰余指数や剰余位数の分布は、現象としてみたときには不規則性と規則性が入り混じり、研究手段としては解析的整数論と代数的整数論の協力が必須である。しかもまだよく分からない部分も多い。この分野の問題の面白さを分かっていたらいい話をお聞きしたい。

**第 360 回 学業と実業の接点**

清水 良 亮

千代田化工建設株式会社  
技術統括エンジニアリング本部  
本部長代行

19・9・22

**講演要旨**：講師は、京都大学機械工学科修士課程高温強度学専攻を昭和 54 年に修了、同年 4 月千代田化工建設株式会社に入社以来 27 年、主として石油・石油化学・エネルギー分野の海外・国内のプラント建設において、技術面では機械設計を視点におき、広くプラント建設のプロジェクトエンジニアリングとそのマネジメントに従事してきた。

今回の講義では、学生諸君が時として思うであろう“今学んでいることはどのような形で仕事や世の中に役に立つのだろうか”との疑問に対する答のひとつを、その経験の中から提供したい。

具体的には、導入において LNG を中心とした世界と日本のエネルギー事情と技術に触れ、千代田化工建設が得意とする分野における機械、機器、装置の視点からの技術の紹介、さらに、最近の低温熱交換器のトラブル事例や高温サービスのスチームリフォーマーの損傷事例から問題の把握と解析と解決策へとつながる一連の思考過程を紹介しつつ、学生諸君が普段学んでいることがどう実業世界で生かされるか、材料力学の観点から、また、着眼点や持つべき知識と考察力を知ってもらい、締めくくりに講師の学業に対するメッセージも添えたい。

素材は機械系から選んでいるが、話題は、専門的な話にはこだわらない講義とする予定である。

**第 361 回 生物時計の謎を探る：Kai タンパク質が刻む昼と夜**

近藤 孝 男

名古屋大学大学院理学研究科  
生命理学専攻教授・現学部長・19・10・20  
理学研究科長

**講演要旨**：地球に生息するほとんどすべての生物にとって昼夜の変化は最も重要な環境変動であろう。生命はこの変動に単に従属して生活するのではなく、環境の変動を予測し、より効率的な生命活動を実現するため、進化の過程で約 24 時間周期の時計機構（概日時計または生物時計）を細胞内に備えるようになったと考えられている。概日時計の存在は、恒常条件下でも約 24 時間周期で整理活性が変動する概日（サーカディアン）リズムとして、単細胞生物から高等動物に至るまで普遍的に確認されている。

シアノバクテリアは最も単純な概日時計を備えた生物である。生物発光を利用した実験系を利用し、時計を司る遺伝子群  $kaiABC$  が同定された。当初この遺伝子の発現制御がリズムを発生させると考えられたが、最近の研究から発現した蛋白質  $KaiA$ 、 $KaiB$ 、 $KaiC$  と ATP のみで、試験管内で概日振動が持続することが示された。

このことは蛋白質が時を刻むという今まで全く知られていなかった機能を持っていることを示している。そこで、1) 3つの蛋白質の相互作用、2)  $KaiC$  の 2つのリン酸化サイトの働き、3) 振動を維持するエネルギーなどについて詳細に調べた結果、 $KaiC$  の生化学的反応が概日時計のペースメーカーになる分子機構を明らかにすることが出来た。講演ではこの分子機構の説明とそれを証明するに至った実験などをやさしく解説します。

**第 362 回 民生用エネルギー消費の最適化に向けて**

奥宮 正 哉

名古屋大学大学院環境学研究科  
都市環境学専攻教授 19・11・10

**講演要旨**：日本の最終エネルギー消費を見ると、産業用が 45%、住宅や業務用ビルの運用に関連する民生用が 31%、運輸用が 24% となっている。そして、1990 年以降産業用エネルギー消費はほぼ横ばいであるのに対し、民生用は約 1.3



倍と著しい増加を見せている。民生用のエネルギー消費を抑制するための方策として、例えば省エネルギー法ではエネルギー消費の少ない建物そのものを計画し、その上で効率の良い設備システムを設計するという考え方とそのための評価指標を提示している。また建物の環境性能を包括的に評価するためのシステムも近年普及し、自治体等でも採用が進んでいる。さらに建物のライフサイクルにおけるエネルギーマネジメントやコミッショニングの重要性も認識されつつあり、そのためのツールの整備も行われている。そこで、本講義では日本のエネルギー消費の中でますます大きな位置づけを占めてきつつある民生用エネルギー消費の最適化にむけた取り組みについて概説する。

## 第 363 回 風と人びと

吉野正敏

筑波大学名誉教授

バイオクリマ研究会特別顧問

19・11・24

講演要旨：古くから人々の生活は風との関わり合いが強い。生活環境で風が果たす役割は強い。生理的にも心理的にも、或いは最近の経済活動においても、風が大きな影響を及ぼしている。マイクロからマクロまでの環境の時間と空間のスケールで風と人々の関わり合いについて概説する。

## 第 364 回 食料自給と遺伝子組換え植物

平井篤志

名城大学農学部生物資源学科  
教授

19・12・1

講演要旨：我が国は工業製品を輸出しその代金で食料を輸入して、国民を養っている。しかし人口増・生活水準の向上・エネルギー不足に起因する地球規模での食料不足は輸入金額を上昇させると共に、量の確保を困難にしている。このため我が国としては自分ですべての食料を賄うことが無理にしても、食料自給率を少しでも引き上げることが重要になっている。

生物が利用可能な炭素化合物と呼吸に必須の酸素分子はすべて植物の光合成でつくられる。したがって、私たちを含む動物は植物が無くては生存できない。すなわち食料の生産は植物の生産であり、植物生産性の向上をめざした改良が重要である。そのための画期的な方法と考えられているのが遺伝子組換え技術であり、各国でその研究が進んでいる。

第 365 回 「人智を総合して新しい時代像の  
創出へ」 = 21 世紀を生きる意味  
とは

黒田武儀

夢千年の暮らし PRODUCE &  
DESIGN 代表取締役

19・12・15

講演要旨：21 世紀は困難な時代です。人類が生存し続けることができるかどうか、問われる時代です。

地球温暖化が深刻さを増す一方で、地球温暖化を巨大なビジネスチャンスと考える動きも活発になりつつあります。

世界市場経済は、戦争や激甚自然災害を当てにするか、つくられたバブル経済に依拠するか、解決方法を見出せなくなっています。

技術の進歩が、社会の発展だと信じてきた 20 世紀に対して、21 世紀の私たちは何を信じて生きていくのでしょうか。

個別専門分野に細分されて、全体像が見出しにくい時代です。

学術研究の場でも、研究開発の全体像を明らかにする試みが、今すぐ始められる必要があると思います。

私はこれを、「人智を総合して新しい時代像の創出へ」と主張しています。

それぞれが無数に分化した、人文科学や社会科学、自然科学を今一度、芸術や宗教までも包含して総合して、総合科学とも呼ぶべき学問を樹立することなしに、新しい時代像、世界像は見えてこないのではないのでしょうか。

## 第 366 回 幾何構造とシュワルツ微分

佐藤肇

大阪大学大学院情報科学研究  
科マルチメディア工学専攻教授

20・7・19

講演要旨：古典的なシュワルツ微分は、複素変数関数に対して定義されて、それが消えている関数は、一次分数変換となるものであり、係数に使う二階線形微分方程式を作ると、変換が再生される。射影接触構造、共形幾何構造などの幾何構造の変換群に対して、対応するシュワルツ微分と二階線形微分方程式系を作る試みを紹介する。

第 367 回 臨場感通信とバーチャルリアリ  
ティ

岸野文郎

東京理科大学教授

12・9・30

講演要旨：臨場感通信は遠隔地の状況を眼前にあたかもそこにあるかのように再現するものであり、バーチャルリアリ

ティの通信への適用として研究がなされている。著者は ATR 通信システム研究所において臨場感通信会議の研究プロジェクトを進めていたが、近年、要素技術の進展もあって、超臨場感コミュニケーションとして注目されつつある。本講演では臨場感通信に関する最近の動向を述べるとともに、要素技術として筆者が取組んでいるバーチャルリアリティ関連の研究成果を紹介する。

超高精細映像、立体映像を始め、五感情報を伝達する技術を世界に先駆けて確立すべく、「超臨場感コミュニケーション産学官フォーラム (URCF)」(会長は東京大学原島教授)が昨年3月に設立された。現在、約200会員(内企業は約100会員)で構成されており、具体的な検討は各種ワーキンググループで実施されている。

一方、ユビキタス環境の整備の進展に伴い、日本政府の情報通信政策の主眼も「ITインフラ整備」から「ITインフラの創意ある利活用による価値の創発」に移っている。2004年に総務省がe-Japan戦略の後に続く情報通信戦略としてu-Japan政策を発表しているが、このu-Japan政策では構想の方向性として3つの大きな基本軸が示されており、その内の一つに社会課題解決にむけたIT利活用の高度化が挙げられ、ITによる社会システムの改革を進め、医療・福祉、環境・エネルギーなどの21世紀の課題を解決することが提唱されている(他はシームレスなユビキタス基盤の整備と情報セキュリティ対策などの利用環境整備)。日本ではブロードバンドサービスの普及を始めとしたユビキタス環境の整備が進み、センサ、RF-ID、携帯電話やPCなどの情報機器をユビキタスネットワークに接続する技術が確立されつつあり、多様な情報を「いつでも・どこでも・だれとでも」やりとりすることが可能になりつつある。

このような状況を鑑み、本学情報科学研究科を中心として、グローバルCOEプログラム「アンビエント情報社会基盤創成拠点」を推進している。ユビキタス情報社会では「何時でも、何処でも、誰とでも」ユーザが情報を送受信するが、あくまでユーザが情報にアクセスする必要がある。しかし、アンビエント情報社会では、環境に埋め込まれたセンサ、コンピュータがユーザの状況、ユーザを取り囲む環境を認識して、コンピュータの方から「今だから、此処だから、貴方だから」ユーザにアクセスし、自律的に、さり気なく必要な情報を提供したり、取り巻く環境を調整したりすることなどによりユーザをサポートする。従って、単なる一方向ではなく、双方向にやり取りすることにより、その時、その場所で、ユーザにとって最適なサービスを受用することが可能となると期待される。

ユーザが置かれている状況や、コミュニケーション相手の情報、またコミュニケーションそのものからセマンティック情報を抽出・提示し、ユーザ相互間の印象形成を促したり、会話内容の理解促進を行うことで、コミュニケーションを支援し、アンビエント情報社会を実現するための要素技術例についてユーザインタフェース技術を中心に紹介する。具体的には、各種ディスプレイが環境内に設置された状況を想定したマルチディスプレイ提示技術、協調作業のための3次元ディスプレイ、実世界指向3次元ユーザインタフェースなどを紹介する。

### 第368回 地球温暖化問題とエネルギー

長谷川達也

名古屋大学エコトピア科学研究所附属  
アジア資源循環研究センター長・教授

20・9・27

**講演要旨:**平成20年7月の北海道洞爺湖サミットでは、世界経済、環境問題、アフリカの発展など、その解決に向け努力すべき課題が話し合われ、地球温暖化問題の解決に向けた取組みの強化が議論された。地球温暖化問題はエネルギー問題と密接につながっている。ここでは、世界と日本のエネルギー消費量、エネルギー資源の枯渇、エネルギー利用による二酸化炭素排出増加、温暖化などの現状について理解するとともに、二酸化炭素排出を削減しつつ持続可能な社会を実現するための指針とテクノロジーの可能性(具体的にはバイオマスエネルギー、空調と環境問題、航空輸送と地球温暖化、大学の省エネルギー)、アジア諸国との協力の必要性などに関して述べる。

### 第369回 自動車エンジン・駆動系のトライボロジー

三田修三

(株)豊田中央研究所 機械基盤研究部  
トライボロジー研究室 主任研究員

20・11・29

**講演要旨:**地球温暖化に警鐘が鳴らされ、CO<sub>2</sub>削減が声高に叫ばれる今日、自動車の燃費向上は至上命題となっている。燃費向上には、エンジンからタイヤに至る動力伝達経路において摩擦損失を低減し、伝達効率を向上させることが極めて重要である。なかでも、エンジンと駆動系は、「トライボロジーの巢」と言えるほど摩擦要素が多く、それぞれの部位における摩擦現象の解明とそれに基づく摩擦低減・高効率化設計が求められている。

そこで本講演では、ピストン-ボア間、軸受、勘弁系、湿式クラッチといったエンジンおよび駆動系の摩擦要素を例に取り上げ、摩擦現象を解明する計測・解析のアプローチ、そこでわかった現象をもとに、いかに信頼性を確保しつつ低摩擦・高効率化設計を行っているか、といった事例を、主に講演者のかかわった研究を中心に紹介する。

**第 370 回 オートマチックトランスミッションの最先端熱処理技術のはなし**      **大林 巧治**      アイシン・エイ・ダブリュ(株) 生産技術本部 熱処理生技部 主席研究員      20・11・8

**講演要旨：**自動車用オートマチックトランスミッションは、1960 年台に国産化されて以来、自動車の燃費改善や静粛性と低コスト化を目指し飛躍的に技術革新されてきた。最近では多段変速化（8 速 AT）、無段変速化（CVT）、ハイブリッド化などが進み、自動車の性能を大きく左右する。それら製品の生産工場では、高い生産性と、小型軽量化、高精度化など高い品質が求められる。また、工場から排出される CO<sub>2</sub> 削減も進めていく必要があり、課題が尽きない。

このような要求に応えるため、生産技術分野でも技術革新が進んでいる。我が社では、これを「生産革新」として積極的に進めている。昨年、熱処理技術を生産革新した最先端熱処理「炎も油もない高速浸炭－マイルド浸炭プロセス－」が第 2 回ものづくり日本大賞 経済産業大臣賞を受賞した。本談話会では、開発の背景や取組みの苦労話を交え、この最先端熱処理技術の紹介をする。

**第 371 回 これからの防災・減災～中京地区の災害を例として～**      **河田 恵昭**      京都大学防災研究所教授      20・12・6

**講演要旨：**2009 年は、死者が 5, 101 人を数えた伊勢湾台風災害から丁度 50 年です。未曾有の被害をもたらせた高潮災害はもう伊勢湾沿岸を襲わないのでしょうか？私たち災害研究者はとても心配しています。なぜなら、地球温暖化によってもっと台風が大型化し、計画高潮を見直さなければならないことに直面しているからです。しかも、集中豪雨災害も今後、頻発・激化が心配されます。2008 年の夏には全国の約 60 か所でゲリラ豪雨災害が起り、岡崎市や名古屋市、岐阜市などでも甚大な被害が発生しました。

マグニチュード 8 の東海地震の発生も大変心配です。この地震はいつ起きてもおかしくないのです。これに震源域が接続し、中京地区に大きな被害が想定される東南海地震は、前回は 1944 年 12 月 7 日午後 1 時 35 分に起こって 1, 200 人以上が地震の揺れと津波で犠牲になりました。それから 64 年経ち、これら 2 つの東海・東南海地震が連動することも心配です。その上、前回の東南海地震が起こった 37 日後の、1945 年 1 月 13 日の午前 3 時 38 分にマグニチュード 6.8 の三河地震が襲い、2, 300 人以上が犠牲になりました。プレート境界地震と直下型地震の発生が関係している歴史的な証拠です。

では、一体、起こることが心配な大きな活断層は中京地区にどれくらいあるのでしょうか。答えは、地震マグニチュード 7 以上の活断層が、わかっているものだけでも約 20 あります。その中で、猿投（さなげ）－高浜断層帯が一番大きな被害をもたらせると予想されています。名古屋市を中心におよそ 1 万 1 千人が犠牲になると想定されています。

防災・減災の基本は、災害の危険の存在を正しく知ることです。では、被害を少なくするにはどうすればよいのでしょうか。講演ではこれについて具体的に触れたいと思います。

**第 372 回 社会に影響を与える、広報能力は、今、なぜ必要か？**      **青井 英美**      カルチャークラブ(有)代表取締役      20・12・13

**講演要旨：**新技術や高度な知識を軸に、想像的、革新的なビジネスを展開しようとする大企業やベンチャー企業、研究機関、また、意欲的に起業を考えているアントレプレナーまで、共通して必要とされる能力は、ずばり、インターネットを含むメディアというツールを使いこなし、自ら社会に情報発信していく PR 力と、高いプレゼンテーション能力です。

しかし、日本で一般的に使われている「PR（ピー・アール）」とは、プロモーション（広告、宣伝）の意味合いである場合が多いといえます。広報「Public Relations」も同じく PR と略しますが、その本来の意味は、パブリック（社会）との間に双方の利益をめざして、双方向のコミュニケーション（two-way communication）を取る事を目的とした活動のことです。

私は、日本の企業の海外進出に伴う PR 活動（広告、宣伝）と広報活動（Public Relation）の両方の手法で、情報発信の立案やプレゼンテーションなどのプロジェクトに多く関わってきました。それらの経験をもとに、広報活動の意義と価値を明確にし、企業や個人または研究者が積み上げてきた活動内容について、社会に良い影響を与えながら情報発信していく広報活動を一つのライフワークとし、その手法をより高めていくような取り組みをしています。

具体的には、放送局・新聞社や、デジタル技術を駆使したメディアデザイン業界の方々と連携をとり、「広報」の視点で、ぬくもりのある、より人間らしい喜びや驚きを感じられるような情報発信の方法を、ビジネスに展開してきました。今



回の講演では、各メディア業界の方々の取り組み例なども含めて、これまでの活動内容をお話したいと思います。

**第 373 回 萬屋的大学の教員の自己問答～名城大卒業生の近況報告～**      **楠 正 暢**      近畿大学 生物理工学部 電子システム情報工学科准教授      20・12・20

**講演要旨:** 学生時代には考えもしなかった大学教員として、広報活動、教育活動、就職支援、FD 活動などに追われる中、名古屋大学大学院時代に培った超伝導デバイスを柱に、超伝導、バイオ、再生医療、高齢者リハビリ、歯科分野へと研究の裾野が広がり、「萬屋の自転車操業」に例えたいくなるような現況です。「広く浅く」が度を過ぎ、研究を深く掘り下げることへの憧れを強く抱きながらも、それを実現できずに自己問答から抜け出せない此の頃です。

この度、文科省より平成 20 年度「私立大学戦略的研究基盤形成支援事業」の『産学連携によるナノスケール生体機能膜の創製とそのバイオデバイスへの応用』が採択されました。2つのプロジェクトのうち、“ナノスケールアパタイト薄膜の生体シミュレータおよび細胞培養足場への応用”の研究代表者を担っており、この内容も含め、名城大学卒業生としての近況報告をさせていただきます。

**第 374 回 飛騨から世界に発信するデザイン**      **岡 田 賛 三**      飛騨産業株式会社 代表取締役社長      21・1・24

**講演要旨:** 1920 年に創業された飛騨産業株式会社は、「飛騨の匠」の伝統技術を脈々と受け継ぎ、また、杉の圧縮技術の開発によって、家具用材としての加工性能を向上させるなどの、テクノロジーと同調させた新しいデザイン創造を追求している。

2005 年にイタリアを代表する工業デザイナー・エンツォ・マリとのコラボレーションにより誕生した家具ブランド「HIDA (ヒダ)」は、工業デザインの殿堂として名高いミラノトリエンナーレでの発表展覧会に、国内外の有名建築家・デザイナーが訪れ、世界的評価を獲得した。

