

2014

ISSN-0386-4952

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 54 号

平成 26 年

Randomness-induced effect on asymptotic periodicity for random dynamical systems: Numerical experiments

Kensuke ISHITANI

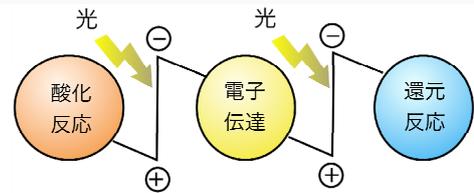
(Dept. of Mathematics), et al.

It is known that the Perron Frobenius operators of piecewise expanding C^2 -transformations have an asymptotic periodicity of densities. On the other hand, external noise or measurement errors are unavoidable in practical systems, and therefore, every realistic mathematical model should be regarded as random iterations of transformations. The aim of this paper is to discuss the effects of randomization on the asymptotic periodicity of densities .

人工分子で光合成を組み立てる

永田 央 (応用化学科)

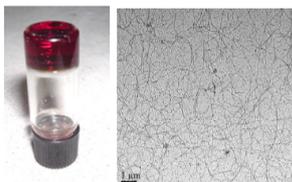
人工光合成は、石油資源の問題と二酸化炭素削減の問題を一挙に解決できる重要な技術である。筆者の研究室では、合成分子を用いて光合成の主要な過程を再現する研究を進めてきた。本稿では、電子伝達・光酸化反応・光還元反応のそれぞれについて、これまでに得た成果を紹介する。



非共有結合を活用した一次元分子集合体の構築と低分子ゲル化剤の合理設計

藤田典史 (応用化学科)

合理設計に基づき、水素結合性のアミド部位を取り付けたポルフィリンが安定な一次元分子集合体を形成し、良好なゲル化剤となった。この設計を元に、光重合性官能基を導入した化合物が、一次元分子集合体中、ほぼ欠陥



無く重合反応が進行する事をAFM観察により示した。

固体高分子形燃料電池における白金触媒の劣化と発電性能の関係

才田隆広 (応用化学科)

固体高分子形燃料電池用カソード触媒の劣化挙動についてモデル電極での評価から単セルでの評価まで包括的に検討を行った。その結果、実機での発電条件下に近づくにつれて、触媒能と触媒粒子の露出比表面積の関係性が白金粒子単味の場合から変化することが示された。これは、カソード反応である酸素還元反応が進行する三相界面の形成や触媒能の質的な変化に依ると思われる。特に単セルでの評価では、酸素ガスやプロトンの物質拡散抵抗が発電性能に大きな影響を与えている可能性が示唆された。

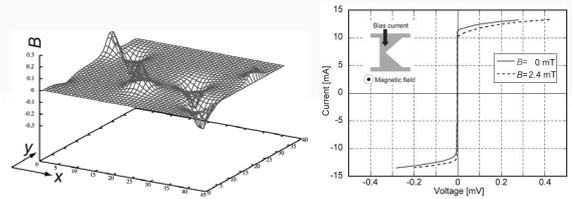
自動車交通流の相転移とドライバの応答特性

横谷 靖 (交通機械工学科)

本稿では、道路上を走行する自動車の流れ（交通流と呼ぶ）を円滑にすることによる、道路交通の安全性の向上や環境負荷の低減を目的として、我々がこれまでに行ってきた渋滞の発生メカニズムに関する研究の概要を紹介する。一連の研究において、我々は追従走行状態における車両挙動とドライバの応答特性に関するデータを、実車およびドライビングシミュレータを用いた実験によりそれぞれ測定し、交通流相転移の発生機構についてドライバの応答特性のレベルから交通流の相転移を記述できる微視的なモデルの構築を行った。

超伝導薄膜中の磁束挙動に関する数値計算およびその回路・新規デバイスへの応用 井上真澄 (メカトロニクス工学科)

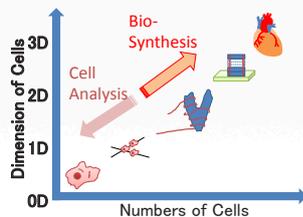
筆者のグループでは、超伝導薄膜中のボルテックスの動きやそれに影響を与える因子の検討を数値計算により行っている。本報告では、そのような数値計算と、それを超伝導回路のグランドプレーンの磁束排除効果改善および非対称ナノブリッジデバイス開発に適用する試みについて紹介する。



マイクロ・ナノマニピュレーション技術の細胞アセンブリへの応用

福田敏男 (メカトロニクス工学科) ほか

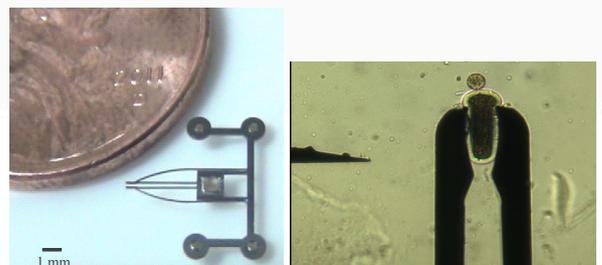
本稿ではマイクロ・ナノ操作技術に基づいた細胞構造体の作製と、0次元、1次元、2次元の細胞構造体の作製・操作について分類した。また①熱ゲルを利用したプローブによる細胞操作、②磁気操作可能な細胞包埋ゲルを用いた3次元細胞構造体のアセンブリ、③細胞包埋型マイクロ構造体のマイクロ流体チップ内での自己組織化アセンブリ、④ハイドロゲルファイバ巻き取り式細胞播種について述べた。



把持機構を有する磁気駆動オンチップロボットによる卵細胞の除核

市川明彦 (メカトロニクス工学科) ほか

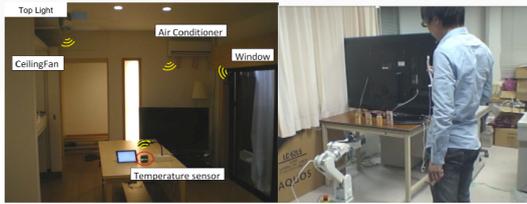
当研究室では、マイクロロボティクス技術を用いて、細胞などのバイオ資料の操作や計測を行なっている。本論文では、その中で把持機構を有する磁気駆動オンチップロボットとマイクロナイフを用いて卵子の除核を行う事例を紹介する。



ロボット用ミドルウェアを用いたロボットシステム開発

大原賢一（メカトロニクス工学科）

ロボットをより広めていく上で、ロボットソフトウェアの再利用性の向上は重要な課題の一つである。この課題に対して開発されている RT ミドルウェアに注目し、これまで研究を行ってきた。本稿では、これまで RT ミドルウェアについて紹介すると共に、著者が携わってきた中での活動の一例を示す。



Explosion problems for symmetric Markov chains

Kanji ICHIHARA (Dept. of Mathematics)

This paper discusses the explosion problem for continuous time Markov chains associated with a class of difference operators of self adjoint form. In order to do this, we apply some techniques based on the theory of Dirichlet forms.

素数べきを法とする多項式の根の分布について

Yoshiyuki KITAOKA (Dept. of Mathematics)

Let f be a monic polynomial with integer coefficients. The aim is to state several observations on the distribution of roots of f modulo prime powers. They give new difficult problems.

小型風力発電機の MPPT 制御

林 和彦（電気電子工学科）

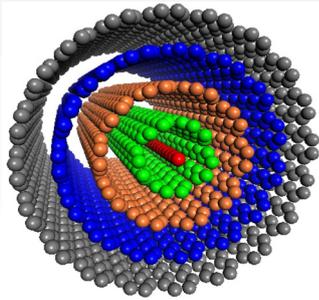
風の持つエネルギーは風速の 3 乗に比例する。筆者らは小型風力発電機を対象にして、その基礎特性を 2 種類の方法で測定した。風力発電機の基礎特性を分析した実験式から、風速が変化しても風速の 3 乗に比例した最大電力を出力できる制御法を提案した。制御システムを試作し、実測した結果とシミュレーション特性を比較、検討している。その結果、両者の特性は近似的に一致することを確認した。



私の 50 年間の研究において特筆すべきこと

安藤義則 (材料機能工学科)

筆者の名古屋大学大学院の 5 年間と、それに続く助手 5 年間、名城大学に移ってからからの 40 年間の合計 50 年間の研究生活で、数多くの世界初とも言える成果を挙げることができました。飯島澄男教授にカーボンナノチューブ発見の基となる炭素試料を提供できたことは、その最たるものです。ここでは、八つの世界初とも言える成果を、年代順に詳述することにします。



総合論文「摩擦圧接の基礎的圧接特性に関する研究」

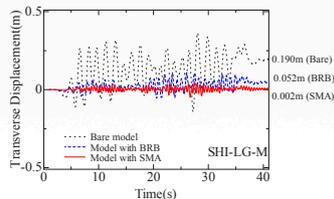
小林明発 (機械工学科)

本報告は、筆者が 1975 年以来、主要な研究課題の一つとして取り組んできた摩擦圧接の基礎的圧接特性と知見を纏めたものである。摩擦圧接は、接合に要するエネルギーが少なく、また主体が固相接合であるため接合強度が高いことと異種金属間の接合が可能であり、高性能高機能部材の創製が強く要求される現代のものづくり技術として優れた特性を有する。また接合エネルギーが他の溶接法に比べ少ない環境対応型接合法でもある。本報告は、使用頻度の高い同種並びに異種の機械構造用炭素鋼のアプセット量や摩擦トルクの評価・推定式の導出などの圧接特性をはじめ、非鉄異種金属による軽量高機能複合材料の創製を試みた結果について報告する。

SMA ダンパーの導入による鋼製ラーメン橋脚の地震後の使用性の向上に関する解析的研究

丸山陸也 (建設システム工学専攻) ほか

本研究では、構造物に導入する制震部材として形状記憶合金ダンパーに着目し、その超弾性特性を利用して主構造の地震後の使用性向上を目的としている。地震応答解析により形状記憶合金ダンパーの導入により地震後の使用性が格段に向上できることを示している。

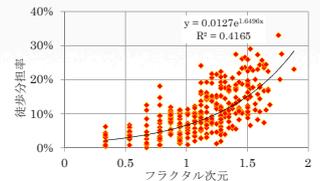


SMA ダンパーの制震効果

**施設配置と PT データに基づく
駅勢圏に着目した交通手段分担率・
トリップ数に関する分析**

八幡一憲 (建設システム工学科) ほか

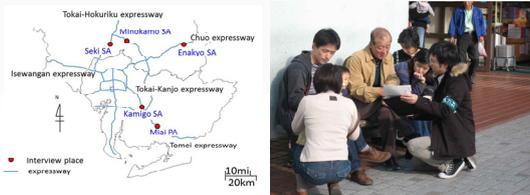
施設の配置状況や駅勢圏などに基づくフラクタル次元解析や判別分析を用いて、歩いて施設や駅に行くことのできる都市の地域特性を明らかにした。また、特性ごとの地域の交通特性についても分析した結果、歩いて行ける範囲に施設・駅がない地域では自動車を持っていない人はトリップ数が減少していることなどがわかった。



個人属性に着目した高速道路における所要時間の付加的情報が経路選択に及ぼす効果分析

魯 旭海（建設システム工学専攻）ほか

高速道路で意識調査を実施し、情報提供時のドライバーの選択行動を捉えてモデル化した。その結果、情報提供方法とドライバー属性は経路選択に影響があることを明らかにした。また、交通流シミュレーションを行い、渋滞緩和の効果も確認した。