今回の講演会では、飛騨の木工文化を活性化させ、日本のモノづくりの心を世界へ向けて大きく発信する飛騨産業株式会社より、岡田賛三代表取締役社長を講師にお迎えします。

**第 375 回 からくり学ぶものづくり**      **末 松 良 一**      豊田工業高等専門学校      21・10・17

**講演要旨:** 江戸初期から発達した日本のからくり人形は、舞台からくり「竹田からくり芝居」によって、庶民に広がった。舞台からくりは、大阪では人形浄瑠璃に、出度では歌舞伎に発展的に受け継がれていった。尾張藩を中心とする中部地区では、舞台からくりが山車からくり祭として今なお受け継がれている。出しからくり祭は、ものづくり中部が世界的産業技術中枢圏を形成してきたことと無関係ではない。本公演では、からくり人形の発展経緯を説明するとともに、茶運び品行などの実演を交えて、現代のものづくりにからくりがどのように貢献しているかについても、からくり改善くふうの具体例を紹介しながらお話しする。さらに、最近、話題になっている感性価値についても、からくり人形が手本となるべき存在であることに触れる。

**第 376 回 自動車用ばねのお話**      **脇 田 将 見**      中央発條株式会社取締役 AD 推進部 技術開発部品質保証部担当      21・11・28

**講演要旨:** 自動車用懸架ばねは自動車が走行時に路面から受ける衝撃を緩和し、快適な乗り心地と操縦安定性を確保する働きを担う重要な部品である。近年、地球温暖化防止の観点から自動車の燃費向上の取り組みがなされ、その中でも質量の大きな懸架ばねの軽量化は自動車の燃費向上に大きく貢献する。また、自動車の乗り心地や操縦安定性の向上に献花ばねの性能が寄与するため、懸架ばねの性能向上の取り組みが重要となっている。

そこで、懸架ばねの軽量化の取組みで最も有効な材料や表面処理の開発による高強度化と取組みについて紹介し、高強度化に伴いたいへん重要となっている高強度化ばね鋼の疲労強度に関する研究の概要について説明する。また、自動車の性能向上に繋がる最新のばね設計手法に関する取組みについても紹介する。



**第 377 回 北大工学部資源循環システム**  
**コースにおける教育改善の取り組み** 広吉直樹 北海道大学 大学院工学研究 21・12・5  
 科 准教授

**講演要旨**：北海道大学工学部環境社会工学科資源循環システムコースにおける教育改善のための取り組みと事例について紹介する。

本コースは、鉱山工学科（1924年設置、1972年に資源開発工学科と名称変更）を母体とするコース（2005年の名称変更により現在の名称となった）で、資源の開発・有効利用に関わる教育・研究を実施することを主なミッションとしてきている。北海道大学では、従来、いわゆる教養教育を終えた2年生が志望・成績により専門教育のコース（当時は学科）に移行するシステムを採用してきており、国内の鉱山業が活況であった昭和中期までは本コースを志望する優秀な学生が多数いた。しかし、日本の産業構造の転換にしたがって鉱山数が激減するのに伴い、講義内容と社会・学生の要請とが乖離し、1980-1990年にはコースの存在意義を問われるほどに人気が低くなった。

この状況を打開するため、学科内にカリキュラム検討小委員会を設置して、2001年にカリキュラムを時代に合ったものに改良した。また、2002年にJABEEの試行審査、2003年のJABEE受審を控えて、教育の継続的改善を目指した教育システム改善委員会が準備され、稼動を始めた。これらにより、教育が大幅に改善され、成績もよく、やる気にあふれる学生が移行するようになっており、教育はもとより研究活動も大変活発になってきている。講演では、このような教育改善への取り組みを具体的に述べる。

**第 378 回 自動車・エンジン技術の進化と**  
**持続社会への展望** 塩路昌宏 京都大学大学院エネルギー科学研究 21・12・12  
 科エネルギー変換科学専攻 教授

**講演要旨**：モータリゼーションと環境・エネルギー問題を背景に、排ガス浄化と燃費改善を目指して進化してきた自動車・エンジン技術について紹介する。さらに、石油燃料の供給安定への対応が迫られる中、バイオマス燃料、合成燃料（DMEやGTL）、ガス燃料（天然ガスや水素）など、ますます多様化する自動車の燃料に加え、ハイブリッド車、電気自動車などを始めとする新しい動力システムを展望し、自動車を巡る社会情勢の変化を踏まえて、持続可能社会における技術のあり方を考える。

**第 379 回 電子線ホログラフィーによる微小**  
**電磁界観察** 丹司敬義 名古屋大学エコトピア科学研 21・12・12  
 究所

**講演要旨**：1948年イギリスのD. Gaborは電子顕微鏡の対物レンズの持つ収差を補正し分解能を向上させる目的でホログラフィーを考案した。その後1960年のレーザーの発明によりホログラフィーは光学分野でめざましい発展を遂げている。一方、電子を使った電子線ホログラフィーは電界放出型電子銃が透過電子顕微鏡に搭載されるようになった1970年代の終わり頃からようやく実用化され始めた。最近では当初の目的から離れ、マイクロからナノスケールの電磁界を直接観察できる技術としても注目されている。講演では、ホログラフィーの原理を概説した後、幾つかの応用例を紹介する。電界観察の例としては、簡単な帯電粒子周辺の電位分布や、半導体中のドーパント分布、固体イオン伝導体中の電位分布の観察について述べる。また、磁界観察の例としては、薄膜中の磁区構造や、単磁区微粒子からの漏洩磁界、金属多層膜中の磁気構造の観察等について紹介する予定である。

**第 382 回 バイオディーゼルで地球は救える**  
**か** 山根浩二 滋賀県立大学工学部機械シス 21・12・19  
 テム工学科教授

**講演要旨**：近年、地球温暖化対策及び循環型社会の形成糖の観点から、植物油を原料として製造されるバイオマス燃料が注目を集めている。これらには、ガソリンを代替するバイオエタノール、経路を代替するバイオディーゼル燃料などがあります。原料となる植物の育成過程で光合成にりり二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）を取込んでいることから、燃焼により発生した二酸化炭素は京都議定書では数えない（算入しない）としています。本講演では、これらバイオマス燃料の現状と今後の展望について概説する。

**第 381 回 高速道路の長期保全計画と保全点検について**

川内 清明 氏

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社  
経営企画部 経営企画課 課長

22・1・23

講演要旨：名神高速道路は 1964 年の開通後 45 年、東名高速道路は 1968 年の開通後、40 年が経過するなど、建設から 30 年以上を経過する高速道路が約 6 割を占めており、高齢化に伴い構造物の劣化・損傷が顕在化する傾向にあります。

NEXCO 中日本では、高齢化する高速道路ネットワークに対して今後の補修コストの適正化を図り、次世代へ健全な高速道路資産を継承することを目的に、学識経験者の意見を伺いながら、今後の高速道路ネットワークの長期保全計画を策定しています。

計画保全においては、適切な補修時期、適切な補修工法判断が重要であり、正確かつ詳細な損傷状況の把握と損傷程度を評価する必要があります。

今回、高速道路の損傷の状況や長期保全に向けた取り組み、継続的に実施している構造物の保全点検などについて紹介します。

---

**第 382 回 中国型の居住空間計画技術の研究**

宗本 順三

岡山理科大学総合情報学部  
教授

22・2・13

講演要旨：

1. 研究の目的
  - 1.1. 研究の背景
  - 1.2. 研究の目的
  - 1.3. 学術的な特色・独創的な点と予想される結果
2. 研究計画・方法
  - 2.1. 調査研究・地域
  - 2.2. 研究計画を遂行するための研究体制
3. 研究のプロセスおよび方法
  - 3.1. 都市化の速度と住空間の形成過程の実態調査（過去 15 年間の形成過程の調査）
  - 3.2. 供給された「花園」住宅団地の空間計画の変遷計画
  - 3.3. 居住地の室内外温熱環境に対する調査
  - 3.4. 環境共生住宅の建築材料、工法に関する調査
  - 3.5. 都市近郊地区の居住者の生活行動に関する調査
  - 3.6. 蘇南都市近郊地区における環境共生集合住宅の計画技術の開発
  - 3.7. モデル事業による環境共生集合住宅の研究成果の検証
  - 3.8. 研究のまとめ

## 平成 12 年度～平成 21 年度研究費補助金交付者一覧表

平成 12 年度

## 1. 文部科学省私立大学学術研究高度化推進事業

## ①ハイテク・リサーチ・センター整備事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教 授 赤 崎 勇	新領域エレクトロニクスのためのワイドギャップ窒化物半導体の研究
環境創造学科	教 授 高 倍 昭 洋	遺伝子工学による環境耐性植物の創製

## ②学術フロンティア推進事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
情 報 科 学 科	教 授 藤 本 哲 夫	量子情報論からの生命への接近

## 2. 文部科学省科学技術総合研究

学 科	研究代表者	研 究 題 目
情 報 科 学 科	教 授 四 方 義 啓	データを集約し法則を発見する機構としての逆問題の研究

## 3. 日本学術振興会・未来開拓学術研究推進事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教 授 赤 崎 勇	格子不整合の極めて大きい系における界面緩衝層の動的過程と制御
電気電子工学科	教 授 下 山 宏	超コヒーレント電子ビームの開発 —マルチ電子ビーム評価システム—

## 4. 中部科学技術センター・NEDO 地域コンソーシアム研究開発事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
機械システム工学科	講 師 ベトロス・アブラハ	電子ビーム励起プラズマを用いた新機能材料創製プロセスの開発 —超硬質窒化物薄膜形成装置の設計・試作—

## 5. 科学技術振興事業団・国際共同研究事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教 授 飯 島 澄 男	ナノチューブ状物質 (物性評価グループ)

## 6. 平成 12 年度文部科学省科学研究費補助研究一覧

研究種目	学 科	研究代表者	研 究 題 目
基盤研究(B2)	情報科学科	教授 小川 明	マルチメディア環境における CDMA ALOHA 方式のアクセス制御方式に関する研究
基盤研究(B2)	電気電子工学科	教授 内藤 克彦	送変電用避雷器適用による電力供給の高信頼化
基盤研究(B2)	材料機能工学科	教授 赤崎 勇	マストランスポートⅢ族窒化物秩序化ゼロ次元構造の実現と緑化レーザダイオード
基盤研究(B2)	材料機能工学科	教授 西永 頌	低角入射分子線エピタキシ法による絶縁膜上への半導体単結晶薄膜の横方向成長
基盤研究(B2)	材料機能工学科	教授 西永 頌	Si 上無転位 GaAs 成長層を基板とした面発光レーザーの試作
基盤研究(B2)	材料機能工学科	助教授 天野 浩	Ⅲ族窒化物半導体気相成長における応力制御による転移低減とその場観察法の確立
基盤研究(B2)	建設システム工学科	教授 栗本 譲	視覚障害者・高齢者の微弱電波を利用した歩行案内システムの認知地図に関する研究
基盤研究(C2)	数 学 科	教授 岡本 清郷	リー群の表現論
基盤研究(C2)	数 学 科	教授 小澤 哲也	接触変革とシュワルツ微分に関する幾何構造の研究
基盤研究(C2)	情報科学科	教授 齊藤 公明	無限次元確率解析とその応用
基盤研究(C2)	情報科学科	教授 山本 新	感覚・知覚および認知特性に基づいたドライバへの情報提示方式
基盤研究(C2)	情報科学科	助教授 伊藤 正俊	Java Beans を用いた力学シミュレーションソフトウェアの体系化に関する研究
基盤研究(C2)	材料機能工学科	助教授 大河内 正人	交流アーク放電を用いた炭層カーボンナノチューブ大量生成の基礎的研究
基盤研究(C2)	機械システム工学科	教授 江上 登	浸炭処理および超微粒子ピーニングによるハイブリッド表面改質材の信頼性評価
基盤研究(C2)	機械システム工学科	講師 バトロス・アブラハ	電子ビーム励起プラズマによる新機能膜の創成
基盤研究(C2)	建 築 学 科	教授 大 畠 玄久	蛋白質熱力学データベースの解析とその予測
基盤研究(C2)	建 築 学 科	教授 鈴木 博志	分譲マンション管理組合のデータベース化と支援システム化に関する研究
萌芽的研究	材料機能工学科	教授 赤崎 勇	光励起及び結合長制御不純物共添加による超低抵抗 p 型Ⅲ族窒化物の作製
萌芽的研究	材料機能工学科	助教授 成塚 重弥	ハイブリッドマイクロチャンネルエピタキシを用いた Si 上の GaAs 無転位結晶
奨励研究(A)	建設システム工学科	講師 石川 靖晃	コールドジョイント境界面における力学的挙動に関する検討
奨励研究(A)	教 養 教 育	講師 日比野 隆	Dnak 遺伝子導入による植物の高温耐性および耐暑性の向上に関する研究
特定領域研究(A2)	材料機能工学科	教授 安藤 義則	ナノチューブのミクロ構造解析と材料化学への応用
特別研究員奨励費	電気電子工学科	教授 内藤 克彦	EMTP を用いた線路用避雷器の特性解析に関する研究
特別研究員奨励費	材料機能工学科	教授 安藤 義則	樟脳および灯油からのカーボンチューブの効率的生成



## 平成 13 年度

## 1. 文部科学省私立大学学術研究高度化推進事業

## ①ハイテク・リサーチ・センター整備事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	特任教授 赤崎 勇	新領域エレクトロニクス基盤の構築
総合研究所	教授 高倍昭洋	遺伝子工学による環境耐性植物の創製

## ②学術フロンティア推進事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
情報科学科	教授 藤本哲夫	量子情報論からの生命への接近

## 2. 文部科学省科学技術総合研究 (㈱富士総合研究所)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
情報科学科	教授 四方義啓	データを集約し法則を発見する機構としての逆問題の研究

## 3. 日本学術振興会・未来開拓学術研究推進事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
電気電子工学科	教授 下山 宏	超コヒーレント電子ビームの開発 ―マルチ電子ビーム評価システム―

## 4. 中部科学技術センター・NEDO 地域コンソーシアム研究開発事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
情報科学科	教授 山本 新	ヒューマンセンタード ITS ビューエイドシステム
機械システム工学科	助教授 ベトロス・アブラハ	電子ビーム励起プラズマを用いた新機能材料創製プロセスの開発 ―④超硬質窒化物薄膜形成法の確立―

## 5. 科学技術振興事業団・国際共同研究事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教授 飯島澄男	ナノチューブ状物質 (物性評価グループ)

## 6. 平成 13 年度文部科学省科学研究費補助研究一覧

研究種目	学 科	研究代表者	研 究 題 目
基盤研究(B2)	情報科学科	教授 小川 明	地上デジタルテレビジョン放送の移動体用高感度受信機の試作実験
基盤研究(B2)	材料機能工学科	特任教授 赤崎 勇	マストランスポートⅢ族窒化物秩序化ゼロ次元構造の実現と緑色レーザーダイオード
基盤研究(B2)	材料機能工学科	教授 西永 頌	低角入射分子線エピタキシ法による絶縁膜上への半導体単結晶薄膜の横方向成長
基盤研究(B2)	材料機能工学科	教授 西永 頌	Si 上無転移 GaAs 成長層を基板とした面発光レーザーの試作
基盤研究(B2)	建設システム工学科	教授 栗本 讓	視覚障害者・高齢者の微弱電波を利用した歩行案内システムの認知地図に関する研究
基盤研究(C2)	数 学 科	教授 小澤 哲也	接触変革とシュワルツ微分に関する幾何構造の研究
基盤研究(C2)	数 学 科	教授 北岡 良之	類体論及び解析数論の観点から見た単数の分布
基盤研究(C2)	情報科学科	教授 田中 敏光	バルーンアートをモチーフとした子供向け三次モデリング教育システムの開発
基盤研究(C2)	情報科学科	教授 山本 新	感覚・知覚および認知特性に基づいたドライバへの情報提示方式
基盤研究(C2)	材料機能工学科	助教授 大河内正人	交流アーク放電を用いた炭層カーボンナノチューブ大量生成の基礎的研究
基盤研究(C2)	機械システム工学科	教授 大槻 敦巳	鋼帯ばねの不可解挙動の理論的解明および新ばね設計ガイドの策定
基盤研究(C2)	機械システム工学科	教授 中村 育雄	閉空間内回転流の分岐現象とその粒子運動に及ぼす効果に関する研究
基盤研究(C2)	環境創造学科	教授 伊藤 政博	海浜の植物が海浜保全および自然景観醸成に与える効果とその応用
基盤研究(C2)	建 築 学 科	教授 大畠 玄久	蛋白質熱力学データベースの解析とその予測
基盤研究(C2)	建 築 学 科	教授 鈴木 博志	分譲マンション管理組合のデータベース化と支援システム化に関する研究
奨励研究(A)	建設システム工学科	助教授 石川 靖晃	コールドジョイント境界面における力学的挙動に関する検討
奨励研究(A)	環境創造学科	助教授 日比野 隆	Dnak 遺伝子導入による植物の高温耐性および耐暑性の向上に関する研究
特別研究員奨励費	材料機能工学科	教授 安藤 義則	樟脳および灯油からのカーボンナノチューブの効率的生成
特別研究員奨励費	材料機能工学科	教授 安藤 義則	硫化水素ガスを用いた単層カーボンナノチューブの新規製法の開発

## 平成 14 年度

## 1. 文部科学省私立大学学術研究高度化推進事業

## ①ハイテク・リサーチ・センター整備事業

学 科	研究 代表 者	研 究 題 目
材料機能工学科	特任教授 赤崎 勇	新領域エレクトロニクス基盤の構築
総合研究所	教授 高倍昭洋	遺伝子工学による環境耐性植物の創製

## 2. 文部科学省科学技術総合研究(㈱富士総合研究所)

学 科	研究 代表 者	研 究 題 目
情報科学科	教授 四方義啓	総合的なモデル化の理論に関する研究

## 3. 文部科学省未来開拓学術研究費補助金

学 科	研究 代表 者	研 究 題 目
電気電子工学科	教授 下山 宏	超コヒーレント電子ビームの開発 ―マルチ電子ビーム評価システム―

## 4. 地域コンソーシアム研究開発事業

## ①中部科学技術センター・地域コンソーシアム研究開発事業

学 科	研究 代表 者	研 究 題 目
情報科学科	教授 山本 新	ヒューマンセンタードITSビューエイドシステム
機械システム工学科	助教授 ベロス・アブラハ	電子ビーム励起プラズマを用いた新機能材料創製プロセスの開発 ―④超硬質窒化物薄膜形成法の確立―

## ②岐阜県研究開発財団・地域新生コンソーシアム研究開発事業

学 科	研究 代表 者	研 究 題 目
機械システム工学科	教授 大道武生	サンプル超小ロケット対応知的縫製システムの開発研究

## ③㈱ファインセラミックスセンター・地域新生コンソーシアム研究開発事業

学 科	研究 代表 者	研 究 題 目
交通科学科	教授 小川宏隆	次世代高Q・低誘電率マイクロ波誘電体セラミックス部材の研究開発

## 5. 科学技術振興事業団・国際共同研究事業

学 科	研究 代表 者	研 究 題 目
材料機能工学科	教授 飯島澄男	ナノチューブ状物質(物性評価グループ)