大気エアロゾルの季節変動と黄砂による影響

加藤大尚（環境創造学科）ほか

近年、大気環境への影響が着目されている大気エアロゾルの粒径別質量濃度及び化学成分の計測を2012年5月から2013年2月にかけて名城大学天白校地において行った。その結果、大気エアロゾルの総質量濃度は5～7月に最大となり、12月に最低となる季節変動を示し、粒径別ではPM_{2.5-7}のエアロゾルが特にその傾向に影響を与えていた。5月に黄砂が飛来した時には2.1μm以上の粗大エアロゾル側で土壌粒子起源イオン成分や人為発生起源と考えられるNO₃⁻の重量比の増加が認められた。また測定期間を通して非海塩性硫酸イオンの大部分は微小粒子側に存在していた。

目 次

招待論文

Randomness-induced effect on asymptotic periodicity for random dynamical systems: Numerical experiments Department of Mathematics, Meijo University Department of Mathematics, Mie University	Kensuke ISHITANI Hiroshi ISHITANI	1
人工分子で光合成を組み立てる	応用化学科 永 田 央	7
非共有結合を活用した一次元分子集合体の構築と低分子ゲル化剤の合理設計	応用化学科 藤 田 典 史	15
固体高分子形燃料電池における白金触媒の劣化と発電性能の関係	応用化学科 才 田 隆 広	20
自動車交通流の相転移とドライバの応答特性	交通機械工学科 横 谷 靖	27
超伝導体薄膜中の磁束挙動に関する数値計算およびその回路・新規デバイスへの応用	メカトロニクス工学科 井 上 真 澄	35
マイクロ・ナノマニピュレーション技術の細胞アセンブリへの応用	名城大学理工学部 福 田 敏 男 名古屋大学高等研究院 中 島 正 博 名古屋大学大学院工学研究科 竹 内 大	43
把持機構を有する磁気駆動オンチップロボットによる卵細胞の除核	メカトロニクス工学科 市 川 明 彦 大阪大学 機械工学科 佐 久 間 臣 耶 名古屋大学 マイクロナノシステム工学科 新 井 史 人 畜産草地研究所 赤 木 悟 史	47
ロボット用ミドルウェアを用いたロボットシステム開発	メカトロニクス工学科 大 原 賢 一	51
Explosion problems for symmetric Markov chains	数学科 Kanji ICHIHARA	56
素数べきを法とする多項式の根の分布について	数学科 北 岡 良 之	65
小型風力発電機のMPPT制御	電気電子工学科 林 和 彦	70

私の 50 年間の研究において特筆すべきこと	材料機能工学科	安藤 義 則	76
---------------------------------	---------	--------	-------	----

総合論文「摩擦圧接の基礎的圧接特性に関する研究」	機械工学科	小林 明 彦	84
-----------------------------------	-------	--------	-------	----

論 文

SMA ダンパーの導入による鋼製ラーメン橋脚の地震後の使用性の向上に関する解析的研究	大学院理工学研究科 社会基盤デザイン工学科	丸山 陸 也 葛 漢 彬	92
---	--------------------------	-----------------	-------	----

施設配置と PT データに基づく駅勢圏に着目した交通手段分担率・トリップ数に関する分析	大学院 理工学研究科建設システム工学専攻 社会基盤デザイン工学科	八幡 一 憲 松本 幸 正	100
--	-------------------------------------	------------------	-------	-----

個人属性に着目した高速道路における所要時間の付加的情報が経路選択に及ぼす効果分析	大学院 理工学研究科建設システム工学専攻 社会基盤デザイン工学科	魯 旭 海 松本 幸 正	106
---	-------------------------------------	-----------------	-------	-----

大気エアロゾルの季節変動と黄砂による影響	大学院理工学研究科環境創造学専攻 環境創造学科	加藤 大 尚 酒卷 史 郎	112
-------------------------------	----------------------------	------------------	-------	-----

資 料

名城大学理工談話会開催記録 -平成 25 年度- 学術広報委員会	119
----------------------------------	-------	-----

平成 25 年度研究費補助金交付者一覧表	121
----------------------	-------	-----

平成 25 年度受託研究一覧	125
----------------	-------	-----

平成 25 年度共同研究一覧	126
----------------	-------	-----

平成 25 年度学外研究助成一覧	127
------------------	-------	-----

平成 25 年度奨学寄付金一覧	128
-----------------	-------	-----

平成 25 年度発表論文題目 (※印 環境関連論文題目を示す)	129
---------------------------------	-------	-----

名城大学理工学部研究報告投稿内規	230
------------------	-------	-----

投稿内規細則	231
--------	-------	-----

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	232
----------------------------	-------	-----

CONTENTS

Invited Papers

Randomness-induced effect on asymptotic periodicity for random dynamical systems: Numerical experiments		
	Department of Mathematics, Meijo University	
.....	Kensuke ISHITANI	..... 1
	Department of Mathematics, Mie University	
.....	Hiroshi ISHITANI	
Building Photosynthesis from Artificial Molecules		
	Department of Applied Chemistry	
.....	Toshi NAGATA	..... 7
Construction of One-dimensional Molecular Assembly by Non-covalent Bondings and Rational Design of Low Molecular-weight Gelators		
	Department of Applied Chemistry	
.....	Norifumi FUJITA	.....15
The influence by the degradation of platinum catalyst to the performance of polymer electrolyte membrane fuel cell		
	Department of applied chemistry	
.....	Takahiro SAIDA	.....20
Phase Transition of Vehicular Traffic Flow Induced by Driver Response		
	Department of Vehicle and Mechanical Engineering	
.....	Yasushi YOKOYA	.....27
Numerical Calculation on the Vortex Behavior in Superconducting Films and Its Application to Circuits and Novel Devices		
	Department of Mechatronics Engineering	
.....	Masumi INOUE	.....35
Cell Assembly based on Micro-Nanomanipulation Techniques		
	Faculty of Science and Technology, Meijo University	
.....	Toshio Fukuda	
	Institute for Advanced Research , Nagoya University	
.....	Masahiro Nakajima	.....43
	Graduate School of Engineering, Nagoya University	
.....	Masaru Takeuchi	