## 6. 21世紀COEプログラム(研究拠点形成費補助金)

学 科	研究 代表 者	研 究 題 目
理工学研究科 電気電子工学専攻	教授 飯島澄男	ナノファクトリー

## 7. 平成 14 年度文部科学省科学研究費補助研究一覧

研究種目	学 科	研究代表者	研 究 題 目
基盤研究(B)(2)	情報科学科	教授 小川 明	地上デジタルテレビジョン放送の移動体用高感度受信機の試作実験
基盤研究(B)(2)	材料機能工学科	助教授 成塚重弥	ナノチャンネルを用いた無転位エピタキシーの実現
基盤研究(B)(2)	材料機能工学科	助教授 成塚重弥	Si 上無転位 GaAs 成長層を基板とした面発光レーザーの試作
基盤研究(B)(2)	建設システム工学科	教授 栗本 譲	視覚障害者・高齢者の微弱電波を利用した歩行案内システムの認知地図に関する研究
基盤研究(C)(2)	数 学 科	教授 小澤哲也	接触変換とシュワルツ微分に関する幾何構造の研究
基盤研究(C)(2)	数 学 科	教授 北岡良之	類体論及び解析数論の観点から見た単数の分布
基盤研究(C)(2)	情報科学科	教授 田中敏光	バルーンアートをモチーフとした子供向け三次元モデリング教育システムの開発
基盤研究(C)(2)	情報科学科	教授 山本 新	感覚・知覚および認知特性に基づいたドライバへの情報提示方式
基盤研究(C)(2)	材料機能工学科	教授 杉下潤二	手擦れ機構の解明に関する研究
基盤研究(C)(2)	材料機能工学科	助教授 坂東俊治	フラーレン分子を内包する単層カーボンナノチューブの電気化学的作製
基盤研究(C)(2)	機械システム工学科	教授 大槻敦巳	鋼帯ばねの不可解挙動の理論的解明および新ばね設計ガイドの策定
基盤研究(C)(2)	機械システム工学科	教授 中村育雄	閉空間内回転流の分岐現象とその粒子運動に及ぼす効果に関する研究
基盤研究(C)(2)	環境創造学科	教授 伊藤政博	海浜の植物が海浜保全および自然景観醸成に与える効果とその応用
基盤研究(C)(2)	建 築 学 科	教授 大島玄久	蛋白質熱力学データベースの解析とその予測
基盤研究(C)(2)	建 築 学 科	教授 鈴木博志	公民協働型の地域ケア拠点(宅老所)の構築と支援システムに関する研究
萌芽研究(2)	材料機能工学科	助教授 成塚重弥	低コスト太陽電池用半導体託結晶基板の新作製法
萌芽研究(2)	建設システム工学科	教授 板橋一雄	粒子形状の異なる粗粒土質材料の充填特性と壁効果を考慮した新たな相対密度の提案
若手研究(B)(2)	機械システム工学科	講師 來海博央	積層複合材料における層間き裂先端の損傷領域定量評価に関するメゾメカニックス的研究
特別研究員奨励費	材料機能工学科	教授 安藤義則	樟脳および灯油からのカーボンナノチューブの効率的生成
特別研究員奨励費	材料機能工学科	教授 安藤義則	硫化水素ガスを用いたSWNTの新規製法の開発
特別研究員奨励費	環境創造学科	教授 高倍昭洋	光合成生物の塩ストレス防御に対するNa <sup>+</sup> /H <sup>+</sup> アンチポーター遺伝子の役割



## 平成 15 年度

## 1. 文部科学省私立大学学術研究高度化推進事業(ハイテク・リサーチ・センター整備事業)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
	特任教授 赤崎 勇	新領域エレクトロニクス基盤の構築
総合研究所	教授 高倍昭洋	遺伝子工学による環境耐性植物の創製

## 2. 文部科学省未来開拓学術研究費補助金

学 科	研究代表者	研 究 題 目
電気電子工学科	教授 下山 宏	超コヒーレント電子ビームの開発(マルチ電子ビーム評価システム)

## 3. 文部科学省21世紀 COE プログラム(研究拠点形成費補助金)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教授 飯島澄男	ナノファクトリー

## 4. 文部科学省知的クラスター創成事業(科学技術交流財団)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教授 安藤義則	環境調和型高機能ナノセンサー・材料開発
材料機能工学科	教授 安藤義則	ナノアセンブリングシステムの開発

## 5. 経済産業省地域コンソーシアム研究開発(中部科学技術センター)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
情報科学科	教授 山本 新	ヒューマンセンタード ITS ビューアードシステム(3)ヒューマンセンタード表示システムの開発

## 6. 総務省戦略的情報通信研究開発推進制度

学 科	研究代表者	研 究 題 目
情報科学科	教授 小川 明	簡易再生中継方式による衛星通信の高速・高効率化に関する研究開発

## 7. 中小企業総合事業団戦略的基盤技術力強化事業(日本ロボット工業会)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
機械システム工学科	教授 大道武生	RT ネットワークプラグインアクチュエータの開発

## 8. 科学技術振興事業団戦略的創造研究推進事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教授 飯島澄男	ナノチューブ・ナノホーンへの様々な化学修飾及び機械的構造変化に関する研究

## 9. 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)基盤技術研究促進事業(大阪ガス)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教授 天野 浩	極限紫外短波長光半導体の実用化開拓

## 10. 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)基盤技術研究促進事業(キャノン)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
電気電子工学科	教授 下山 宏	高輝度大エミッタンス電子源の研究(安定且つ長寿命の球状熱カソード材料の探査及び電子放射特性の基本原則に関する研究)

## 11. 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)国際共同研究(GRANT)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教授 天野 浩	紫外線レーザーのための超ワイドギャップナイトライド半導体の研究(Super widegap nitride semiconductors for UV lasers)

## 12. プロジェクトマネジメントコンサルタント PCI・日揮共同企業体中国遺棄化学兵器処理事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
機械システム工学科	教授 大道武生	AGV の高信頼化

## 13. 平成 15 年度文部科学省科学研究費補助研究一覧

研究種目	学 科	研究代表者	研 究 題 目
基盤研究(A)(2)	材料機能工学科	教授 天野 浩	超ワイドギャップ AIN 系半導体の超高温エピタキシャル成長による低転位化とデバイス
基盤研究(B)(1)	環境創造学科	教授 近藤明雅 (分担者)	社会環境の変化に伴う交通荷重実態調査と橋梁の変化予測モニタリング手法の開発
基盤研究(B)(2)	情報科学科	教授 小川 明	地上デジタルテレビジョン放送の移動体用高感度受信機の試作実験
基盤研究(B)(2)	情報科学科	教授 山本 新	ドライバの特定とそのドライバの特性に基づく運転支援・経路案内情報の提示・表示方式
基盤研究(B)(2)	材料機能工学科	教授 成塚重弥	ナノチャンネルを用いた無転位エピタキシーの実現
基盤研究(B)(2)	交通科学科	教授 小川宏隆	ミリ波帯通信用の新しい高Q誘電体の材料開発とナノ構晶構造解析
基盤研究(C)(1)	数 学 科	教授 橋本英哉	種々の幾何構造とグラスマン幾何学
基盤研究(C)(2)	数 学 科	教授 北岡良之	類体論及び解析数論の観点から見た単数の分析
基盤研究(C)(2)	数 学 科	講師 土田哲生	シュレディンガー方程式の基本解の特異性
基盤研究(C)(2)	情報科学科	教授 齊藤公明	無限次元確率過程と情報解析
基盤研究(C)(2)	情報科学科	教授 田中敏光	バルーンアートをモチーフとした子供向け三次元モデリング教育システムの開発
基盤研究(C)(2)	材料機能工学科	教授 杉下潤二	手擦れ機構の解明に関する研究
基盤研究(C)(2)	材料機能工学科	助教授 坂東俊治	フラーレン分子を内包する単層カーボンナノチューブの電気化学的作製
基盤研究(C)(2)	機械システム工学科	教授 大槻敦巳	高機能ばねのばね特性・材料特性評価法に関する世界基準の確立
基盤研究(C)(2)	機械システム工学科	助教授 ハロス アブラハ	電子ビーム励起プラズマによる超硬質薄膜創製法の開発
基盤研究(C)(2)	環境創造学科	教授 伊藤政博	海浜の植物が海浜保全および自然景観醸成に与える効果とその応用
基盤研究(C)(2)	環境創造学科	助教授 田中義人	遺伝子工学を用いたアマランサスにおけるベタイン合成・蓄積機構の解析
基盤研究(C)(2)	建 築 学 科	教授 鈴木博志	公民協働型の地域ケア拠点(宅老所)の構築と支援システム化に関する研究
基盤研究(C)(2)	建 築 学 科	助教授 寺西浩司	コンクリートの代替材料としてのモルタルの構造躯体利用に関する研究
基盤研究(C)(2)	建 築 学 科	助教授 武藤 厚	都市空間における各種の地下式鉄筋コンクリート施設の耐震・耐衝撃・耐熱性能評価
萌芽研究(2)	情報科学科	教授 森田健治	水素注入酸化物セラミックスの常温空気水蒸気接触による水素ガス放出の持続機構の解明
萌芽研究(2)	材料機能工学科	教授 天野 浩	サファイア基板上へのレーザアシスト超高品質 AIN エピタキシャル成長
萌芽研究(2)	材料機能工学科	助教授 成塚重弥	低コスト太陽電池用半導体単結晶基板の新作製法
萌芽研究(2)	建設システム工学科	教授 板橋一雄	粒子形状の異なる粗粒土質材料の充填特性と壁効果を考慮した新たな相対密度の提案
若手研究(B)(2)	機械システム工学科	講師 来海博央	緻密・多孔脆性固体の3次元メゾモデリングによる必要特性発現材料設計法の開発

平成 16 年度

## 1. 文部科学省私立大学学術研究高度化推進事業（ハイテク・リサーチ・センター整備事業）

学 科	研究代表者	研 究 題 目
教養教育・総合研究所	教 授 高 倍 昭 洋	遺伝子工学による環境耐性植物の創製

## 2. 文部科学省 21 世紀 COE プログラム（研究拠点形成費補助金）

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教 授 飯 島 澄 男	ナノファクトリー

## 3. 文部科学省知的クラスター創成事業（科学技術交流財団）

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教 授 安 藤 義 則	ナノアセンブリングシステムの開発

## 4. 総務省戦略的情報通信研究開発推進制度

学 科	研究代表者	研 究 題 目
情報工学科	教 授 小 川 明	簡易再生中継方式による衛星通信の高速・高能率化に関する研究開発

## 5. (独) 中小企業基盤整備機構戦略的基盤技術力強化事業（日本ロボット工業会）

学 科	研究代表者	研 究 題 目
機械システム工学科	教 授 大 道 武 生	RT ネットワークプラグインアクチュエータの開発

## 6. 科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教 授 飯 島 澄 男	ナノチューブ・ナノホーンへの様々な化学修飾及び機械的構造変化に関する研究

## 7. 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）基盤技術研究促進事業（大阪ガス）

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教 授 天 野 浩	極限紫外短波長光半導体の実用化開拓

## 8. 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）課題設定型産業技術開発費助成金（昭和電工）

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教 授 天 野 浩	高効率 UV 発光素子用半導体開発プロジェクト

## 9. 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）次世代ロボット実用化プロジェクト（プロトタイプ開発支援事業）

学 科	研究代表者	研 究 題 目
機械システム工学科	教 授 大 道 武 生	ミドルウェアを利用したロボットの研究開発（モジュール型高信頼性屋外移動ロボット技術）

## 10. プロジェクトマネジメントコンサルタント PCI・日揮共同企業体中国遺棄化学兵器処理事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
機械システム工学科	教 授 大 道 武 生	遺棄化学兵器処理技術に関する調査「吸引データ収集試験」

## 11. 科学技術振興機構（JST）大学発ベンチャー創出推進事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	助教授 上 山 智	モノリシック型高出力高演色性大型白色 LED の開発

## 12. 平成 16 年度文部科学省科学研究費補助研究一覧

研究種目	学 科	研究代表者	研 究 題 目
基盤研究 (A) (2)	材料機能工学科	教 授 天 野 浩	超ワイドギャップ AIN 系半導体の超高温エピタキシャル成長による低転位化とデバイス
基盤研究 (B) (2)	情報工学科	教 授 山 本 新	ドライバの特定とそのドライバの特性に基づく運転支援・経路案内情報の提示・表示方式
基盤研究 (B) (2)	材料機能工学科	教 授 成 塚 重 弥	ナノチャンネルを用いた無転位エピタキシーの実現
基盤研究 (B) (2)	交通科学科	教 授 小 川 宏 隆	ミリ波帯通信用の新しい高 Q 誘電体の材料開発とナノ構晶構造解析
基盤研究 (B) (2)	建築学科	教 授 谷 川 恭 雄	レンガ造を中心とする歴史的建築物への非破壊検査技術の適用性
基盤研究 (C) (1)	数 学 科	教 授 橋 本 英 哉	種々の幾何構造とグラスマン幾何学
基盤研究 (C) (1)	建設システム工学科	教 授 松 井 寛	公共空間におけるバリアフリー施策評価のための交通負担感の計測に関する研究
基盤研究 (C) (2)	数 学 科	教 授 小 澤 哲 也	幾何構造と写像のシュワルツ微分および偏微分方程式の研究
基盤研究 (C) (2)	数 学 科	教 授 北 岡 良 之	類体論及び解析数論の観点から見た単数の分析
基盤研究 (C) (2)	数 学 科	教 授 齊 藤 公 明	無限次元確率過程と情報解析
基盤研究 (C) (2)	数 学 科	助 教 授 土 田 哲 生	シュレディンガー方程式の基本解の特異性
基盤研究 (C) (2)	情報工学科	教 授 田 中 敏 光	児童を対象とした仮想組み合わせブロックによる三次元モデリング教育システムの開発
基盤研究 (C) (2)	材料機能工学科	助 教 授 坂 東 俊 治	パルスアーク放電を用いたナノホーン粒子の作製
基盤研究 (C) (2)	機械システム工学科	教 授 大 槻 敦 巳	高機能ばねのばね特性・材料特性評価法に関する世界基準の確立
基盤研究 (C) (2)	機械システム工学科	助 教 授 八 戸 浩 一	電子ビーム励起プラズマによる超硬質薄膜創製法の開発
基盤研究 (C) (2)	建設システム工学科	教 授 原 田 守 博	河川水と地下水の相互作用を考慮した扇状地河川の流況変動予測
基盤研究 (C) (2)	建築学科	助 教 授 寺 西 浩 司	コンクリートの代替材料としてのモルタルの構造躯体利用に関する研究
基盤研究 (C) (2)	建築学科	助 教 授 武 藤 厚	都市空間における各種の地下式鉄筋コンクリート施設の耐震・耐衝撃・耐熱性能評価
基盤研究 (C) (2)	教養教育	教 授 垣 谷 俊 昭	蛋白質の揺らぎが蛋白質中に電子移動速度に与える影響
基盤研究 (C) (2)	教養教育	助 教 授 田 中 義 人	遺伝子工学を用いたアマランサスにおけるペグ合成・蓄積機構の解析
萌芽研究 (2)	電気電子工学科	教 授 清 水 教 之	竹-氷複合系を用いた極低温電気絶縁構成の可能性
萌芽研究 (2)	建設システム工学科	教 授 板 橋 一 雄	粒子形状の異なる粗粒土質材料の充填特性と壁効果を考慮した新たな相対密度の提案
若手研究 (B) (2)	機械システム工学科	講 師 來 海 博 央	緻密・多孔脆性固体の3次元メソモデリングによる必要特性発現材料設計法の開発
若手研究 (B) (2)	環境創造学科	講 師 大 影 佳 史	昼夜の景観様相の時系列変化とその識別構造の研究
若手研究 (B) (2)	環境創造学科	講 師 堀 和 明	河成低地堆積システムの第四紀環境変動への応答
若手研究 (B) (2)	建築学科	講 師 三 浦 彩 子	庭園の技術史に関する日中の比較研究



平成 17 年度

## 1. 文部科学省 21 世紀 COE プログラム (研究拠点形成費補助金)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
大学院理工学研究科	教 授 飯 島 澄 男	ナノファクトリー

## 2. 文部科学省知的クラスター創成事業 (科学技術交流財団)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教 授 安 藤 義 則	ナノアセンブリングシステムの開発

## 3. 総務省戦略的情報通信研究開発推進制度

学 科	研究代表者	研 究 題 目
情報工学科	教 授 小 川 明	簡易再生中継方式による衛星通信の高速・高効率化に関する研究開発

## 4. (独) 中小企業基盤整備機構戦略的基盤技術力強化事業 (日本ロボット工業会)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
機械システム工学科	教 授 大 道 武 生	RT ネットワークプラグインアクチュエータの開発

## 5. 科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
大学院理工学研究科	教 授 飯 島 澄 男	ナノチューブ・ナノホーンへの様々な化学修飾及び機械的構造変化に関する研究

## 6. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 基盤技術研究促進事業 (大阪ガス)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教 授 天 野 浩	極限紫外短波長光半導体の実用化開拓

## 7. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 課題設定型産業技術開発費助成金 (昭和電工)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教 授 天 野 浩	高効率 UV 発光素子用半導体開発プロジェクト

## 8. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 次世代ロボット実用化プロジェクト (プロトタイプ開発支援事業)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
機械システム工学科	教 授 大 道 武 生	ミドルウェアを利用したロボットの研究開発 (モジュール型高信頼性屋外移動ロボット技術)

## 9. 科学技術振興機構 (JST) 大学発ベンチャー創出推進事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	助教授 上 山 智	モノリシック型高出力高演色性大型白色 LED の開発

## 10. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 国際共同研究助成事業 (NEDO グラント) (筑波大学)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
情報工学科	教 授 渡 邊 晃	トポロジー最適設計によるフォトニック結晶の作製と超高速・全光論理スイッチへの応用

## 11. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) ナノテク・先端部材実用化研究開発

学 科	研究代表者	研 究 題 目
大学院理工学研究科	教 授 飯 島 澄 男	単一ナノ物質の原子分解能高精度組成分析システムの研究開発

## 12. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) エネルギー使用合理化技術戦略的開発 / エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発 (筑波大学)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
情報工学科	教 授 渡 邊 晃	超低エネルギー超高速光蓄積デバイス技術の研究開発

## 13. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 課題設定型産業技術開発費助成金 (住友電気工業)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教 授 天 野 浩	窒化物半導体の研究

## 14. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 課題設定型産業技術開発費助成金 (古河機械金属)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教 授 天 野 浩	ALN系 MOCVD 成長および特性評価に関する研究

## 15. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 課題設定型産業技術開発費助成金 (住友金属工業)

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教 授 天 野 浩	溶液成長AIN短結晶の結晶物性に関する研究

## 16. 科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
情報工学科	講 師 坂 野 秀 樹	音声信号処理システムを用いた親近性ならびに新奇性に関する研究

## 17. 科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業

学 科	研究代表者	研 究 題 目
情報工学科	教 授 柳 田 康 幸	マルチモーダルディスプレイ技術の研究

## 18. 科学技術振興機構 (JST) シーズ育成試験

学 科	研究代表者	研 究 題 目
情報工学科	教 授 山 本 新	車載カメラによる携帯通話に伴うドライバの不注視状態検出システムの開発

## 19. 科学技術振興機構 (JST) シーズ育成試験

学 科	研究代表者	研 究 題 目
材料機能工学科	教 授 安 藤 義 則	応用化へ向けた、高結晶カーボンナノチューブの高純度化の開発

## 20. 科学技術振興機構 (JST) FS委託研究

学 科	研究代表者	研 究 題 目
教養教育	教 授 森 田 健 治	水分解水素放出・水素含有酸化物セラミックスの薄膜化技術の開発

## 21. 平成17年度文部科学省科学研究費補助研究一覧

研究種目	学 科	研究代表者	研 究 題 目
基盤研究 (A)	材料機能工学科	教授 天 野 浩	超ワイドギャップAIN系半導体の超高温エピタキシャル成長による低転位化とデバイス
基盤研究 (B)	情報工学科	教授 山 本 新	ドライバの特定とそのドライバの特性に基づく運転支援・経路案内情報の提示・表示方式
基盤研究 (B)	材料機能工学科	教授 成 塚 重 弥	ナノチャンネルを用いた無転位エピタキシーの実現
基盤研究 (B)	交通科学科	教授 小 川 宏 隆	ミリ波帯通信用の新しい高Q誘電体の材料開発とナノ構晶構造解析
基盤研究 (B)	建築学科	教授 谷 川 恭 雄	レンガ造を中心とする歴史的建築物への非破壊検査技術の適用性
基盤研究 (B)	教養教育	教授 高 倍 昭 洋	植物・ラン藻のグリシンベタインの合成・輸送・蓄積の分子機構
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 江 尻 典 雄	微分幾何学的ショットキー問題について
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 小 澤 哲 也	幾何構造と写像のシュワルツ微分および偏微分方程式の研究
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 齊 藤 公 明	無限次元確率解析による量子化および量子情報解析への展開
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 橋 本 英 哉	種々の幾何構造とグラスマン幾何学
基盤研究 (C)	情報工学科	教授 高 橋 友 一	マルチエージェントシステムを用いた都市防災力の評価手法の検討
基盤研究 (C)	情報工学科	教授 田 中 敏 光	児童を対象とした仮想組み合わせブロックによる三次元モデリング教育システムの開発
基盤研究 (C)	情報工学科	教授 中 野 倫 明	高齢者の知覚・身体機能の測定とそのデータに基づく高齢ドライバの再教育・訓練方法
基盤研究 (C)	電気電子工学科	助教授 平 松 美 根 男	カーボンナノウォールを用いた次世代電子デバイスの開発
基盤研究 (C)	材料機能工学科	助教授 坂 東 俊 治	パルスアーク放電を用いたナノホーン粒子の作製
基盤研究 (C)	材料機能工学科	助教授 丸 山 隆 浩	光励起ガスソース成長法によるカーボンナノチューブの作製
基盤研究 (C)	建設システム工学科	教授 原 田 守 博	河川水と地下水の相互作用を考慮した扇状地河川の流況変動予測
基盤研究 (C)	建設システム工学科	教授 松 井 寛	公共空間におけるバリアフリー施策評価のための交通負担感の計測に関する研究
基盤研究 (C)	建設システム工学科	助教授 松 本 幸 正	プローブデータを用いた動的経路交通量と所要時間の予測シミュレーションモデル
基盤研究 (C)	建築学科	教授 松 井 徹 哉	浮屋根との連成を考慮した大型液体貯槽の地震時スロッシング応答とその抑止策
基盤研究 (C)	建築学科	教授 武 藤 厚	都市空間における各種の地下式鉄筋コンクリート施設の耐震・耐衝撃・耐熱性能評価
基盤研究 (C)	教養教育	教授 垣 谷 俊 昭	蛋白質中電子移動の理論と計算
基盤研究 (C)	教養教育	助教授 鈴 木 茂 廣	10年間の経過観察による周期期の骨量変動
萌芽研究	電気電子工学科	教授 清 水 教 之	竹-氷複合系を用いた極低温電気絶縁構成の可能性
萌芽研究	材料機能工学科	教授 天 野 浩	紫外発光ダイオードを用いた皮膚病治療システム
若手研究 (B)	情報工学科	講師 坂 野 秀 樹	聴覚特性を考慮した音声信号の高品質補間に関する研究
若手研究 (B)	機械システム工学科	講師 來 海 博 央	ナノレベル微小領域における応力成分同定技術の確立
若手研究 (B)	環境創造学科	講師 大 影 佳 史	昼夜の景観様相の時系列変化とその識別構造の研究
若手研究 (B)	環境創造学科	講師 堀 和 明	河成低地堆積システムの第四紀環境変動への応答
若手研究 (B)	建築学科	講師 三 浦 彩 子	庭園の技術史に関する日中の比較研究

## 平成 18 年度

## 1. 文部科学省 21 世紀 COE プログラム (研究拠点形成費補助金)

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
理工学研究科	教授 飯島澄男	ナノファクトリー

## 2. 文部科学省知的クラスター創成事業 (科学技術交流財団)

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教授 安藤義則	ナノアセンブリングシステムの開発

## 3. 経済産業省放射性廃棄物共通技術調査等 (財) 原子力環境整備促進・資金管理センター)

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
建設システム工学科	助教授 小高猛司	緩衝材の局所変形帯形成に関する基礎研究

## 4. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) エネルギー使用合理化技術戦略的開発/エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発 (筑波大学)

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
情報工学科	教授 渡邊 晃	超低エネルギー超高速光蓄積デバイス技術の研究開発

## 5. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 国際共同研究助成事業 (NEDO グラント) (筑波大学)

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
情報工学科	教授 渡邊 晃	トポロジー最適設計によるフォトニック結晶の作製と超高速・全光論理スイッチへの応用

## 6. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) マスク設計・描画・検査総合最適化技術開発

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
電気電子工学科	教授 下山 宏	「マスク描画装置技術の研究開発」側壁保護膜被覆方六硼素化合物を用いた熱電界放射型電子銃技術の研究

## 7. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 課題設定型産業技術開発費助成金 (昭和電工)

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教授 天野 浩	高効率 UV 発光素子用半導体開発プロジェクト

## 8. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 課題設定型産業技術開発費助成金 (住友金属工業)

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教授 天野 浩	溶液成長 AlN 単結晶の結晶物性に関する研究

## 9. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 課題設定型産業技術開発費助成金 (住友電気工業)

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教授 天野 浩	窒化物半導体の研究

## 10. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 課題設定型産業技術開発費助成金 (古河機械金属)

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教授 天野 浩	ALN 系 MOCVD 成長および特性評価に関する研究

## 11. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
機械システム工学科	教授 大道 武生	建設系産業廃棄物処理 RT システム、廃材分別を考慮した環境対応型解体作業支援ロボットの研究開発



## 12. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 産学連携製造中核人材育成事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
機械システム工学科	教 授 大 道 武 生	メカトロニクス・ロボット分野の中核人材育成

## 13. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) ナノテク・先端部材実用化研究開発

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
理工学研究科	教 授 飯 島 澄 男	単一ナノ物質の原子分解能高精度組成分析システムの研究開発

## 14. 科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
情報工学科	講 師 坂 野 秀 樹	音声信号処理システムを用いた親近性ならびに新奇性に関する研究

## 15. 科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
情報工学科	教 授 柳 田 康 幸	マルチモーダルディスプレイ技術の研究

## 16. 科学技術振興機構 (JST) 革新技術開発研究事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教 授 成 塚 重 弥	「乳牛の乳房炎リアルタイム診断用小型近赤外線分光分析装置の開発」の多波長発光型近赤外LEDの開発に関する研究

## 17. 科学技術振興機構 (JST) 研究成果活用プラザ東海 (平成18年度地域イノベーション創出総合支援事業「シーズ発掘試験」)

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	助 教 授 宇 佐 美 初 彦	高密着性を有する鍍金膜の開発とその耐磨耗性被膜への応用

## 18. 科学技術振興機構 (JST) 大学発ベンチャー創出推進事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	助 教 授 上 山 智	モノリシック型高出力高演色性大型白色LEDの開発

## 19. 科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
理工学研究科	教 授 飯 島 澄 男	ナノチューブ・ナノホーンへの様々な化学修飾及び機械的構造改変に関する研究

## 20. 平成18年度文部科学省科学研究費補助研究一覧

研究種目	学 科	研究代表者	研 究 題 目
特定領域研究	材料機能工学科	教授 天 野 浩	ワットクラス超高出力紫外レーザーダイオードの実現
基盤研究 (A)	材料機能工学科	教授 天 野 浩	次世代大電力制御用超高効率デバイス
基盤研究 (B)	情報工学科	教授 板 倉 文 忠	多元観測信号を用いた音信号の予測及び復元に関する研究
基盤研究 (B)	材料機能工学科	教授 成 塚 重 弥	光・電子集積回路用長寿命発光素子のための Si 上無転位 GaN の成長
基盤研究 (B)	建設システム工学科	教授 宇 佐 美 勉	制震ダンパーによる動的挙動が複雑な鋼橋の耐震補強に関する研究
基盤研究 (B)	建 築 学 科	教授 松 井 徹 哉	浮屋根との連成を考慮した大型液体貯槽の地震時スロッシング応答とその抑止策
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 江 尻 典 雄	微分幾何学的ショットキー問題について
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 小 沢 哲 也	幾何構造と写像のシュワルツ微分および偏微分方程式の研究
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 北 岡 良 之	代数体の素数を法とする単数の分布
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 齊 藤 公 明	無限次元確率解析による量子化および量子情報解析への展開
基盤研究 (C)	情報工学科	教授 高 橋 友 一	マルチエージェントシステムを用いた都市防災力の評価手法の検討
基盤研究 (C)	情報工学科	教授 田 中 敏 光	児童を対象とした仮想組み合わせブロックによる三次元モデリング教育システムの開発
基盤研究 (C)	情報工学科	教授 中 野 倫 明	高齢者の知覚・身体機能の測定とそのデータに基づく高齢ドライバの再教育・訓練方法
基盤研究 (C)	電気電子工学科	教授 平 松 美 根 男	カーボンナノウォールを用いた次世代電子デバイスの開発
基盤研究 (C)	材料機能工学科	助教授 上 山 智	光制御のための半導体ナノ構造作製
基盤研究 (C)	材料機能工学科	助教授 丸 山 隆 浩	光励起ガスソース成長法によるカーボンナノチューブの作製
基盤研究 (C)	建設システム工学科	教授 原 田 守 博	水田貯留による雨水の流出抑制効果に関する実証的研究
基盤研究 (C)	建設システム工学科	助教授 松 本 幸 正	プローブデータを用いた動的経路交通量と所要時間の予測シミュレーションモデル
基盤研究 (C)	建 築 学 科	教授 鈴 木 博 志	小規模多機能型デイサービス施設の創造的地域交流ネットワーク活動に関する研究
基盤研究 (C)	建 築 学 科	助教授 寺 西 浩 司	構造躯体への適用を目的としたモルタルの調合設計法および施工法の確立
基盤研究 (C)	教 養 教 育	教授 垣 谷 俊 昭	蛋白質中電子移動の理論と計算
基盤研究 (C)	教 養 教 育	助教授 鈴 木 茂 廣	10年間の経過観察による周閉期の骨量変動
基盤研究 (C)	理 工 学 部	研究員 KUMAR MUKUL	カンファーを炭素源としたカーボンナノチューブの効率的合成
萌芽研究	電気電子工学科	教授 清 水 教 之	竹-氷複合系を用いた極低温電気絶縁構成の可能性
若手研究 (B)	情報工学科	講師 坂 野 秀 樹	聴覚特性を考慮した音声信号の高品質補間に関する研究
若手研究 (B)	材料機能工学科	講師 岩 谷 素 顕	AIN系ナイトライドによる次世代小型・超高出力・高効率パワーデバイス
若手研究 (B)	機械システム工学科	助教授 來 海 博 央	ナノレベル微小領域における応力成分同定技術の確立
若手研究 (B)	交 通 科 学 科	講 師 菅 章 紀	マイクロ波誘電体材料の共振周波数の温度係数のゼロ化に向けた組成制御と材料設計
若手研究 (B)	建設システム工学科	講 師 溝 口 敦 子	砂州形状特性が低水時の流路構造に及ぼす影響に関する研究
若手研究 (B)	環 境 創 造 学 科	講 師 大 影 佳 史	昼夜間の景観の様相変化とその識別構造のモデル化
若手研究 (B)	環 境 創 造 学 科	助教授 谷 口 義 則	外来種の排除が在来生物群集に及ぼす影響評価：外来魚の駆除は有効か？
若手研究 (B)	環 境 創 造 学 科	講 師 堀 和 明	河成低地堆積システムの第四紀環境変動への応答
若手研究 (B)	建 築 学 科	講 師 三 浦 彩 子	庭園の技術史に関する日中の比較研究

平成 19 年度

## 1. 文部科学省ハイテク・リサーチ・センター整備事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
建設システム工学科	教授 宇佐美 勉	制震構造化等の新しい概念による建造物の耐震性能向上プロジェクト

## 2. 文部科学省知的クラスター創成事業（科学技術交流財団）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教授 安藤 義則	ナノアセンブリングシステムの開発

## 3. 経済産業省産学連携製造中核人材育成事業（日本機械学会）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
機械システム工学科	教授 大道 武生	高度技術製品主体の技術者育成拠点

## 4. 経済産業省放射性廃棄物共通技術調査等委託費委託事業（財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
建設システム工学科	教授 小高 猛司	緩衝材の局所変形帯形成に関する基礎研究（周辺岩盤変形に伴う緩衝材の局所変形帯形成に関する基礎研究）

## 5. 科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
情報工学科	助教 坂野 秀樹	音声信号処理システムを用いた親近性ならびに新奇性に関する研究

## 6. 科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
情報工学科	教授 柳田 康幸	マルチモーダルディスプレイ技術の研究

## 7. 科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
理工学研究科	教授 飯島 澄男	ナノチューブ・ナノホーンへの様々な化学修飾及び機械的構造改変に関する研究

## 8. 科学技術振興機構 JST イノベーションプラザ東海シーズ発掘試験

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教授 成塚 重弥	縦型マイクロチャンネルエピタキシーを利用した結晶基板作製技術の開発

## 9. 科学技術振興機構 JST イノベーションプラザ東海シーズ発掘試験

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	准教授 岩谷 素顕	GaN 系窒化物半導体による高性能電力変換素子の開発

## 10. 科学技術振興機構革新技術開発研究事業（旭光電機株式会社）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教授 成塚 重弥	「乳牛の乳房炎リアルタイム診断用小型近赤外線分光分析装置の開発」の多波長発光型近赤外 LED の開発に関する研究

## 11. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発 (筑波大学)

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
情報工学科	教授 渡邊 晃	超低エネルギー超高速光蓄積デバイス技術の研究開発

12. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 国際共同研究助成事業 (NEDO グラント) (筑波大学)

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
情報工学科	教授 渡邊 晃	トポロジー最適設計によるフォトニック結晶の作製と超高速・全光論理スイッチへの応用

13. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造の技術の開発

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教授 天野 浩	窒化物系化合物半導体基板・エピタキシャル成長技術の開発

14. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
機械システム工学科	教授 大道 武生	建設系産業廃棄物処理 RT システム、廃材分別を考慮した環境対応型解体作業支援ロボットの研究開発

15. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) ナノテク・先端部材実用化研究開発

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
理工学研究科	教授 飯島 澄男	単一ナノ物質の原子分解能高精度組成分析システムの研究開発

16. 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) マスク設計・描画・検査総合最適化技術開発 (技術研究組合 超先端電子技術開発機構 (ASET))

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
	学 長 下山 宏	「マスク描画装置技術の研究開発」側壁保護膜被覆方六硼素化合物を用いた熱電界放射型電子銃技術の研究

17. 愛知県健康長寿産業育成のための地域連携実証事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
情報工学科	教授 中野 倫明 山本 新	認知証の早期発見のスクリーニングシステムの開発とその検証実験

18. 科学技術交流財団地域資源活用型研究開発事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教授 安藤 義則	瀬戸・土岐の窯業技術を活用したカーボンナノチューブ大量製造法

19. 豊田工業大学地域資源活用型研究開発事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
機械システム工学科	准教授 ベトロス・アブラハ	環境調和型加工技術による尾州毛織物の高付加価値化



## 20. 平成19年度文部科学省科学研究費補助研究一覧

研究種目	学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
特定領域研究	材料機能工学科	教授 天 野 浩	ワットクラス超高出力紫外レーザーダイオードの実現
基盤研究 (A)	材料機能工学科	教授 天 野 浩	次世代大電力制御用超高効率デバイス
基盤研究 (A) 海外	建 築 学 科	教授 溝 口 明 則	クメール帝国地方拠点の都市遺跡と寺院遺構に関する研究
基盤研究 (B)	情 報 工 学 科	教授 柳 田 康 幸	香り空間の局所型制御技術に関する研究
基盤研究 (B)	情 報 工 学 科	教授 板 倉 文 忠	多元観測信号を用いた音信号の予測及び復元に関する研究
基盤研究 (B)	材料機能工学科	教授 成 塚 重 弥	光・電子集積回路用長寿命発光素子のための Si 上無転位 GaN の成長
基盤研究 (B)	建設システム工学科	教授 宇 佐 美 勉	制震ダンパーによる動的挙動が複雑な鋼橋の耐震補強に関する研究
基盤研究 (B)	建 築 学 科	教授 松 井 徹 哉	浮屋根との連成を考慮した大型液体貯槽の地震時スロッシング応答とその抑止策
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 小 沢 哲 也	幾何構造と写像のシュワルツ微分および偏微分方程式の研究
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 北 岡 良 之	代数体の素数を法とする単数の分布
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 齊 藤 公 明	無限次元確率過程の構成的研究と量子情報解析への展開
基盤研究 (C)	情 報 工 学 科	教授 高 橋 友 一	マルチエージェントシステムを用いた都市防災力の評価手法の検討
基盤研究 (C)	情 報 工 学 科	教授 中 野 倫 明	高齢者の知覚・身体機能の測定とそのデータに基づく高齢ドライバの再教育・訓練方法
基盤研究 (C)	情 報 工 学 科	教授 渡 邊 晃	安全性と柔軟性を両立させるフレキシブルプライベートネットワークの実現
基盤研究 (C)	電気電子工学科	教授 平 松 美 根 男	カーボンナノウォールを基盤とするエネルギーデバイスの開発
基盤研究 (C)	材料機能工学科	教授 安 藤 義 則	カンファーを炭素源としたカーボンナノチューブの効率的合成
基盤研究 (C)	材料機能工学科	教授 上 山 智	光制御のための半導体ナノ構造作製
基盤研究 (C)	材料機能工学科	准教授 丸 山 隆 浩	光励起ガスソース成長法によるカーボンナノチューブの作製
基盤研究 (C)	材料機能工学科	准教授 六 田 英 治	スピン偏極単原子電子源の創製
基盤研究 (C)	建設システム工学科	教授 原 田 守 博	水田貯留による雨水の流出抑制効果に関する実証的研究
基盤研究 (C)	建設システム工学科	教授 松 本 幸 正	プローブデータを用いた動的経路交通量と所要時間の予測シミュレーションモデル
基盤研究 (C)	環 境 創 造 学 科	准教授 谷 口 義 則	地球温暖化及び河川工物が世界自然遺産・知床半島の淡水魚類に及ぼす影響評価
基盤研究 (C)	建 築 学 科	教授 鈴 木 博 志	小規模多機能型デイサービス施設の創地的地域交流ネットワーク活動に関する研究
基盤研究 (C)	建 築 学 科	准教授 岡 田 恭 明	都市部を通過する幹線道路周辺における騒音の予測手法および保全対策に関する研究
基盤研究 (C)	建 築 学 科	准教授 寺 西 浩 司	構造躯体への適用を目的としたモルタルの調合設計法および施工法の確立
基盤研究 (C)	教 養 教 育	教授 垣 谷 俊 昭	蛋白質中電子移動の理論と計算
基盤研究 (C)	教 養 教 育	教授 中 山 章 宏	生物集団の運動の統一的モデルと相転移としての群れ形成
基盤研究 (C)	教 養 教 育	准教授 鈴 木 茂 廣	10年間の経過観察による周閉期の骨量変動
基盤研究 (C)	教 養 教 育	准教授 日 比 野 隆	耐塩性ラン藻の遺伝子破壊株を用いた $Ca^{2+}/H^{+}$ アンチポーターの機能解析
萌芽研究	建設システム工学科	教授 宇 佐 美 勉	新素材を用いた高機能的制震ダンパーの開発
萌芽研究	建設システム工学科	教授 小 高 猛 司	海溝型長周期地震時の鋭敏粘土地盤の被害予測法の構築
萌芽研究	理 工 学 部	特任教授 田 中 啓 介	高エネルギー放射光マイクロイメージングと応力の同時計測によるき裂損傷評価
若手研究 (A)	建 築 学 科	助 教 吉 永 美 香	ルーフボンドを用いた近赤外放射エネルギーの制御と有効利用
若手研究 (B)	材料機能工学科	准教授 岩 谷 素 顕	AlN 系ナイトライドによる次世代小型・超高出力・高効率パワーデバイス
若手研究 (B)	機械システム工学科	准教授 來 海 博 央	ナノ領域ひずみ測定用多機能近接場ラマン分光装置の開発によるバイオ圧電材の機能評価
若手研究 (B)	交 通 科 学 科	助 教 菅 章 紀	マイクロ波誘電体材料の共振周波数の温度係数のゼロ化に向けた組成制御と材料設計
若手研究 (B)	環 境 創 造 学 科	准教授 大 影 佳 史	昼夜間の景観の様相変化とその識別構造のモデル化
若手研究 (B)	環 境 創 造 学 科	准教授 堀 和 明	湿潤変動帯におけるファンデルタの形成過程
若手研究 (B)	環 境 創 造 学 科	助 教 小 塩 達 也	橋梁応答値に基づく車両軸重の動的変動の測定
若手研究 (B)	建 築 学 科	助 教 平 岩 陸	小径コア法を用いた既存建築物のコンクリート強度推定に関する解析的研究