Eucleation of Oocyte by On-chip robot driven by magnet with gripping mechanism		
.....	Dept. of Mechatronics Engineering, Meijo University	
	Akihiko ICHIKAWA	
.....	Dept. of Mechanical Engineering, Osaka University	
	Shinya SAKUMA	
.....	Dept. of Micro-nano systems engineering, Nagoya University	.....47
	Fumihito ARAI	
.....	Animal Breeding and Reproduction Research Division, NILGS	
	Satoshi AKAGI	
Robot System Development with RT Middleware		
.....	Department of Mechatronics Engineering	
	Kenichi Ohara	.....51
Explosion problems for symmetric Markov chains		
.....	Department of Mathematics	
	Kanji ICHIHARA	.....56
On the distribution of roots of a polynomial modulo prime powers		
.....	Department of Mathematics	
	Yoshiyuki KITAOKA	.....65
MPPT Control for Small Wind Turbine		
.....	Department of Electrical and Electronic Engineering	
	Kazuhiko HAYASHI	.....70
Specialized Results in My 50 Years' Research		
.....	Department of Materials Science and Engineering	
	Yoshinori ANDO	.....76
Comprehensive Report: Study on the Fundamental Characteristics of Friction Welding		
.....	Department of Mechanical Engineering	
	Akiyoshi KOBAYASHI	.....84
Papers		
Analytical Study on Upgrading of Serviceability After the Earthquake of Steel Frame-Typed Piers by Introducing SMA Dampers		
.....	Graduate School of Science and Technology	
	Rikuya MARUYAMA	.....92
.....	Department of Civil Engineering	
	Hanbin GE	

Analysis of modal split and trip numbers focusing on facility placement and station territory based on PT survey data		
Graduate School of Science and Technology, Department of Civil Engineering		
..... Kazunori YAHATA	.....	100
Department of Civil Engineering		
..... Yukimasa MATUMOTO		
Impact analysis of providing additional travel time information on route choice behavior focusing individual attribute on expressways		
Graduate School of Science and Technology, Department of Civil Engineering		
..... Xuhai LU	.....	106
Department of Civil Engineering		
..... Yukimasa MATSUMOTO		
Seasonal variation of atmospheric aerosols and effect of Kosa		
Master of Environmental Science and Technology		
..... Hironao KATOU	.....	112
Department of Environmental Science and Technology		
..... Fumio SAKAMAKI		
Materials		
Records of Faculty Seminar (RIKO-DANWA-KAI) ———— 2013 Academic Year ————		
..... A Committee for Academic Publicity	.....	119
List of Grant-in-Aid for Scientific Research ———— 2013 Academic Year ————		
.....	.....	121
List of Contract Researches ———— 2013 Academic Year ————		
.....	.....	125
List of Cooperatative Researches ———— 2013 Academic Year ————		
.....	.....	126
List of Extramural Research Funds ———— 2013 Academic Year ————		
.....	.....	127
List of Subscriptions for Encouragement of Reseach ———— 2013 Academic Year ————		
.....	.....	128
List of Publications in 2013 (※ indicates the Title of the Environmentally-related Thesis)		
.....	.....	129
Internal Rule for Contribution to Research Reports of the Faculty of Science and Technology, Meijo University		
.....	.....	230
Detailed Regulation of Internal Rule for Contribution		
.....	.....	231
Guide Line for Preparation of Manuscript of List of Publications in Research Reports of the Faculty of Science and Technology, Meijo University		
.....	.....	232

招待論文

Randomness-induced effect on asymptotic periodicity for random dynamical systems: Numerical experiments

Kensuke ISHITANI ¹⁾ and Hiroshi ISHITANI ²⁾

Abstract

It is known that the Perron Frobenius operators of piecewise expanding \mathcal{C}^2 -transformations have an asymptotic periodicity of densities. On the other hand, external noise or measurement errors are unavoidable in practical systems, and therefore, every realistic mathematical model should be regarded as random iterations of transformations. The aim of this paper is to discuss the effects of randomization on the asymptotic periodicity of densities.

1. Introduction

It is known that if $T : [0, 1) \rightarrow [0, 1)$ is a piecewise expanding \mathcal{C}^2 -transformation, then its corresponding Perron Frobenius operator \mathcal{L}_T , which we define in Section 2, has the following property of the asymptotic periodicity of densities: There exist probability density functions $g_{i,j} \in L^1 \equiv L^1([0, 1))$, and functionals $\lambda_{i,j}$ on L^1 ($1 \leq i \leq s$, $1 \leq j \leq m(i)$) satisfying (i) $\{g_{i,j} > 0\} \cap \{g_{k,l} > 0\} = \phi$ for $(i, j) \neq (k, l)$, (ii) $\mathcal{L}_T(g_{i,j}) = g_{i,j+1}$ for $j = 1, \dots, m(i) - 1$ and $\mathcal{L}_T(g_{i,m(i)}) = g_{i,1}$, and (iii) $\lim_{n \rightarrow \infty} \|\mathcal{L}_T^n(f - \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^{m(i)} \lambda_{i,j}(f)g_{i,j})\|_{L^1} = 0$ for $f \in L^1$.

On the other hand, when considering practical systems we cannot avoid either external noise or measurement or inaccuracy errors, so every realistic mathematical model should be regarded as random iterations of transformations T_y ($y \in Y$):

$$T_{\omega_n} \circ T_{\omega_{n-1}} \circ \cdots \circ T_{\omega_1} x,$$

which is the first coordinate of the skew product

$$S^n(x, \omega) = (T_{\omega_n} \circ T_{\omega_{n-1}} \circ \cdots \circ T_{\omega_1} x, \sigma^n \omega)$$

defined in Section 2 ([2]). In this paper we restrict ourselves to the case in which transformations T_{ω_i} are independently chosen. Under some assumptions, the random iteration S is known to have the asymptotic periodicity in the above sense ([3], [4]). This paper is concerned with the problem how the asymptotic periodicity would be effected by this kind of randomization.