## 平成 20 年度

## 1. 文部科学省ハイテク・リサーチ・センター整備事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
建設システム工学科	教授 宇佐美 勉	制震構造化等の新しい概念による構造物の耐震性能向上プロジェクト

## 2. 文部科学省地域科学技術振興事業知的クラスター創成事業（第Ⅱ期）（財団法人科学技術交流財団）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教授 天 野 浩	先進プラズマナノ科学研究拠点形成プログラム（広域化プログラム）プラズマナノ科学を基盤とした超高速・超高精度プラズマプロセス技術〔プラズマ制御デバイス集積プロセス〕

## 3. 文部科学省地域科学技術振興事業知的クラスター創成事業（第Ⅱ期）（財団法人科学技術交流財団）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教授 天 野 浩	高効率光・パワーデバイス部材の開発〔低消費電力高輝度高演色性 LED、環境対応モニタリング用センサーの開発〕

## 4. 文部科学省地域科学技術振興事業知的クラスター創成事業（第Ⅱ期）（財団法人科学技術交流財団）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
電気電子工学科	教授 平松美根男	先進プラズマナノ基盤技術の開発〔超高密度ラジカルソース・プロセス技術の開発〕

## 5. 経済産業省放射性廃棄物共通技術調査等委託費委託事業（財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
建設システム工学科	教授 小 高 猛 司	緩衝材の局所変形帯形成に関する基礎研究（周辺岩盤変形に伴う緩衝材の局所変形帯形成に関する基礎研究）

## 6. 経済産業省産学連携製造中核人材育成事業（財団法人日本機械学会）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
機械システム工学科	教授 大 道 武 生	高度技術製品主体の技術者育成拠点

## 7. 経済産業省中部経済産業局地域資源活用型研究開発事業（財団法人科学技術交流財団）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教授 安 藤 義 則	瀬戸・土岐の窯業技術を活用したカーボンナノチューブ大量製造法

## 8. 経済産業省中部経済産業局地域資源活用型研究開発事業（豊田工業大学）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
機械システム工学科	教授 アブラハ・ベトロス	環境調和型加工技術による尾州毛織物の高付加価値化

## 9. 経済産業省中部経済産業局地域資源活用型研究開発事業（財団法人中部科学技術センター）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
建 築 学 科	助 教 吉 永 美 香	低放射金属薄膜を付与した省エネルギー貢献型遮熱三州瓦の開発

## 10. 科学技術振興機構（JST）良いシーズをつなぐ知の連携システム（つなぐしくみ）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	准教授 岩 谷 素 顕	高効率・小型・大電力変換半導体素子

## 11. 科学技術振興機構（JST）戦略的創造研究推進事業（公立はこだて未来大学）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
情 報 工 学 科	教授 柳 田 康 幸	マルチモーダルディスプレイ技術の研究

## 12. 科学技術振興機構（JST）革新技術開発研究事業（旭光電機株式会社）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教 授 成 塚 重 弥	「乳牛の乳房炎リアルタイム診断用小型近赤外線分光分析装置の開発」の多波長発光型近赤外LEDの開発に関する研究

## 13. 科学技術振興機構（JST）地域イノベーション創出総合支援事業「シーズ発掘試験」（JSTイノベーションプラザ東海）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
教 養 教 育	教 授 森 田 健 治	金属・酸化物二層複合水素貯蔵材料の貯蔵・放出特性試験

## 14. 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）マスク設計・描画・検査総合最適化技術開発（技術研究組合 超先端電子技術開発機構（ASET））

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
電気電子工学科	助 教 村 田 英 一	「マスク描画装置技術の研究開発」側壁保護膜被覆型六硼素化合物を用いた熱電界放射型電子銃技術の研究

## 15. 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教 授 天 野 浩	窒化物系化合物半導体基板・エピタキシャル成長技術の開発

## 16. 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）新エネルギー技術開発 革新的太陽光発電技術研究開発（革新型太陽電池国際研究拠点整備事業）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教 授 天 野 浩	ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発（広帯域 AlGaInN）

## 17. 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）（ナノテクノロジープログラム・革新的部材産業創出プログラム）ナノテク・先端部材実用化研究開発

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教 授 坂 東 俊 治	カーボンナノホーンを用いたフッ素貯蔵材料の研究開発

## 18. 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト

大 学 院	研 究 代 表 者	研 究 課 題
機械システム工学科	教 授 大 道 武 生	建設系産業廃棄物処理 RT システム（特殊環境用ロボット分野）、廃材分別を考慮した環境対応型解体作業支援ロボットの研究開発

## 19. 平成 20 年度文部科学省科学研究費補助研究一覧

研究種目	学 科	研究 代 表 者	研 究 課 題
特定領域研究	材料機能工学科	教授 天 野 浩	ワットクラス超高出力紫外レーザダイオードの実現
基盤研究 (A) 海外	建 築 学 科	教授 溝 口 明 則	クメール帝国地方拠点の都市遺跡と寺院遺構に関する研究
基盤研究 (B)	情 報 工 学 科	教授 板 倉 文 忠	多元観測信号を用いた音信号の予測及び復元に関する研究
基盤研究 (B)	情 報 工 学 科	教授 柳 田 康 幸	香り空間の局所型制御技術に関する研究
基盤研究 (B)	材料機能工学科	教授 成 塚 重 弥	光・電子集積回路用長寿命発光素子のための Si 上無転位 GaN の成長
基盤研究 (B)	建設システム工学科	教授 宇 佐 美 勉	制震ダンパーによる動的挙動が複雑な鋼橋の耐震補強に関する研究
基盤研究 (B)	建 築 学 科	教授 松 井 徹 哉	浮屋根と液体の非線形性を考慮した大型液体貯槽の地震時スロッシング理論の体系化
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 北 岡 良 之	代数体の素数を法とする単数の分布
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 齊 藤 公 明	無限次元確率過程の構成的研究と量子情報解析への展開
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 鈴 木 紀 明	ベルグマン空間のポテンシャル論的解析
基盤研究 (C)	情 報 工 学 科	教授 田 中 敏 光	学生の動きと教示情報との相関から講義中の学生の集中度を評価するシステムの開発
基盤研究 (C)	情 報 工 学 科	教授 山 田 啓 一	周辺車両ドライバの状態推定
基盤研究 (C)	情 報 工 学 科	教授 渡 邊 晃	安全性と柔軟性を両立させるフレキシブルプライベートネットワークの実現
基盤研究 (C)	電気電子工学科	教授 平 松 美 根 男	カーボンナノウォールを基盤とするエネルギーデバイスの開発
基盤研究 (C)	材料機能工学科	教授 上 山 智	光制御のための半導体ナノ構造作製
基盤研究 (C)	材料機能工学科	准教授 丸 山 隆 浩	光励起ガスソース成長法によるカーボンナノチューブの作製
基盤研究 (C)	建設システム工学科	教授 板 橋 一 雄	河川堤防の合理的構造検討に向けた礫混じり堤体材料の力学特性の再評価
基盤研究 (C)	環 境 創 造 学 科	准教授 谷 口 義 則	地球温暖化及び河川工作物が世界自然遺産・知床半島の淡水魚類に及ぼす影響評価
基盤研究 (C)	建 築 学 科	教授 鈴 木 博 志	小規模多機能型デイサービス施設の創作的地域交流ネットワーク活動に関する研究
基盤研究 (C)	建 築 学 科	教授 高 井 宏 之	公的宿泊施設の地域に果たす役割と有効利用手法
基盤研究 (C)	建 築 学 科	教授 寺 西 浩 司	骨材の粒度分布を合理的に考慮できるコンクリートの調合設計法の確立
基盤研究 (C)	建 築 学 科	教授 武 藤 厚	エネルギー関連等の大規模貯蔵施設の完全埋設化に関する基礎的研究
基盤研究 (C)	建 築 学 科	准教授 岡 田 恭 明	都市部を通過する幹線道路周辺における騒音の予測手法および保全対策に関する研究
基盤研究 (C)	教 養 教 育	教授 中 山 章 宏	生物集団の運動の統一的模型と相転移としての群れ形成
基盤研究 (C)	教 養 教 育	教授 日 比 野 隆	耐塩性ラン藻の遺伝子破壊株を用いた Ca <sup>2+</sup> /H <sup>+</sup> + アンチポーターの機能解析
基盤研究 (C)	教 養 教 育	准教授 六 田 英 治	スピン偏極単原子電子源の創製
萌芽研究	理 工 学 部	教授 田 中 啓 介	高エネルギー放射光マイクロイメージングと応力の同時計測によるき裂損傷評価
萌芽研究	建設システム工学科	教授 宇 佐 美 勉	新素材を用いた高機能制震ダンパーの開発
萌芽研究	建設システム工学科	教授 小 高 猛 司	海溝型長周期地震時の鋭敏粘土地盤の被害予測法の構築
若手研究 (A)	建 築 学 科	助 教 吉 永 美 香	ルーフボンドを用いた近赤外放射エネルギーの制御と有効利用
若手研究 (B)	情 報 工 学 科	准教授 吉 川 雅 弥	自己診断・自律回復を実現する高信頼・無故障 LSI に関する研究
若手研究 (B)	機械システム工学科	准教授 來 海 博 央	ナノ領域ひずみ測定用多機能近接場ラマン分光装置の開発によるバイオ圧電材の機能評価
若手研究 (B)	環 境 創 造 学 科	准教授 大 影 佳 史	昼夜間の景観の様相変化とその識別構造のモデル化
若手研究 (B)	環 境 創 造 学 科	准教授 堀 和 明	湿潤変動帯におけるファンデルタの形成過程
若手研究 (B)	環 境 創 造 学 科	助 教 小 塩 達 也	橋梁応答値に基づく車両軸重の動的変動の測定
若手研究 (B)	建 築 学 科	助 教 平 岩 陸	小径コア法を用いた既存建築物のコンクリート強度推定に関する解析的研究
若手研究(スタートアップ)	数 学 科	助 教 長 郷 文 和	自明な結び目を識別する結び目不変量の構造研究



## 平成 21 年度

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
建設システム工学科	教 授 宇佐美 勉	制震構造化等の新しい概念による構造物の耐震性能向上プロジェクト

## 2. 文部科学省地域科学技術振興事業 知的クラスター創成事業（第Ⅱ期）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
電気電子工学科	教 授 平松美根男	先進プラズマナノ基盤技術の開発 [超高密度ラジカルソース・プロセス技術の開発]

## 3. 文部科学省地域科学技術振興事業 知的クラスター創成事業（第Ⅱ期）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教 授 天 野 浩	高効率光・パワーデバイス部材の開発 [低消費電力高輝度高演色性 LED、環境対応モニタリング用センサーの開発]

## 4. 文部科学省地域科学技術振興事業 知的クラスター創成事業（第Ⅱ期）先進プラズマナノ科学研究拠点形成プログラム（広域化プログラム）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教 授 天 野 浩	プラズマナノ科学を基盤とした超高速・超高精度プラズマプロセス技術 [プラズマ制御デバイス集積プロセス]

## 5. 経済産業省中部経済産業局地域イノベーション創出研究開発事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教 授 安藤 義則	表面にカーボンナノチューブを成長させた新型炭素繊維の開発

## 6. 経済産業省中部経済産業局地域イノベーション創出研究開発事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
電気電子工学科	教 授 伊藤 昌文	環境調和型社会を実現する超小型携帯下水モニタリング装置の開発

## 7. 経済産業省中部経済産業局地域イノベーション創出研究開発事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
建 築 学 科	准教授 吉永 美香	低放射金属薄膜を付与した省エネルギー貢献型遮熱三州瓦の開発

## 8. 経済産業省中部経済産業局戦略的基盤技術高度化支援事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
交 通 学 科	教 授 小川 宏隆	低熱膨張率・高熱伝導性基板等の研究開発

## 9. 国土交通省河川局河川計画課河川情報対策室河川技術研究開発（地域課題分野）

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
建設システム工学科	助 教 溝口 敦子	砂州挙動の解明と自然河岸形成に関する研究

## 10. 総務省戦略的情報通信研究開発推進制度（SCOPE）【地域 ICT 振興型研究開発】

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
電気電子工学科	教 授 都竹愛一郎	地上デジタル放送の受信環境評価法ならびに高性能受信機の研究開発

## 11. (独) 科学技術振興機構地域イノベーション創出総合支援事業重点地域研究開発推進プログラム「シーズ発掘試験」

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
情 報 工 学 科	教 授 渡 邊 晃	G S C I P によるリモート学内サービスの提供

## 12. (独) 科学技術振興機構地域イノベーション創出総合支援事業重点地域研究開発推進プログラム「シーズ発掘試験」

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
情報工学科	准教授 吉川 雅弥	少量多品種展開を可能とするビアプログラマブルデバイスの開発と実用化

## 13. (独) 科学技術振興機構地域イノベーション創出総合支援事業重点地域研究開発推進プログラム「シーズ発掘試験」

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教 授 上山 智	高効率ポーラスSiC蛍光基板の開発

## 14. (独) 科学技術振興機構地域イノベーション創出総合支援事業重点地域研究開発推進プログラム「シーズ発掘試験」

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教 授 成塚 重弥	温度差法を用いた持続的成長が可能な液相成長技術の開発

## 15. (独) 科学技術振興機構地域イノベーション創出総合支援事業重点地域研究開発推進プログラム「シーズ発掘試験」

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
交通科学科	准教授 菅 章 紀	高周波用マイクロ波誘電体材料とそのLTCCの開発

## 16. (独) 科学技術振興機構地域イノベーション創出総合支援事業重点地域研究開発推進プログラム「シーズ発掘試験」

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
教養教育	教 授 高倍 昭洋	耐塩性ラン藻のNa <sup>+</sup> /H <sup>+</sup> アンチポーター遺伝子を用いたストレス耐性エネルギー植物の開発

## 17. (独) 科学技術振興機構戦略的国際科学技術協力推進事業 (研究交流型)

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
建設システム工学科	教 授 宇佐美 勉	棟梁構造物の大地震被害予測技術の高度化と制震技術の開発

## 18. (独) 科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業 (CREST)

大 学 院	研 究 代 表 者	研 究 課 題
情報工学科	教 授 柳田 康幸	マルチモーダルディスプレイ技術の研究

## 19. (独) 科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業 (CREST)

大 学 院	研 究 代 表 者	研 究 課 題
情報工学科	准教授 吉川 雅弥	耐タンパプログラマブルLSI設計CAD構築

## 20. (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) イノベーション実用化助成事業

大 学 院	研 究 代 表 者	研 究 課 題
情報工学科	教 授 柳田 康幸	VRマーケティングシステム "A Viewer" の開発

## 21. (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) (ナノテクノロジープログラム・革新的部材産業創出プログラム) ナノテク・先端部材実用化研究開発

大 学 院	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教 授 坂東 俊治	カーボンナノホーンを用いたフッ素貯蔵材料の研究開発

## 22. (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発

大 学 院	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教 授 天野 浩	窒化物系化合物半導体基板・エピタキシャル成長技術の開発

## 23. (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) マスク設計・描画・検査総合最適化技術開発

大学院	研究代表者	研究課題
電気電子工学科	助教 村田 英一	「マスク描画装置技術の研究開発」側壁保護膜被覆型六硼素化合物を用いた熱電界放射型電子銃技術の研究

## 24. (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 新エネルギー技術開発 革新的太陽光発電技術研究開発 (革新型太陽電池国際研究拠点整備事業)

大学院	研究代表者	研究課題
材料機能工学科	教授 天野 浩	ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発 (広帯域 AlGaInN)

## 25. 全国中小企業団体中央会ものづくり中小企業製品開発等支援補助金 (試作開発等支援事業)

大学院	研究代表者	研究課題
材料機能工学科	教授 天野 浩	LED 投光器の光路設計、放熱設計およびその測定

## 26. 全国中小企業団体中央会ものづくり中小企業製品開発等支援補助金 (実証等支援事業)

大学院	研究代表者	研究課題
材料機能工学科	教授 大河内 正人	活性炭への金属触媒担持方法の探索とカーボンナノチューブ合成にあたっての機能評価

## 27. (財) 運輸政策研究機構

大学院	研究代表者	研究課題
建設システム工学科	助教 鈴木 温	環境影響を考慮した交通計画制度の変遷と現状に関する研究

## 28. 文部省科学研究費補助金研究一覧

研究種目・方式	学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
特定領域研究	材料機能工学科	教授 天 野 浩	ワットクラス超高出力紫外レーザーダイオードの実現
基盤研究 (A) 海外	建 築 学 科	教授 溝 口 明 則	クメール帝国地方拠点の都市遺跡と寺院遺構に関する研究
基盤研究 (B)	材料機能工学科	教授 成 塚 重 弥	光・電子集積回路用長寿命発光素子のための Si 上無転位 GaN の成長
基盤研究 (B)	建設システム工学科	教授 宇 佐 美 勉	制震ダンパーによる動的挙動が複雑な鋼橋の耐震補強に関する研究
基盤研究 (B)	情 報 工 学 科	教授 柳 田 康 幸	香り空間の局所型制御技術に関する研究
基盤研究 (B)	建 築 学 科	教授 松 井 徹 哉	浮屋根と液体の非線形性を考慮した大型液体貯槽の地震時スロッシング理論の体系化
基盤研究 (B)	理 工 学 部	教授 田 中 啓 介	ナノ結晶金属薄膜の疲労損傷機構に関する微視破壊力学的研究
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 北 岡 良 之	代数体の素数を法とする単数の分布
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 鈴 木 紀 明	ベルグマン空間のポテンシャル論的解析
基盤研究 (C)	教 養 教 育	教授 中 山 章 宏	生物集団の運動の統一的模型と相転移としての群れ形成
基盤研究 (C)	材料機能工学科	准教授 六 田 英 治	スピン偏極単原子電子源の創製
基盤研究 (C)	環 境 創 造 学 科	准教授 谷 口 義 則	地球温暖化及び河川工作物が世界自然遺産・知床半島の淡水魚類に及ぼす影響評価
基盤研究 (C)	情 報 工 学 科	教授 山 田 啓 一	周辺車両ドライバの状態推定
基盤研究 (C)	情 報 工 学 科	教授 田 中 敏 光	学生の動きと教示情報との相関から講義中の学生の集中度を評価するシステムの開発
基盤研究 (C)	建 築 学 科	教授 武 藤 厚	エネルギー関連等の大規模貯蔵施設の完全埋設化に関する基礎的研究
基盤研究 (C)	建 築 学 科	教授 寺 西 浩 司	骨材の粒度分布を合理的に考慮できるコンクリートの調査設計法の確立
基盤研究 (C)	建 築 学 科	教授 高 井 宏 之	公的宿泊施設の地域に果たす役割と有効利用手法
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 齊 藤 公 明	無限次元ラプラス作用素の一般化と確率過程構成法および量子情報解析への展開
基盤研究 (C)	材料機能工学科	准教授 丸 山 隆 浩	表面分解法によるカーボンナノチューブ/SiCヘテロ接合の作製と物性評価
基盤研究 (C)	建設システム工学科	教授 葛 漢 彬	土木鋼構造物の延性破壊照査法の開発に関する研究
基盤研究 (C)	環 境 創 造 学 科	教授 牧 野 内 猛	地震災害軽減と沖積層基底礫層実態把握のための濃尾平野表層地質の解明
基盤研究 (C)	環 境 創 造 学 科	准教授 日 比 義 彦	不飽和地盤中に残留する鉱物油の探査方法に関する研究
基盤研究 (C)	教 養 教 育	教授 日 比 野 隆	耐塩性ラン藻由来の分子シャペロン DnaK の機能強化の解明
若手研究 (A)	建 築 学 科	准教授 吉 永 美 香	ルーフボンドを用いた近赤外放射エネルギーの制御と有効利用
若手研究 (A)	材料機能工学科	准教授 岩 谷 素 顕	革新的・ハイブリッド・タンデム型白色LED
若手研究 (B)	環 境 創 造 学 科	准教授 堀 和 明	湿潤変動帯におけるファンデルタの形成過程
若手研究 (B)	情 報 工 学 科	准教授 吉 川 雅 弥	自己診断・自律回復を実現する高信頼・無故障LSIに関する研究
若手研究 (B)	環 境 創 造 学 科	助 教 広 瀬 正 史	降水システム群の時空間変化
若手研究 (B)	機械システム工学科	准教授 來 海 博 央	EBSDF法による3次元ナノ空間ひずみ場スキャニング技術の開発と歪シリコンへの応用
若手研究 (B)	機械システム工学科	助 教 久 保 貴	液相乱流中の物質拡散・反応過程の解明と確率モデルの構築に関する研究
若手研究 (B)	材料機能工学科	助 教 榎 本 和 城	キャピティ通電加熱金型の適用によるポリ乳酸の射出成形サイクルの短縮化
若手研究 (スタートアップ)	数 学 科	助 教 長 郷 文 和	自明な結び目を識別する結び目不変量の構造研究
若手研究 (B)	環 境 創 造 学 科	准教授 大 影 佳 史	昼夜間の景観の様相変化とその識別構造のモデル化
若手研究 (B)	環 境 創 造 学 科	准教授 堀 和 明	湿潤変動帯におけるファンデルタの形成過程
若手研究 (B)	環 境 創 造 学 科	助 教 小 塩 達 也	橋梁応答値に基づく車両軸重の動的変動の測定
若手研究 (B)	建 築 学 科	助 教 平 岩 陸	小径コア法を用いた既存建築物のコンクリート強度推定に関する解析的研究



## 平成 12 年度～平成 21 年度学外研究助成一覧

## 平成 12 年度

学科	助成被交付者		助成団体名	研究課題
情報科学科	助 教 授	中 野 倫 明	(財)日比科学技術振興財団	高齢者の動体視力低下を考慮した情報表示に関する研究
電気電子工学科	教 授	内 藤 克 彦	(財)大幸財団	講演：メキシコ国における絶縁材料研究の現状(海外派遣)
材料機能工学科	教 授	西 永 頌	(財)泉科学技術振興財団	第 13 回結晶政調国際会議組織委員会
	助 教 授	天 野 浩	(財)日東学術振興財団	ナイトライドによる紫～紫外レーザーダイオードの研究(海外派遣)
機械システム工学科	講 師	ベトロス アブラハ	(財)日東学術振興財団	超硬質窒化物(c-BN)薄膜形成に関する研究(海外派遣)
建設システム工学科	教 授	栗 本 謙	(財)住友海上福祉財団	ドライバーの生理反応に基づく交通事故危険度の指標化に関する研究

## 平成 13 年度

学科	助成被交付者		助成団体名	研究課題
電気電子工学科	教 授	内 藤 克 彦	(財)大幸財団	講演：環境関連技術および大学の果たすべき役割(海外派遣)
	助 教 授	平 松 美 根 男	(財)市原国際奨学財団	カーボンナノ構造体の形成メカニズムの解明と次世代電子デバイスへの応用
			(財)日東学術振興財団	ダイヤモンド薄膜を用いた次世代電子デバイスの開発(海外派遣)
	助 教 授	山 中 三 四 郎	(財)日比科学技術振興財団	インターネットを利用した太陽光発電の発電量平準化に関する研究
材料機能工学科	教 授	安 藤 義 則	(財)東海産業技術振興財団	カーボンナノチューブの高輝度フィールドエミッターへの応用
	助 教 授	宇 佐 美 初 彦	(財)内藤科学技術振興財団	脆性材料の微小強度評価
			(財)日東学術振興財団	材料加工に関する国際会議(海外派遣)
建築学科	教 授	鈴 木 博 志	(財)大幸財団	日本マンション学会第 11 回名古屋大会(開催助成)
理工学部	特任教授	飛 田 武 幸	(財)大幸財団	確率解析と応用国際学会(海外派遣)

## 平成 14 年度

学科	助成被交付者		助成団体名	研究課題
数学科	教授	松澤 忠人	(財)大幸財団	名城大学理工学部とフィリピン大学理工学部の 学術交流協定にもとづく研究者派遣
情報科学科	講師	佐川 雄二	(財)名古屋産業科学研究所	運転時におけるドライバーの挙動の試測とシミュレーション (海外派遣)
			(財)日比科学技術振興財団	実用的な音環境における音声認識のための雑音除去に関する研究
電気電子工学科	教授	内藤 克彦	(財)大幸財団	講演：キューバの電力産業について
材料機能工学科	助教授	成塚 重弥	(財)日東学術振興財団	Si 基板上の発光素子の実現 (海外派遣)
		坂東 俊治	(財)日東学術振興財団	ナノチューブ内空間を利用したハイブリッド材料の評価研究
機械システム工学科	講師	來海 博央	(財)日東学術振興財団	不均室構造体のマルチスケールモデリングによる破壊機構の解明と信頼性評価技術の開発の基礎的研究

## 平成 15 年度

学科	助成被交付者		助成団体名	研究課題
情報科学科	教授	渡邊 晃	(財)柏森情報科学振興財団	移動可能な P2P 通信を実現する動的処理解決プロトコルの研究
	講師	佐川 雄二	(財)堀情報科学振興財団	話題の流れを把握しやすいネットワーク・チャット・システムのインターフェイス
電気電子工学科	教授	内藤 克彦	(財)大幸財団	講演：タイ王国の電力産業について (海外派遣)
	助教授	平松 美根男	(財)中部電力基礎技術研究所	ラジカル注入を用いた新規薄膜堆積法によるカーボンナノウォールの形成と成長メカニズムの解明
			(財)日比科学技術振興財団	廃水処理用ダイヤモンド電極に関する研究
		山中 三四郎	(財)日東学術振興財団	太陽光発電システムの診断技術に関する研究 (海外派遣)
材料機能工学科	助教授	服部 友一	(財)日東学術振興財団	整形外科領域における生体材料の研究開発 (海外派遣)
	講師	丸山 隆浩	(財)日東学術振興財団 (財)日本板硝子材料工学助成会	LEP 法によるメサ型パターン基板上への Ge 薄膜成長 (海外派遣) 走査電子顕微鏡その場観察による窒化物半導体の成長機構の解明
交通科学科	教授	小川 宏隆	(財)村田学術振興財団	ミリ波用高 Q・低誘電率誘電体材料の DV - X a 法による材料設計に関する研究
建設システム工学科	助教授	松本 幸正	(財)市原国際奨学財団	不明
建築学科	助教授	武藤 厚	(財)前田記念工学振興財団	既存の大型 RC シェルの耐震性能評価に関する研究

## 平成 16 年度

学科	助成被交付者		助成団体名	研究課題
数学科	助 教 授	土 田 哲 生	(財)日東学術振興財団	周期係数をもつ楕円型偏微分作用素のグリーン関数の漸近形について
情報工学科	教 授	高 橋 友 一	(財)日比科学技術振興財団	キーフレームを用いたロボットの動作生成法の研究
電気電子工学科	教 授	内 藤 克 彦	(財)大幸財団	講演：メキシコの大学教育および情報技術の電力分野への応用他（海外派遣）
	講 師	村 本 裕 二	(財)日東学術振興財団	極限環境下における電気絶縁性能の向上に関する研究（海外派遣）
材料機能工学科	助 教 授	宇 佐 美 初 彦	(財)天田金属加工機械技術振興財団	石灰灰を応用した打抜き加工用パンチの長寿命化技術の開発
機械システム工学科	教 授	大 槻 敦 巳	ばね技術研究会	傾斜機能性ばね材料における機械的特性（弾性係数）測定法の開発
建設システム工学科	助 教 授	松 本 幸 正	(財)日比科学技術振興財団	地方都市における住民が求める生活環境要因の比較分析
教養教育	教 授	森 田 健 治	(財)中部電力基礎技術研究所	第 15 回非弾性イオン表面衝突国際ワークショップ

## 平成 17 年度

学科	助成被交付者		助 成 団 体 名	研 究 課 題
電気電子工学科	助 教 授	平 松 美 根 男	(財)池谷科学技術振興財団	ラジカル征御による新規カーボンナノ構造体（カーボンナノウォール）の形成と次世代電子デバイスへの応用
			(財)カシオ科学振興財団	ラジカル征御による新規カーボンナノ構造体の創成と次世代電子デバイスへの応用
材料機能工学科	講 師	岩 谷 素 顕	(財)村田学術振興財団	高効率緑色発光素子の開発
			(財)カシオ科学振興財団	高効率緑色発光素子の開発に関する研究報告
建築学科	講 師	岡 田 恭 明	(財)日比科学振興財団	中高層ビルが連坦する市街地沿道における道路交通騒音の予測手法及び環境保全対策方法に関する研究
理工学研究科	教 授	飯 島 澄 男	(独行)日本学術振興会	第 2 回韓国 カーボンナノチューブに関するシンポジウム

## 平成 18 年度

学科	助成被交付者		助成団体名	研究課題
材料機能工学科	講 師	岩 谷 素 顕	(財)池谷科学技術振興財団	次世代小型・超高効率 GaN 系ナイトライドハイパワートランジスタの開発
	助 教 授	丸 山 隆 浩	(財)立松財団	2006 年アメリカ材料学会・秋季講演会(06 年 MRS fall meeting)における研究発表および関連研究動向調査
	講 師	岩 谷 素 顕	(財)立松財団	伝導型低損失ナイトライド系半導体縦スイッチング素子
			(財)光科学技術研究振興財団	高効率緑色半導体発光素子の実現
			(財)矢崎科学技術振興記念財団	一次元量子効果ナイトライド系半導体トランジスタの開発
交通科学科	講 師	中 島 公 平	(財)日比科学技術振興財団	家庭用携帯電源としての小型燃料電池の性能向上に関する研究
			(財)内藤科学技術振興財団	各種燃料による小型固体高分子形燃料電池の発電性能向上のための基礎研究
			(財)日東学術振興財団	導風板による空冷エンジンの冷却向上のための研究
建設システム工学科	講 師	溝 口 敦 子	(財)日東学術振興財団	砂州地形の形状特徴に関する研究

## 平成 19 年度

学科	助成被交付者		助成団体名	研究課題
材料機能工学科	准 教 授	岩 谷 素 顕	(財)大幸財団	紫外線発光素子の発光効率の内部電解依存性に関する研究
	准 教 授	丸 山 隆 浩	(財)村田学術振興財団	"Grown mechanism of carbon nanotube in surface decomposition of SiC-nanotube from semiconductor"
機械システム工学科	准 教 授	大 島 成 通	(財)日東学術振興財団	スポーツ工学におけるシュミレーション解析に関する研究
		來 海 博 央	(財)立松財団	ナノエレクトロニクスデバイス用高精度ひずみ評価技術の開発
		楊 劍 鳴	(財)日比科学技術振興財団	家庭内生活環境センシング基礎研究
環境創造学科	准 教 授	堀 和 明	(財)福武学術文化振興財団	コア試料解析による越後平野河成堆積物の層相と堆積速度の解明
教養教育	教 授	田 中 義 人	(財)日比科学技術振興財団	都市緑化に適した高い光合成能・環境ストレス耐性に関する植物遺伝子の評価



## 平成 20 年度

学科	助成被交付者		助成団体名	研究課題
電気電子工学科	准教授	村本裕二	(財)中部電力基礎技術研究所	植物の成長に及ぼす電界の影響
	助教	村田英一	(財)日東学術振興財団	真空ナノエレクトロニクス (派遣)
材料機能工学科	准教授	岩谷素顕	(財)日東学術振興財団	GaN 系紫外光素子に関する研究 (派遣)
機械システム工学科	教授	アブラハ・ベトロス	(財)大澤科学技術振興財団	電子ビーム励起プラズマプロセスにおける N <sub>2</sub> の解離度 (国際交流)
交通科学科	助教	西村尚哉	(財)池谷科学技術振興財団	ナノインデンテーション試験と弾塑性有限要素解析による薄膜多層材の特性評価 (海外派遣)
建設システム工学科	教授	小高猛司	(財)中部電力基礎技術研究所	放射性廃棄物の地層処分における圧縮ベントナイト緩衝材の力学的挙動の予測手法の開発

## 平成 21 年度

学科	助成被交付者		助成団体名	研究課題
数学科	助教	長郷文和	(財)日東学術振興財団	DNA 結び目に関する研究視点からの結び目不変量の構造研究 (海外派遣)
情報工学科	准教授	小中英嗣	(財)日東学術振興財団	鋼板処理プロセスのためのモデル予測制御に基づく速度制御手法 (海外派遣)
電気電子工学科	准教授	村本裕二	(財)日比科学技術振興財団	電界による植物成長の促進
電気電子工学科	助教	村田英一	(財)堀情報科学振興財団	次世代電子線リソグラフィ装置用の高輝度・高エミッタンス電子銃の開発
材料機能工学科	准教授	岩谷素顕	(財)池谷科学技術振興財団	AlGaIn 系窒化物半導体による超高感度センサの開発
交通科学科	准教授	中島公平	(財)永井科学技術財団	空冷エンジンシリンダの冷却向上のための研究
			(財)名古屋産業科学研究所	小型直接メタノール形燃料電池の発電特性に及ぼす供給空気加湿の影響
環境創造学科	准教授	大影佳史	(財)日比科学技術振興財団	昼夜間の景観様相の変化とその記述に関する研究
建築学科	准教授	大塚貴弘	(財)内藤科学技術振興財団	建築鋼構造部材に対する局部座屈を考慮した梁要素モデルの開発

## 平成 12 年度～平成 21 年度受託研究一覧

## 平成 12 年度

学科	受託研究担当者		受託研究題目
電気電子工学科	教 授	下 山 宏 大 江 俊 美	高速電子ビーム直描用電子銃に関する研究
		清 水 教 之	電界発光による劣化特性調査研究
			電界発光と絶縁劣化に関する研究
材料機能工学科	教 授	赤 崎 勇 天 野 浩	窒化物半導体受光素子による火災センサの開発
	助 授	泉 満 明	GaN 系短波超半導体レーザ製造技術
建設システム工学科	教 授	飯 坂 武 男	コンクリート構造物の補修・補強に関する研究（その5）
	助 授	飯 坂 武 男	岩接着工法におけるDKボンドモルタルに関する研究

## 平成 13 年度

学科	受託研究担当者		受託研究題目
電気電子工学科	教 授	下 山 宏 大 江 俊 美	高速電子ビーム直描用電子銃に関する研究
		清 水 教 之	経年CVデブリ電界発光評価研究
		赤 崎 勇 天 野 浩	GaN 系短波超半導体レーザ製造技術
材料機能工学科	特任教授	赤 崎 勇 天 野 浩	ホウ化物基盤上への窒化ガリウムのエビ成長
	助 授	赤 崎 勇 天 野 浩	窒化ガリウムのエビ成長におけるサファイア基板のパラメータ探究
	教 授	安 藤 義 則	ガス流量制御によるカーボンナノチューブの大量製法に関する研究
	助 授	天 野 浩	窒化ガリウム及び窒化アルミニウムガリウム用の高純度アンモニアの品質評価の研究
		天 野 浩 上 山 浩 智	窒化物半導体受光素子による火災センサの開発
		成 塚 重 弥	化合物半導体発光素子の高性能化を目指した電流狭窄層や光導波路構造の作製と最適化
助 授	坂 東 俊 治	ハイブリッド単層カーボンナノチューブの作製および物性に関する研究	
機械システム工学科	教 授	大 道 武 生	建設機械の新駆動法の研究
建設システム工学科	助 授	新 井 宗 之	ポリマーセメントの粗度係数に関する基礎的研究
		飯 坂 武 男	岩接着工法におけるDKボンドモルタルに関する研究
建築学科	助 授	寺 西 浩 司	再生コンクリートの実工事適用に関する業務