Let (X, \mathcal{F}, m) be a probability space and $T_y : X \rightarrow X$ be a nonsingular transformation for $y \in Y$, i.e., a measurable transformation satisfying $m(T_y^{-1}(A)) = 0$ for all $A \in \mathcal{F}$ with $m(A) = 0$. $L^1(m) = L^1(X, \mathcal{F}, m)$ denotes the set of m -integrable functions.

We denote the set of parameters $y \in Y$ for which the Perron Frobenius operator \mathcal{L}_{T_y} has the asymptotic periodicity of densities in question by Y_1 .

There exist density functions $g_{i,j}^{(y)} \in L^1(m)$, and functionals $\lambda_{i,j}^{(y)}$ on $L^1(m)$ ($1 \leq i \leq s(y)$, $1 \leq j \leq m(y, i)$), satisfying the following conditions:

- (i) $\{g_{i,j}^{(y)} > 0\} \cap \{g_{k,l}^{(y)} > 0\} = \phi$ for $(i, j) \neq (k, l)$.
- (ii) $\mathcal{L}_{T_y}(g_{i,j}^{(y)}) = g_{i,j+1}^{(y)}$ for $j = 1, \dots, m(y, i) - 1$, and $\mathcal{L}_{T_y}(g_{i,m(y,i)}^{(y)}) = g_{i,1}^{(y)}$.

$$(iii) \lim_{n \rightarrow \infty} \|\mathcal{L}_{T_y}^n(f - \sum_{i=1}^{s(y)} \sum_{j=1}^{m(y,i)} \lambda_{i,j}^{(y)}(f)g_{i,j}^{(y)})\|_{L^1(m)} = 0,$$

for $f \in L^1(m)$, where $s(y) \in \mathbb{N}$, $m(y, i) \in \mathbb{N}$ ($1 \leq i \leq s(y)$), and $\mathcal{L}_{T_y}^n \equiv (\mathcal{L}_{T_y})^n$.

In this paper, we consider the case in which Y_1 is not a set of probability 0, and the skew product S has the asymptotic periodicity of densities: There exist probability density functions $g_{i,j} \in L^1(m)$ and functionals $\lambda_{i,j}$ on $L^1(m)$ ($1 \leq i \leq s$, $1 \leq j \leq m(i)$) such that

- (i) $\{g_{i,j} > 0\} \cap \{g_{k,l} > 0\} = \phi$ for $(i, j) \neq (k, l)$,
- (ii) $\mathcal{L}_S(g_{i,j}) = g_{i,j+1}$ for $j = 1, \dots, m(i) - 1$ and $\mathcal{L}_S(g_{i,m(i)}) = g_{i,1}$, and

$$(iii) \lim_{n \rightarrow \infty} \|\mathcal{L}_S^n(f - \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^{m(i)} \lambda_{i,j}(f)g_{i,j})\|_{L^1(m)} = 0,$$

for $f \in L^1(m)$, where $s \in \mathbb{N}$, $m(i) \in \mathbb{N}$ ($1 \leq i \leq s$), and $\mathcal{L}_S^n \equiv (\mathcal{L}_S)^n$.

It must be noted that $g_i \equiv (1/m(i)) \sum_{j=1}^{m(i)} g_{i,j}$ and $g_i^{(y)} \equiv (1/m(y, i)) \sum_{j=1}^{m(y, i)} g_{i,j}^{(y)}$ are the ergodic probability densities of S and T_y , respectively. We have the following results: For any ergodic component $\{g_i > 0\}$ of S and for almost all $y \in Y_1$ there exists at least one ergodic component $\{g_k^{(y)} > 0\}$ of T_y which is a subset of $\{g_i > 0\}$, and therefore, the number s of ergodic components of S is not greater than $s(y)$ of T_y for almost all $y \in Y_1$. Further, the period $m(i)$ of S on the ergodic component $\{g_i > 0\}$ is the divisor of a period $m(y, k)$ of T_y on $\{g_k^{(y)} > 0\}$

1) Department of Mathematics, Meijo University
2) Department of Mathematics, Mie University

for almost all $y \in Y_1$. We precisely present it as Theorem 1 in Section 3.

Further, in Theorem 2, we show that if we assume that T_y is an identity map I_d with positive probability, then $S|_{\{g_i > 0\}}$, S restricted to an ergodic component $\{g_i > 0\}$, is exact for $i = 1, \dots, s$.

The remainder of this paper is organized as follows: In section 2, we briefly recall the necessary notions and results from the general theory of Perron Frobenius operators and those from the random iterations of transformations. In section 3, we discuss the main results and present some examples with numerical experiments.

2. Preliminaries

In the first part of this section, we give the definition of the Perron Frobenius operator and state its basic properties that are necessary for our discussion. In the second part, we briefly recall the necessary notions and results from the theory of random iteration of transformations.

Let (X, \mathcal{F}, m) be a probability space and $T : X \rightarrow X$ be a nonsingular transformation, i.e., a measurable transformation satisfying $m(T^{-1}(A)) = 0$ for $A \in \mathcal{F}$ with $m(A) = 0$. We denote a set of p -th integrable functions on X with respect to the measure m by $L^p(m) \equiv L^p(X, \mathcal{F}, m)$ ($p \in [1, \infty]$). We define the Perron Frobenius operator corresponding to (X, \mathcal{F}, m, T) .

Definition 1. *The Perron Frobenius operator \mathcal{L}_T on $L^1(m)$ is defined by*

$$\mathcal{L}_T f \equiv \frac{dm_f}{dm}, \quad (2.1)$$

where $m_f(A) = \int_{T^{-1}(A)} f(x) dm(x)$.

The Perron Frobenius operator is characterized by the following proposition.