## 平成 14 年度

学科	受託研究担当者		受託研究題目
電気電子工学科	教 授	下 山 宏	高速電子ビーム直描用電子銃に関する研究
		大 江 俊 美	
		清 水 教 之	経年C Vケーブル電界発光評価研究
材料機能工学科	教 授	天 野 浩	紫外発光素子の開発研究
		天 野 浩	窒化ガリウム及び窒化アルミニウムガリウム用の高純度アンモニアの品質評価の研究
	教 助 授 助 授	天 野 山 浩 智	窒化物半導体デバイスの作製と評価
	教 助 授 助 授	天 野 山 浩 智	窒化物半導体受光素子による火災センサの開発
	特 任 授 助 授 助 授	赤 崎 野 山 勇 浩 智	ZrB <sub>2</sub> 基板のGaN系発光ダイオードへの応用性確認及び紫外発光ダイオードへの可能性探究
	特 任 授 助 授 助 授	赤 崎 野 山 勇 浩 智	サファイア基板上窒化物系半導体の電子デバイスの作製およびその特性評価
	教 授	天 野 浩	ナイトライド系光デバイスの開発
	助 教 授	成 塚 重 弥	化合物半導体発光素子の高性能化を目指した電流狭窄層や光導波路構造の作製と最適化
		坂 東 俊 治	ハイブリッド単層カーボンナノチューブの作製および物性に関する研究
建設システム工学科	教 授	飯 坂 武 男	岩接着工法におけるDKボンドモルタルに関する研究
		泉 満 明	太径PCストランド鋼材の応力伝達長に関する研究
		松 井 寛	都市高速道路へのロードプライシングの受容性と検討課題に関する研究
	助 教 授	松 本 幸 正	名古屋高速道路の交通流と交通情報の提供に関する研究
環境創造学科	教 授	高 倍 昭 洋	メダル洗浄剤の開発

## 平成 15 年度

学科	受託研究担当者		受託研究題目
電気電子工学科	教 授	清 水 教 之	C Vケーブルの劣化診断に関する研究のうち電界発光特製による劣化診断手法の評価研究
		清 水 教 之	ゴム絶縁材料の劣化メカニズムにおける基礎研究
材料機能工学科	教 授	天 野 浩	窒化ガリウム及び窒化アルミニウムガリウム用の高純度アンモニアの品質評価の研究
		教 助 授 助 授 講 師	天 野 山 浩 智 岩 谷 素 顕
	特 任 授 助 授 助 授 講 師	赤 崎 野 山 勇 浩 智 岩 谷 素 顕	極限市街短波長光半導体の実用化開発
			ZrB <sub>2</sub> 基板のGaN系発光ダイオードへの応用性確認及び紫外発光ダイオードへの可能性探究
	教 助 授 助 授 助 授	天 野 山 浩 智 宇 佐 美 初 彦 成 塚 重 弥	サファイア基板上窒化物系半導体の電子デバイスの作製およびその特性評価
			ナイトライド系光デバイスの開発
			サファイア基板上に微細加工を形成する加工法の開発
建設システム工学科	教 授 講 師	飯 坂 武 男 岡 田 富 士 夫	岩接着工法におけるDKボンドモルタルに関する研究
	教 授	泉 満 明	太径PCストランド鋼材の応力伝達長に関する研究
	助 教 授	松 本 幸 正	名古屋高速道路の交通流と交通情報の提供に関する研究
建築学科	教 授 助 教 授	吉 久 光 一	都市環境における複数振動源の同定手法に関する基礎的研究
		寺 西 浩 司	大規模建設工事に係る騒音予測手法の基礎研究
			超高強度コンクリートのクリープ性状に関する研究

平成 16 年度

学科	受託研究担当者			受託研究題目
情報工学科	教 授	山 本 新	之 教	情報提示によるドライバの行動変化に関する研究
		山 中 倫 新	明 教	ドライバの運転状態と年齢差を考慮した情報提示方法に関する研究
電気電子工学科	教 授	清 水 教 之	之 教	ゴム絶縁材料の劣化メカニズムにおける基礎研究
材料機能工学科	教 授	天 野 浩	浩 教	A I N系OCVD成長および特性評価に関する研究 窒化物半導体の研究
	教 助 授 教	天 上 野 山 浩 智	智 教	ナイトライド系光デバイスの開発
	教 講 授 師	天 岩 野 谷 素 浩 顕	顕 教	AlGaN 系半導体製造用超高純度アンモニアの試験研究
	特 任 授 助 講 授 助 講 授 師	赤 崎 野 山 谷 素 浩 智 顕	勇 浩 智 顕	AlGaN 窒化物半導体による受発光デバイスの開発
				ZrB <sub>2</sub> 単結晶基板を用いた395nm近紫外発光ダイオードの高効率化に関する研究
	教 授	安 藤 義 則	則 教	高結晶性単層カーボンナノチューブを利用した電磁波吸収材の開発
助 教 授	成 塚 重 弥	弥 教	化合物半導体基板へのヘテロエピタキシャルLPE成長技術開発 作製と最適化	
機械システム工学科	教 授	小 林 明 発	発 教	生体トライボロジー機構の応用研究 細径SUS304とSCM415の摩擦圧接特性
交通科学科	教 授	小 川 宏 隆	隆 教	マイクロ波誘導セラミックスの高性能化に関する基礎研究
建設システム工学科	教 授 授 助 講 授 師	飯 坂 武 男 雄 夫	夫 教	岩接着工法におけるDKボンドモルタルに関する研究
環境創造学科	教 授	垣 鏝 直	直 教	ホルムアルデヒドの吸収効果に関する検討 空気イオンのバランスの違いによる生理・心理への影響
	助 教 授	寺 西 浩 司	司 教	超高強度コンクリートの長期クリープ性状に関する研究

平成 17 年度

学科	受託研究担当者			研 究 課 題
情報工学科	教 授	津 川 定 之	之 教	車間通信応用システムに関する基礎的研究
		山 本 新	新 教	運転中のドライバのまばたきと視線方向の計測アルゴリズムの研究
電気電子工学科	教 授	清 水 教 之	之 教	ゴム絶縁材料の劣化メカニズムにおける基礎研究
材料機能工学科	教 授	天 野 浩	浩 教	A I N系MOCVD成長および特性評価に関する研究
				AlGaN 窒化物半導体による受発光デバイスの研究
				AlGaIn 系半導体製造用超高純度アンモニアの試験研究
				窒化物半導体の研究
	教 助 授 教	天 上 野 山 浩 智	智 教	ナイトライド系光デバイスの開発
	教 授 授 助 講 授 師 特 任 授 助 講 授 師	天 上 野 山 谷 素 浩 智 顕 勇	勇 浩 智 顕	サファイア基板上への窒化物系半導体のエビ成長、及び、電子走行素子 応用に関する研究
				極限紫外短波長光半導体の実用化開拓 ZrB <sub>2</sub> 単結晶基盤を用いた395nm近紫外線発光ダイオードの高効率 化に関する研究
	教 授	成 塚 重 弥	弥 教	化合物半導体基板へのヘテロエピタキシャルLPE成長技術開発
助 教 授	宇 佐 美 初 彦	彦 教	高出力LED実装の周辺技術の開発	
助 教 授	宇 佐 美 初 彦	彦 教	微粒子投射法を用いた摺動部材の表面改質技術の探索	
助 教 授	坂 え り 子	子 教	スプレーパイロリシス法による触媒用セラミックス薄膜の作製と評価	
建設システム工学科	教 授 授 助 講 授 師	飯 坂 武 男 雄 夫	夫 教	岩接着工法におけるDKボンドモルタルの接着特性に関する研究
	教 授	板 橋 一 雄	雄 教	土系弾性舗装材の強度発現のメカニズム及び耐久性の調査
	助 教 授	松 本 幸 正	正 教	くるりんばすの利用実態と利用者意識に関する調査研究
環境創造学科	教 授	垣 鏝 直	直 教	名古屋高速道路における所要時間予測と情報提供方法に関する研究
建築学科	助 教 授	寺 西 浩 司	司 教	夏季におけるルームエアコン「おやすみ運転」のフィールドテスト 超高強度コンクリート (F <sub>c</sub> =100 ~ 150 N / m <sup>2</sup> 級) のクリープ性状 に関する研究



## 平成 18 年度

学科	受託研究担当者		受託研究課題
情報工学科	教授	津川定之	車々間通信応用システムに関する基礎的研究
	講師	坂野秀樹	音声分析・変換・再合成方法 STRAIGHT の組み込みボードへの移植
電気電子工学科	教授	清水教之	ゴム絶縁材料の劣化メカニズムにおける基礎研究
		都竹愛一郎	地上デジタルTV放送用簡易OFDM変調器の開発
材料機能工学科	教授	天野浩	溶液成長AIN単結晶の結晶物性に関する研究
			AIN系MOCVD成長および特性評価に関する研究
			AlGaIn系半導体製造用超高純度アンモニアの試験研究
	助教授	天野浩智	ナイトライド系光デバイスの開発
	助教授 講師 特任教授	天野浩智 岩谷素顕 赤崎勇	ZrB <sub>2</sub> 単結晶基盤を用いた395nm近紫外発光ダイオードの高効率化に関する研究
	教授	成塚重弥	化合物半導体基板上のヘテロエピタキシャルLPE成長技術開発
機械システム工学科	教授	大道武生	微粒子投射法を用いた摺動部材の表面改質技術の構築
			高密度性を有する鍍金膜の開発とその耐摩耗性被膜への応用
建設システム工学科	教授	飯坂武男 板橋一雄	平成18年度産学連携製造中核人材育成事業（メカトロニクス・ロボット分野の中核人材育成）に係る委託業務
			岩接着工法に用いるDKボンドモルタルの接着特性に関する研究
	助教授	新井宗之 小高猛司 松本幸正	砂礫粒子の形状評価法に関する研究
			ポリマーセメントを用いた農業用水回収における粗度係数に関する研究
			緩衝材の局所変形帯形成に関する基礎研究（周辺岩盤変形に伴う緩衝材の局所変形帯形成に関する基礎研究）
			くるりんばすの利用実態と利用者意識に関する調査研究
建設システム工学科 建築学科	助教授	石川靖晃 寺西浩司	清水中心市街地活性化地区における歩行者動向調査に関する研究
			名古屋高速道路における所要時間予測と情報提供方法に関する研究
環境創造学科	教授	垣鏝直	CFT柱のダイヤフラム近傍における強度低下の原因解明を目的とした解析的研究
建築学科	助教授	寺西浩司	冷房・涼快モードにおける好みの設定条件に関する実態調査 超高強度コンクリート（Fc=100～150N/mm <sup>2</sup> 超級）の長期クリープ性状に関する研究

## 平成 19 年度

学科	受託研究担当者		受託研究課題
情報工学科	教 授	津 川 定 之	車車間通信応用システムに関する基礎的研究
		山 本 新	飲酒時における運転特性に関する研究
		中 野 倫 明 山 本 新	認知症の早期発見のスクリーニングシステムの開発とその検証実験
	准 教 授	吉 川 雅 弥	SoC 構成法の研究 極低電力 L S I 設計技術に関する研究
電気電子工学科	教 授	都 竹 愛 一 郎	地上デジタル TV 放送用簡易 OFDM 変調器の開発
材料機能工学科	教 授	天 野 浩	ナイトライド系光デバイスの開発 GaN 単結晶評価とデバイス作製による評価 G a N 系エビ層分離技術の開発
		安 藤 義 則	カーボンナノチューブ (C N T) 複合材料の開発
		成 塚 重 弥	縦型マイクロチャンネルエピタキシーを利用した結晶基板作製技術の開発 化合物半導体基板上的ヘテロエピタキシャル L P E 成長技術開発
		岩 谷 素 顕	GaN 系窒化物半導体による高性能電力変換素子の開発
	准 教 授	宇 佐 美 初 彦	微粒子投射法を用いた摺動部材の表面改質技術の構築 2
	機械システム工学科	教 授	大 道 武 生
建設システム工学科	教 授	飯 坂 武 男	岩接着工法に用いる DK ボンドモルタルの接着特性に関する研究
		小 高 猛 司	緩衝材の局所変形帯形成に関する基礎研究 長周期海溝型地震時の鋭敏粘土地盤の被害予測に関する研究
		松 本 幸 正	名古屋高速道路における所要時間予測と情報提供方法に関する研究 路線バスの利用実態と利用者意識に関する調査研究
建設システム工学科 建築学科	准 教 授	石 川 靖 晃 寺 西 浩 司	CFT 柱のダイヤフラム近傍における強度低下に関する解析的研究
環境創造学科	教 授	垣 鐸 直	夏期の睡眠時におけるルームエアコンの快眠制御の効果検証
建築学科	教 授 准 教 授	吉 岡 久 光 岡 田 恭 一 明	工場施設から発生する騒音の周辺住居に及ぼす影響に関する研究

## 平成 20 年度

学科	受託研究担当者		受託研究課題
情報工学科	教 授	津 川 定 之	車々間通信の渋滞緩和に関する基礎研究
電気電子工学科	教 授	清 水 教 之	ゴム絶縁材料の劣化メカニズムの基礎研究
		都 竹 愛 一 郎	地上デジタル T V 放送用簡易 O F D M 変調器の開発
材料機能工学科	教 授	天 野 浩	LED・LD 用アンモニアの品質評価 高純度多結晶 AIN セラミックの評価 ナイトライド系光デバイスの開発 G a N 系エビ層分離技術の開発
		坂 東 俊 治	ナノカーボン材料の物性評価
		准 教 授	宇 佐 美 初 彦
	機械システム工学科	教 授	大 道 武 生
建設システム工学科	教 授	飯 坂 武 男	岩接着工法に用いる DK ボンドモルタルの耐久性に関する研究
		小 高 猛 司	緩衝材の局所変形帯形成に関する基礎研究 (周辺岩盤変形に伴う緩衝材の局所変形帯形成に関する基礎研究)
		松 本 幸 正	くるりんぱすの利用実態と利用者意識に関する調査研究 (アンケート調査等) 平成 20 年度清水中心市街地活性化地区に係る歩行者動向調査に関する研究
環境創造学科	助 教	新 井 宗 之	流砂によるコンクリート磨耗実験方法に関する検討
		小 塩 達 也	道路維持補修工事の内 F 型標識柱の風による振動の測定 および疲労耐久性評価業務委託
建築学科	教 授	寺 西 浩 司	超高強度 PC 部材のタイル追随性に関する実験研究
	教 授 准 教 授	吉 岡 久 光 岡 田 恭 一 明	大規模建設工事に伴う発破音の予測計算に関する基礎研究
教養教育	教 授	森 田 健 治	金属・酸化物二層複合水素貯蔵材料の貯蔵・放出特性試験

## 平成 21 年度

学科	受託研究担当者		研究課題
電気電子工学科	教 授	都 竹 愛 一 郎	地上デジタル TV 放送用簡易 OFDM 変調器の開発
材料機能工学科	教 授	天 野 浩 浩	GaN 系エビ層分離技術の開発
		天 野 浩 智	ナイトライド系光デバイスの開発
		坂 東 俊 治	ナノカーボン材料の物性評価
建設システム工学科	教 授	小 高 猛 司	不均質な堤防盛土材に対する三軸圧縮試験に関する研究
		松 本 幸 正	くるりんばすの利用実態と利用者意識に関する調査研究（アンケート調査等）
環境創造学科	助 教	小 塩 達 也	橋梁修繕工事の内軸重計測システム改修検討業務委託
建築学科	教 授	寺 西 浩 司	超高強度 Pca 部材のタイル追随性に関する研究
教養教育	教 授	加 藤 幸 久	なごや健康カレッジの試行（脳科学的発想からみる健康ウォーキングの開発）
理工学部	教 授	田 中 啓 介	繰り返し複合荷重に対する軽水炉機器・構造物の健全性評価に関する研究

## 平成 12 年度～平成 21 年度共同研究一覧

## 平成 17 年度

学科	共同研究者		研究課題
情報工学科	助 教 授	山 本 修 身	通信技術に基づいた自律分散型交通システムのアルゴリズム研究
材料機能工学科	教 授	安 藤 義 則	アーク放電法によるカーボンナノチューブの大量製法
建設システム工学科	教 授	松 井 寛	利用者均衡配分手法による都市域交通流モデルの再現性向上
	助 教 授	松 本 幸 正	
		藤 田 晃 弘	地吹雪下での交通安全施設用の LED 視認性研究
環境創造学科	教 授	垣 鏑 直	パッシブソーラー住宅の居住環境調査
建築学科	教 授	吉 久 光 一	屋外の騒音伝播性状に関する研究
	講 師	岡 田 恭 明	
教養教育	教 授	高 倍 昭 洋	ストレス耐性植物の開発

## 平成 18 年度

学科	共同研究者		研究課題
情報工学科	教 授	津 川 定 之	ITS のための車車間通信に関する研究 認知症を含む高齢者の運転能力判定方法とそのシステム化
		山 本 新	
		中 野 倫 明	
電気電子工学科	講 師	小 中 英 嗣	ハイブリッドシステム論を用いた鋼板酸洗プロセス制御ロジックの設計
材料機能工学科	教 授	天 野 浩	高純度多結晶 AlN セラミックの評価
		安 藤 義 則	アーク放電法によるカーボンナノチューブの大量製法
	研 究 員	趙 新 洛	
	井 上 栄		
	教 授	猿 木 勝 司	異種円筒材圧入時の変形解析に関する研究
助 教 授	宇 佐 美 初 彦	サンドブラスト処理を利用したすべり摺動面開発に関する研究	
建築学科	教 授	吉 久 光 一	屋外の騒音伝搬性状に関する研究
	助 教 授	岡 田 恭 明	
理工学研究科	教 授	飯 島 澄 男	多層カーボンナノチューブの圧力誘起構造変化と機械的特性
	COE 研究員	中 山 敦 子	



## 平成 19 年度

学科	共同研究者		研究課題
情報工学科	教授	山本新	飲酒時における運転特性に関する研究
	講師	小中英嗣	鉄鋼処理プロセスにおける操作ルールの自動生成
電気電子工学科	教授	辰野恭市	遠隔操作型マニピュレータ (PA10) システムのビジュアルフィードバック制御に関する概念検討及び設計方針の策定
			液滴計測装置の開発
			遠隔移動台車の自律移動制御に関する概念検討及び設計
			グローブボックスの遠隔解体シミュレーションに関する研究開発
材料機能工学科	教授	天野浩 上山智	紫外線受発光素子の研究開発全般
	准教授	岩谷素顕	
機械システム工学科	教授	大道武生	縫製条件データベースの応用研究
	准教授	來海博央	電子部品の長期信頼性評価技術の開発
理工学部	特任教授	田中啓介	SCC き裂先端部の材料特性評価研究

## 平成 20 年度

学科	共同研究者		研究課題
情報工学科	教授	中野倫明	車両前方及びワイパ視認性に関する共同研究開発
	准教授	山田宗男	
	特任教授	山本新	
	教授	中野倫明	運転中の逆光による視界損失の定量的評価技術
	准教授	山田宗男	
	特任教授	山本新	
	准教授	山田宗男ほか6名	
電気電子工学科	教授	辰野恭市	遠隔操作型マニピュレータ (PA10) システムのビジュアルフィードバック制御に関する設計製作研究
			液滴計測装置の開発
			グローブボックスの遠隔解体シミュレーションに関する研究開発
		中條渉	ミリ波衛星通信システムの光制御アレーアンテナ技術及び降雨減衰補償ダイバーシティ技術に関する研究
材料機能工学科	教授	天野浩	昇華法による単結晶窒化アルミニウムの作成と評価
		天野浩	固体発光素子の試作と評価
	准教授	上山智	紫外線受発光素子の研究開発全般
		岩谷素顕	
	教授	安藤義則	CNT を使ったインクジェット印刷用インクの開発
	准教授	宇佐美初彦	長繊維カーボンナノチューブの製造方法に関する共同研究
機械システム工学科	教授	大道武生	縫製条件データベースの実用化研究
	准教授	來海博央	電子部品の長期信頼性評価技術の開発
	特任教授	田中啓介	