Proposition 2.1. *For $f \in L^1(m)$, $\mathcal{L}_T f$ is the unique element in $L^1(m)$ that satisfies*

$$\int_X (\mathcal{L}_T f)(x) h(x) dm(x) = \int_X f(x) h(Tx) dm(x) \quad (2.2)$$

for $h \in L^\infty(m)$.

As an operator on $L^1(m)$, \mathcal{L}_T has the following properties, which are easily shown from Proposition 2.1.

Proposition 2.2. *The operator \mathcal{L}_T on $L^1(m)$ is positive, bounded and linear, and has the following properties:*

(1) \mathcal{L}_T preserves integrals, i.e.,

$$\int_X (\mathcal{L}_T f)(x) dm(x) = \int_X f(x) dm(x)$$

holds for $f \in L^1(m)$;

(2) For $f \in L^1(m)$ we have the inequality

$$|(\mathcal{L}_T f)(x)| \leq (\mathcal{L}_T |f|)(x), \quad (m\text{-a.e.});$$

(3) \mathcal{L}_T is a contraction, i.e., $\|\mathcal{L}_T f\|_{L^1(m)} \leq \|f\|_{L^1(m)}$ holds for $f \in L^1(m)$;

(4) $\mathcal{L}_T^n = \mathcal{L}_T^n$ holds, where $\mathcal{L}_T^n \equiv (\mathcal{L}_T)^n$ and \mathcal{L}_T^n represents the Perron Frobenius operator corresponding to T^n ;

(5) For $g \in L^\infty(m)$ and $f \in L^1(m)$, we have $g(\mathcal{L}_T f) = (\mathcal{L}_T((g \circ T)f))$, where $(g \circ T)(x) = g(Tx)$;

(6) $\mathcal{L}_T f = f$ if and only if $f(x) dm(x)$ is invariant under T .

We define the random iteration of m -nonsingular transformations as follows:

(i) Let Y be a complete separable metric space, $\mathcal{B}(Y)$ be its topological Borel field and η be a probability measure on $(Y, \mathcal{B}(Y))$.

(ii) Define $\Omega \equiv \prod_{i=1}^\infty Y$ and let us write $\mathcal{B}(\Omega)$ for the topological Borel field of Ω . We insert the product measure $P \equiv \prod_{i=1}^\infty \eta$ on $(\Omega, \mathcal{B}(\Omega))$.

(iii) Let $\{T_y; y \in Y\}$ be a family of m -nonsingular transformations on X such that the mapping $(x, y) \rightarrow T_y x$ is measurable.

In order to study the behavior of the random iterations, we consider the skew product transformation $S : X \times \Omega \rightarrow X \times \Omega$ defined by

$$S(x, \omega) \equiv (T_{\omega_1} x, \sigma \omega) \quad (2.3)$$

for $(x, \omega) \in X \times \Omega$, where ω_1 represents the first coordinate of $\omega = (\omega_i)_{i=1}^\infty$ and $\sigma : \Omega \rightarrow \Omega$ is the shift transformation to the left ($(\sigma((\omega_i)_{i=1}^\infty)) = (\omega_{i+1})_{i=1}^\infty$). It must be noted that, for $n \in \mathbb{N}$, we have

$$S^n(x, \omega) = (T_{\omega_n} \circ T_{\omega_{n-1}} \circ \dots \circ T_{\omega_1} x, \sigma^n \omega). \quad (2.4)$$

Therefore, we can consider the random iteration as $\pi_1 S^n(x, \omega)$, writing $\pi_1 : X \times \Omega \rightarrow X$ for the projection onto X . Under these settings, T.Morita ([5]) investigated the existence of invariant measures and their mixing properties. His method is also useful for our purpose.

Because T_y ($y \in Y$) are m -nonsingular transformations, S is a nonsingular transformation on $(X \times \Omega, \mathcal{F} \times \mathcal{B}(\Omega), m \times P)$. Therefore, we can define the Perron Frobenius operator $\mathcal{L}_S : L^1(m \times P) \rightarrow L^1(m \times P)$ corresponding to S by

$$\begin{aligned} & \int \int_{X \times \Omega} g(x, \omega) (\mathcal{L}_S f)(x, \omega) dm(x) dP(\omega) \\ &= \int \int_{X \times \Omega} f(x, \omega) g(S(x, \omega)) dm(x) dP(\omega) \end{aligned}$$

for all $g \in L^\infty(m \times P)$, where $L^p(m \times P) \equiv L^p(X \times \Omega, \mathcal{F} \times \mathcal{B}(\Omega), m \times P)$ for $p \in [1, \infty]$.

Lemma 4.1 in [5] can be rewritten as follows:

Proposition 2.3. (i) If $(\mathcal{L}_S f)(x, \omega) = \lambda f(x, \omega)$ for $|\lambda| = 1$, then f does not depend on ω .

(ii) For any $f \in L^1(m)$, we have

$$(\mathcal{L}_S f)(x, \omega) = \int (\mathcal{L}_{T_y} f)(x) \eta(dy), \quad (m \times P\text{-a.e.}), \quad (2.5)$$

and hence $\mathcal{L}_S f \in L^1(m)$.

This proposition allows us to consider \mathcal{L}_S as an operator on $L^1(m)$. This also gives us the following key proposition:

Proposition 2.4. *Suppose that $(\mathcal{L}_S f)(x, \omega) = g(x)$ ($m \times P$ -a.e.) holds for non-negative functions $f(x)$ and $g(x) \in L^1(m)$. Then, there exists a set $Y_0 \in \mathcal{B}(Y)$ with $\eta(Y_0) = 1$ such that for $\omega_1 \in Y_0$,*

$$(T_{\omega_1})^{-1}\{g > 0\} \supseteq \{f > 0\} \quad (m\text{-a.e.}),$$

i.e.,

$$m(\{f > 0\} \setminus (T_{\omega_1})^{-1}\{g > 0\}) = 0 \quad (2.6)$$

is satisfied.

3. Main results

To present our main results we assume the asymptotic periodicity of densities of \mathcal{L}_S in the following sense:

Assumption 1. *There exist probability density functions $g_{i,j} \in L^1(m)$, and functionals $\lambda_{i,j}$ on $L^1(m)$ ($1 \leq i \leq s$, $1 \leq j \leq m(i)$) such that*

(i) $\{g_{i,j} > 0\} \cap \{g_{k,l} > 0\} = \phi$ for $(i, j) \neq (k, l)$,
 (ii) $\mathcal{L}_S(g_{i,j}) = g_{i,j+1}$ for $j = 1, \dots, m(i) - 1$ and $\mathcal{L}_S(g_{i,m(i)}) = g_{i,1}$, and

$$(iii) \lim_{n \rightarrow \infty} \left\| \mathcal{L}_S^n \left(f - \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^{m(i)} \lambda_{i,j}(f) g_{i,j} \right) \right\|_{L^1(m)} = 0$$

for $f \in L^1(m)$, where $s \in \mathbb{N}$, $m(i) \in \mathbb{N}$ ($1 \leq i \leq s$), and $\mathcal{L}_S^n \equiv (\mathcal{L}_S)^n$.

Let Y_1 denote the set of parameters $y \in Y$ for which there exist probability density functions $g_{i,j}^{(y)} \in L^1(m)$ and functionals $\lambda_{i,j}^{(y)}$ on $L^1(m)$ ($1 \leq i \leq s(y)$, $1 \leq j \leq m(y, i)$) satisfying the following conditions:

(i) $\{g_{i,j}^{(y)} > 0\} \cap \{g_{k,l}^{(y)} > 0\} = \phi$ for $(i, j) \neq (k, l)$.
 (ii) $\mathcal{L}_{T_y}(g_{i,j}^{(y)}) = g_{i,j+1}^{(y)}$ for $j = 1, \dots, m(y, i) - 1$ and $\mathcal{L}_{T_y}(g_{i,m(y,i)}^{(y)}) = g_{i,1}^{(y)}$.

$$(iii) \lim_{n \rightarrow \infty} \left\| \mathcal{L}_{T_y}^n \left(f - \sum_{i=1}^{s(y)} \sum_{j=1}^{m(y,i)} \lambda_{i,j}^{(y)}(f) g_{i,j}^{(y)} \right) \right\|_{L^1(m)} = 0$$

for $f \in L^1(m)$, where $s(y) \in \mathbb{N}$, $m(y, i) \in \mathbb{N}$ ($1 \leq i \leq s(y)$), and $\mathcal{L}_{T_y}^n \equiv (\mathcal{L}_{T_y})^n$.

Let us note that $\eta(Y_1)$ is positive in many cases in which the above Assumption 1 is satisfied for \mathcal{L}_S . Remark that Proposition 2.4 can be clearly rewritten as the following proposition under the above assumption and notations.

Proposition 3.5. *There exists a set $Y_0 \in \mathcal{B}(Y)$ with $\eta(Y_0) = 1$ such that*

$$\begin{aligned} \{g_{i,j} > 0\} &\subset T_y^{-1}\{g_{i,j+1} > 0\} \quad (1 \leq j \leq m(i) - 1) \\ \{g_{i,m(i)} > 0\} &\subset T_y^{-1}\{g_{i,1} > 0\} \end{aligned}$$

holds for $y \in Y_0$ and $i = 1, \dots, s$.

Remark 3.1. *Define $g_i \equiv (1/m(i)) \sum_{j=1}^{m(i)} g_{i,j}$ ($1 \leq i \leq s$) and $g_i^{(y)} \equiv (1/m(y, i)) \sum_{j=1}^{m(y,i)} g_{i,j}^{(y)}$ ($1 \leq i \leq s(y)$). Then, g_i and $g_i^{(y)}$ are the densities of the ergodic invariant probabilities of S and T_y , respectively.*

Theorem 1. *Suppose that Assumption 1 is satisfied.*

(1) *For $i \in \{1, \dots, s\}$ and $y \in Y_0 \cap Y_1$, we have $\{g_i > 0\} \cap \bigcup_{k=1}^{s(y)} \{g_k^{(y)} > 0\} \neq \phi$ and $\{g_i > 0\} \supset \{g_{k_0}^{(y)} > 0\}$ for some $k_0 \in \{1, \dots, s(y)\}$. This means that the number s of ergodic components for S is not greater than $s(y)$ for T_y ($y \in Y_0 \cap Y_1$).*

(2) *Assume that $y \in Y_0 \cap Y_1$, $i \in \{1, \dots, s\}$, and $k \in \{1, \dots, s(y)\}$ satisfy the relation $\{g_i > 0\} \supset \{g_k^{(y)} > 0\}$. Then, $m(i)$ is a divisor of $m(y, k)$.*

Proposition 3.5 immediately shows the following:

Theorem 2. *Suppose that Assumption 1 is satisfied. If $\eta(\{y \in Y; T_y = I_d\}) > 0$, then $m(i) = 1$ for $i \in \{1, \dots, s\}$, where I_d is the identity map on X .*

4. Example

In this section, we consider the unit interval $X \equiv [0, 1]$, Borel field $\mathcal{F} \equiv \mathcal{B}([0, 1])$, and Lebesgue measure m on (X, \mathcal{F}) . Further, we use an initial function as $f_0(x) = 2x$ for $x \in [0, 1]$, and a complete separable metric space as $Y = \{y_1, y_2\} \subset \mathbb{R}$ ($y_1 \neq y_2$). Thus, the Perron Frobenius operator $\mathcal{L}_S f$ is obtained as follows:

$$(\mathcal{L}_S f)(x) = \sum_{k=1}^2 \eta(\{y_k\}) (\mathcal{L}_{T_{y_k}} f)(x), \quad x \in X.$$

4.1. Example 1

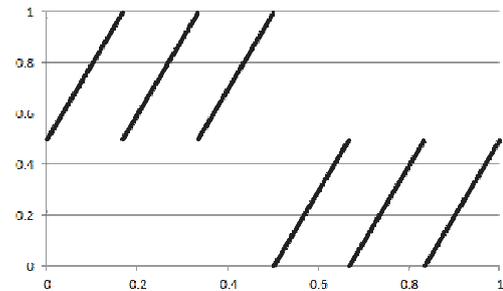


Figure 1: $\{R^\tau x; x \in [0, 1]\}$ for $\tau = (2, 1)$.