交通科学科	教 授	小 川 宏 隆	ゾルゲル法による無線 EL 薄膜の合成と評価に関する基礎研究
環境創造学科	助 教	小 塩 達 也	大型車荷重の動的特性に関する計測と構造物への影響
理工学部	特任教授	田 中 啓 介	SCC き裂先端部の材料特性評価研究

## 平成 21 年度

学科	共同研究者		研究課題
情報工学科	教 授	津 川 定 之	地球温暖化防止のための I T S 技術に関する研究
	教 授	柳 田 康 幸	VRマーケティングシステム" A V i e w e r" の開発
	教 授	山 田 啓 一	走行音による接近車両の検出の研究
	教 授	中 野 倫 明	車両前方視界及びワイパ視認性に関する共同研究
	准教授	山 田 宗 男	
	特任教授	山 本 新	香りによるドライバーの覚醒誘導技術に関する研究
	准教授	山 田 宗 男	
電気電子工学科	教 授	伊 藤 昌 文	近赤外超高感度新規ファイバ型キャビティリングダウン分光装置の開発
		辰 野 恭 市	液滴計測装置の開発
			遠隔操作型マニピュレータ ( P A 10) システムにおける 4 次元距離計測技術の開発
			作業環境・作業対象物の C A D 画像と L R F 点群情報のマッチングに関する研究
	助 教	村 田 英 一	H E E D における電子放出の観察と電子軌道解析 集束電極一体型フィールドエミッタの電子軌道シミュレーションと試作
材料機能工学科	教 授	天 野 浩	昇華法による単結晶窒化アルミニウムの作製と評価
			個体発光素子の試作と評価
			窒化物半導体の原子層エピタキシャル成長技術に関する共同研究
	准教授	安 藤 義 則	瀬戸・土岐の窯業技術を活用したカーボンナノチューブ大量製造法
准教授	宇 佐 美 初 彦	表面テクスチャーに関する研究	
機械システム工学科	教 授	大 道 武 生	デジタルテンションメータの応用化研究
交通科学科	教 授	相 馬 仁	操舵回避性能に着目した車両挙動シミュレーションに関する共同研究
建設システム工学科	教 授	松 本 幸 正	鉄道駅施設規模及び機能の最適化に関する研究
	准教授	石 川 靖 晃	外装タイル後張り仕上げの剥離防止対策
	助 教	鈴 木 温	環境影響を考慮した交通計画制度の変遷と現状に関する研究
建築学科	教 授	寺 西 浩 司	外装タイル後張り仕上げの剥離防止対策

## 平成 16 年度～平成 21 年度奨学寄附金一覧

## 平成 16 年度

学科	寄付金受納者		件数
情報工学科	教授	田中敏光	1件
	教授	津川定之	1件
電気電子工学科	教授	下山宏	4件
	教授	辰野恭市	2件
材料機能工学科	教授	飯島澄男	1件
	教授	天野浩	3件
	教授	安藤義則	2件
	教授	猿木勝司	1件
機械システム工学科	教授	江上登	2件
建設システム工学科	教授	原田守博	1件
	助教授	藤田晃弘	1件
環境創造学科	講師	日比義彦	1件
建築学科	教授	村田賢	1件
理工学部	特任教授	赤崎勇	1件

## 平成 17 年度

学科	寄付金受納者		件数
数学科	教授	古家守	1件
情報工学科	教授	田中敏光	1件
	教授	津川定之	2件
	教授	柳田康幸	1件
電気電子工学科	教授	下山宏	2件
	教授	池田晋	1件
	教授	河村英昭	1件
	助教授	平松美根男	2件
材料機能工学科	教授	天野浩	3件
	教授	猿木勝司	1件
	助教授	宇佐美初彦	2件
	講師	岩谷素顕	2件
機械システム工学科	教授	大槻敦巳	1件
	教授	江上登	1件
	教授	大道武生	1件
建設システム工学科	教授	原田守博	1件
	助教授	藤田晃弘	1件
	助教授	石川靖晃	1件
理工学研究科	教授	飯島澄男	1件
理工学部	特任教授	赤崎勇	1件

## 平成 18 年度

学科	寄付金受納者		件数
情報工学科	教 授	山本新・中野倫明	1 件
	教 授	柳 田 康 幸	1 件
	助 教 授	山 田 啓 一	1 件
電気電子工学科	教 授	池 田 晋	1 件
	教 授	下 山 宏	2 件
	教 授	大 江 俊 美	2 件
	講 師	村 田 英 一	1 件
材料機能工学科	教 授	天 野 浩	1 件
	教 授	猿 木 勝 司	1 件
	助 教 授	丸 山 隆 浩	1 件
	講 師	岩 谷 素 顕	5 件
機械システム工学科	教 授	江 上 登	1 件
交通科学科	講 師	中 島 公 平	2 件
建設システム工学科	教 授	原 田 守 博	3 件
	助 教 授	石 川 靖 晃	1 件
	助 教 授	小 高 猛 司	1 件
	講 師	溝 口 敦 子	1 件
建築学科	教 授	村 田 賢	1 件
	講 師	吉 永 美 香	2 件
理工学部	特任教授	赤 崎 勇	1 件
理工学研究科	教 授	飯 島 澄 男	1 件

## 平成 19 年度

学科	寄付金受納者		件数
情報工学科	教 授	津 川 定 之	1 件
電気電子工学科	教 授	大 江 俊 美	2 件
	教 授	辰 野 恭 市	1 件
	助 教	村 田 英 一	1 件
材料機能工学科	教 授	猿 木 勝 司	1 件
	准 教 授	岩 谷 素 顕	1 件
機械システム工学科	教 授	江 上 登	1 件
	准 教 授	楊 劍 鳴	1 件
	准 教 授	來 海 博 央	1 件
建設システム工学科	教 授	板 橋 一 雄	1 件
環境創造学科	准 教 授	大 影 佳 史	1 件
	准 教 授	堀 和 明	1 件
建築学科	助 教	平 岩 陸	1 件
	助 教	吉 永 美 香	1 件
教養教育	教 授	田 中 義 人	1 件
理工学部	特任教授	田 中 啓 介	1 件
		赤 崎 勇	1 件



## 平成 20 年度

学科	寄付金受納者		件数
情報工学科	教 授	津 川 定 之	1 件
	教 授	高 橋 友 一	1 件
	准 教 授	吉 川 雅 弥	2 件
	准 教 授	山 田 宗 男	1 件
電気電子工学科	教 授	大 江 俊 美	2 件
	助 教	村 田 英 一	2 件
材料機能工学科	教 授	猿 木 勝 司	1 件
	准 教 授	岩 谷 素 顕	1 件
	准 教 授	六 田 英 治	1 件
機械システム工学科	准 教 授	古 川 裕 之	1 件
交通科学科	助 教	西 村 尚 哉	1 件
建設システム工学科	教 授	板 橋 一 雄	1 件
	教 授	小 高 猛 司	1 件
	教 授	葛 漢 彬	1 件
	准 教 授	石 川 靖 晃	1 件
	准 教 授	藤 田 晃 弘	1 件
環境創造学科	教 授	高 橋 政 稔	1 件
	教 授	垣 鏝 直	1 件
	准 教 授	深 谷 実	1 件
建築学科	教 授	武 藤 厚	1 件
	助 教	大 塚 貴 弘	1 件
	助 教	吉 永 美 香	1 件
理工学部	特任教授	田 中 啓 介	2 件

## 平成 21 年度

学科	寄付金受納者		件数
情報工学科	教 授	津 川 定 之	1 件
	教 授	高 橋 友 一	2 件
	准 教 授	吉 川 雅 弥	3 件
電気電子工学科	教 授	平 松 美 根 男	1 件
	教 授	児 玉 哲 司	2 件
	准 教 授	村 本 裕 二	2 件
	助 教	村 田 英 一	1 件
材料機能工学科	教 授	猿 木 勝 司	1 件
	准 教 授	岩 谷 素 顕	1 件
	准 教 授	丸 山 隆 浩	1 件
機械システム工学科	教 授	江 上 登	1 件
建設システム工学科	教 授	小 高 猛 司	3 件
	教 授	葛 漢 彬	2 件
	助 教	溝 口 敦 子	1 件
環境創造学科	准 教 授	大 影 佳 史	1 件
	准 教 授	齊 藤 毅	1 件
	准 教 授	谷 口 義 則	1 件
建築学科	教 授	寺 西 浩 司	1 件
	教 授	武 藤 厚	1 件
	准 教 授	大 塚 貴 弘	1 件
	准 教 授	吉 永 美 香	1 件
理工学部	契約教員 (教授)	田 中 啓 介	2 件
	特任教授	赤 崎 勇	1 件

## 名城大学工学部研究報告投稿内規

(昭和39年 11月)

(昭和49年 10月 4日改正)

(昭和53年 6月22日改正)

(昭和54年 10月11日改正)

(平成 4年 3月10日改正承認)

(平成13年 3月12日改正)

(平成17年 10月20日改正)

(平成19年 6月 26日改正)

### 1. 投稿者の資格及び投稿の種類・内容について

1. 1. 研究報告への発表は、本学部の教授、准教授、講師、助教、助手、その他委員会が認めたものとする。  
なお、大学院生および研究員の発表は、指導教員との連名を原則とする。
1. 2. 工学部研究報告の構成は、招待論文・論文・資料・寄書・総説・その他とする。
1. 3. 投稿の内容は次の区分による。
  - イ. 論文 工学部に関係のある分野の研究結果で、独創的な理論・新しい現象の実験報告あるいはその解釈、新しい機器・部品・材料の報告、施設その他の設計あるいは計画法・測定法の提案または測定器の試作報告、ならびに従来不完全であった理論や実験の補充・拡張、従来の諸説などを整理して系統づけたものなどで、客観性が高く確実であるものとする。ページ数は、図面、表、写真を含め1編刷上り8ページを超えないことを原則とするが、編集委員会の承認を得ることによりこれを超えることも出来る。
  - ロ. 招待論文 編集委員会の依頼によるもので、取り扱いと同委員会が定める。
  - ハ. 資料 設計資料・既設計画資料・施設整備・機器・部品・材料の試験報告、あるいは経験事項の報告等である。ページ数の制限は論文と同じ。
  - ニ. 寄書 論文・資料と同様な内容に関したことで、十分にまとまっていないもの、研究速報的なものまたは工学部関係の教育研究に関するものとする。ページ数は、1編刷上り4ページを超えないことを原則とする。
  - ホ. 総説
  - ト. その他 工学部関係のニュース・研究年表的なもの等、ページ数の制限は寄書と同じ。
1. 4. 他の書籍・雑誌・機関紙等に、すでに発表されたもの、または投稿中のものは原則として受理されない。

### 2. 投稿された原稿の処理について

2. 1. 投稿者は作成した電子化ファイルと A4 版で出力したコピー 1 部を論文・資料・寄書の別を明記し、所属学科を経て編集委員会に提出する。投稿者は、現行の控を手元に保存しなければならない。
2. 2. 編集委員会は、原稿を受け付けた日付を本文末尾に記入する。
2. 3. 投稿された原稿について査読を行う。査読の方法は編集委員会が定める。
2. 4. 編集委員会は査読の結果に基づき、次のいずれかに決定する。
  - イ. 採録する。
  - ロ. 軽微な修正を求めた上で採録する。(原稿中の字句について、文意を変えない程度の加除修正を行って採録する)
  - ハ. 投稿者に照会して、回答を求めた上、採否を決定する。
  - ニ. 採録しない。
2. 5. 採録された原稿は返却しない。原稿に誤り、または不明の点がある場合は、投稿者に修正を求める。掲載することが不適当と認められる場合は原稿を返却する。
2. 6. 招待論文等の扱いは、その都度編集委員会が定める。

## 投稿内規細則

(平成 4 年 3月10日承認)

(平成 13 年 6月 4日改正)

(平成 17 年 9月22日改正)

(平成 18 年 9月14日改正)

(平成 19 年 6月26日改正)

### 1. 執筆の注意事項

#### 1. 1. 原稿の体裁は、次の構成を標準とする。

イ. **標題** 一見して内容がよくわかるような、各々 20 語程度までの日欧両文によるもの。

ロ. **Abstract** 研究のねらいと方法、およびその結果を簡単明瞭に表した 500 語以内のものを、欧文で記述する。  
ただし、本文が欧文のときは、これを適用しない。

ハ. **緒論** 研究分野における位置づけおよび歴史的背景を述べたもの。

ニ. **本論** 簡潔にして適格に整理されたことにより、要点を有効に読者に伝えるように書いたもの。

ホ. **結論** 結論と今後の課題について触れたもの。

ヘ. **付録** 本論中に省略した数式の証明、その他の補足のためのもの。

ト. **文献** その研究内容に直接関係のあるもの。なお、寄書の体裁は Abstract・緒論・結論などを省略する。

#### 1. 2. 原稿には、イ. 日欧両文による標題 ロ. 論文・資料・寄書の区別 ハ. 執筆者氏名（日欧）

ニ. 所属（日欧）を記載する。

#### 1. 3. 邦文はなるべく現代かなづかい、当用漢字を使用し、以下の注意に従う。

イ. 外国の地名・人名・固有の名詞などは、原語またはカタカナを使用する。

ロ. 数字は、原則としてアラビア文字を使用する。

#### 1. 4. 文献の引用は、学会の研究報告誌に準ずることを原則とする。



## 名城大学理工学部研究報告掲載発表論文題目原稿作成要領

### 1. 範囲

2009年1月1日より2009年12月31日までに公開された著書、学会誌掲載論文、講演大会その他の口頭発表、各種研究発表会、一般雑誌への発表その他のもの。ただし、2008年に公開された論文で、発刊が遅れて第49号に掲載できなかったものに関しては本年分に入れること。

### 2. 記載形式

1) 著書：著者氏名：「題名」、出版者名、(発行年月)

例 名古屋太郎、天白次郎：「理工学の研究」、名城出版、(2009-3)

2) 学術論文：著者氏名：「題名」、雑誌名、巻、号、ページ、(発表年月)

例 東海三郎、八事四郎：「電気機械に関する研究－工学機械の研究その1－」、  
理工学会誌、13巻、6号、p.108、(2009-6)

東海三郎、八事四郎：「電気機械に関する研究－工学機械の研究その2－」、  
理工学会誌、13巻、8号、pp.110～115、(2009-8)

(注1) 掲載論文通りの順序を原則とする。本学以外の共著者も記載のこと。

(注2) 副題のある場合には副題も掲載のこと。

3) その他：発表者名：「題名」、発表会名、巻、号、ページ、(発表年月)

例 東京五郎、豊橋六郎：「機械工学と交通機械技術工学の発展について」、  
土木建築学会春季講演大会、13巻、10号、p.23、(2009-4)

4) 外国語で発表された場合は、その分野の国際的慣例に従うこととする。

備考：1. 各学科、同一著者ごとに出来るだけまとめられたい。

2. 疑問、不明の場合には各学科の編集委員に問合せされたい。

### 3. 配列

見出しを著書、学術論文、その他に分け、その中を発表年月日の古いものから順に並べる。また、番号は付けない。

### 4. 環境関連論文について 発表論文の先頭に「\*」をつけて区別する。

### 5. 原稿の提出締切日について

2009年11月20日(金)までに学科編集委員へご提出ください。

### 6. 原稿は電子化ファイルあるいは電子メールとする。

### 7. メールで送付するフォーマットに被せていただければ、うまく作成できる。

### 8. 原稿は、Wordを使い、フォントはMS明朝9にして下さい。

## 研究報告編集委員会名簿 第41号～第50号

号数	幹事	数学科	情報工学科	電気電子工学科	材料機能工学科	機械システム工学科	交通科学科	建設システム工学科	環境創造学科	建築学科	教養教育	編集事務担当
41	栗本 讓	北岡良之	小川 明	清水教之	西永 頌	志水昭史	中山俊一	栗本 讓	村松久史	立川 剛	鈴木茂廣	酒井 信
42	北岡良之	北岡良之	小川 明	中野重雄	西永 頌	竹野忠夫	中山俊一	栗本 讓	村松久史	立川 剛	鈴木茂廣	酒井 信
43	杉江 昇	北岡良之	杉江 昇	辰野恭市	丸山隆浩	中村育雄	山口譽起	松井 寛	村松久史	西 安男	長澤崇雄	酒井 信
44	山ノ井基臣	岡本清郷	塚本弥八郎	山ノ井基臣	岡崎次男	中村育雄	小川宏隆	菊川浩治	酒卷史郎	松井徹哉	加藤幸久	酒井 信
45	杉下潤二	岡本清郷	塚本弥八郎	内藤克彦	杉下潤二	竹野忠夫	小川宏隆	菊川浩治	酒卷史郎	松井徹哉	田中義人	酒井 信
46	竹野忠夫	岡本清郷	塚本弥八郎	清水教之	杉下潤二	竹野忠夫	村瀬勝彦	菊川浩治	垣 鐔	谷川恭雄	田中義人	酒井 信
47	杉村忠良	岡本清郷	柳田康幸	清水教之	杉下潤二	竹野忠夫	杉村忠良	宇佐美 勉	垣 鐔	谷川恭雄	田中義人	酒井 信
48	宇佐美 勉	岡本清郷	阿知葉征彦	清水教之	杉下潤二	藤田秀臣	石原 莊一	宇佐美 勉	谷口義則	村田 賢	日比野 隆	酒井 信
49	伊藤政博	北岡良之	阿知葉征彦	清水教之	杉下潤二	藤田秀臣	小川宏隆	宇佐美 勉	伊藤政博	村田 賢	森田健治	酒井 信
50	松井徹哉	北岡良之	塚本弥八郎	伊藤昌文	小澤理樹	久保 貴	小川宏隆	松井 寛	杉山秋博	松井徹哉	森田健治	酒井 信

## 平成 21 年度研究報告編集委員会名簿

数 学 科	北 岡 良 之
情 報 工 学 科	塚 本 弥 八 郎
電 気 電 子 工 学 科	伊 藤 昌 文
材 料 機 能 工 学 科	小 澤 理 樹
機 械 シ ス テ ム 工 学 科	久 保 貴
交 通 科 学 科	小 川 宏 隆
建 設 シ ス テ ム 工 学 科	松 井 寛
環 境 創 造 学 科	杉 山 秋 博
幹 事 建 築 学 科	松 井 徹 哉
教 養 教 育	森 田 健 治
編 集 事 務 担 当	酒 井 信

名城大学 理工学部 研究報告第 50 号 (通卷)

平成 22 年 3 月 31 日 制 作

平成 22 年 3 月 31 日 発 行

編 集 兼 名 城 大 学 理 工 学 部  
発 行 者

名古屋市天白区塩釜口 1 丁目 5 0 1 番地  
郵便番号 468 - 8502 電話 (052) 838 - 2053

制 作 新 日 本 印 刷 株 式 有 限 公 司

名古屋市天白区中砂町 4 9 6  
電話代表 (052) 832 - 6 8 5 1 〒 468-0065

<http://wwwrr.meijo-u.ac.jp/riko2010/index.html>

に掲載してありますので、ご利用下さい。