We consider the transformation R_3 given by: $R_3 x \equiv 3x \pmod{1}$ for $x \in X$. For $m_0 \in \mathbb{N}$, we define the subintervals J_k ($1 \leq k \leq m_0$) as

$$J_k \equiv \left[\frac{k-1}{m_0}, \frac{k}{m_0} \right), \quad (1 \leq k \leq m_0 - 1),$$

$$\text{and } J_{m_0} \equiv \left[1 - \frac{1}{m_0}, 1 \right].$$

It must be noted that $X = \bigcup_{k=1}^{m_0} J_k$ holds. Then, we define the transformation $R^\tau : X \rightarrow X$ as

$$R^\tau x \equiv \frac{1}{m_0} R_3(m_0 x - k + 1) + \frac{\tau_k - 1}{m_0},$$

for $x \in J_k$ ($k \in \{1, \dots, m_0\}$),

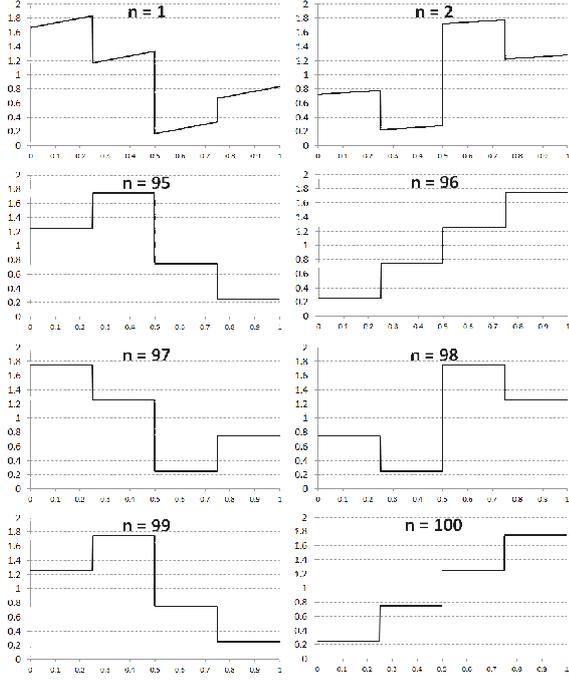


Figure 2: Results of $(\mathcal{L}_{R^\tau}^n f_0)(\cdot)$ for $\tau = (3, 4, 2, 1)$, $n = 1, 2, 95, 96, 97, 98, 99$ and 100 .

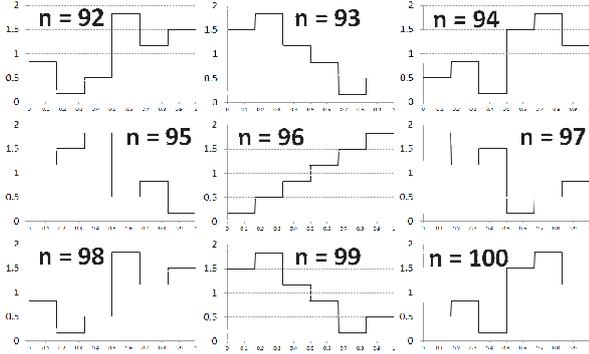


Figure 3: Results of $(\mathcal{L}_{R^\tau}^n f_0)(\cdot)$ for $\tau = (4, 5, 6, 2, 3, 1)$ and $92 \leq n \leq 100$.

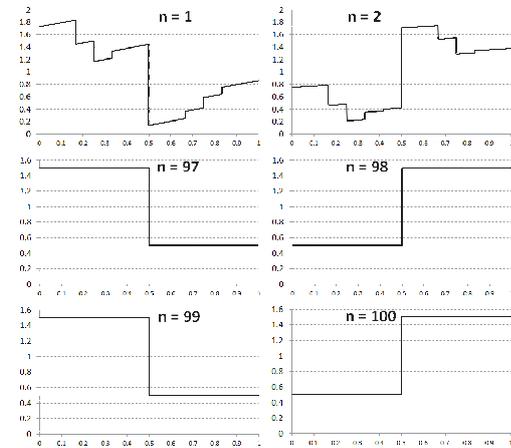


Figure 4: Results of $(\mathcal{L}_S^n f_0)(\cdot)$ with $T_{y_1} = R^{(3,4,2,1)}$ and $T_{y_2} = R^{(4,5,6,2,3,1)}$, for $n = 1, 2, 97, 98, 99$ and 100 .

where $\tau = (\tau_1, \dots, \tau_{m_0})$ is a permutation of the set $\{1, 2, \dots, m_0\}$. The graph of $\{R^\tau x; x \in [0, 1]\}$ for $\tau = (2, 1)$ is illustrated in Fig 1. The Perron Frobenius operator $\mathcal{L}_{R^\tau} f$ is obtained as follows:

$$(\mathcal{L}_{R^\tau} f)(x) = \frac{1}{3} \left\{ f\left(\frac{x}{3} + \frac{k-1}{m_0} - \frac{\tau_k-1}{3m_0}\right) + f\left(\frac{x}{3} + \frac{k-1}{m_0} - \frac{\tau_k-2}{3m_0}\right) + f\left(\frac{x}{3} + \frac{k-1}{m_0} - \frac{\tau_k-3}{3m_0}\right) \right\}$$

for $x \in J_{\tau_k} = R^\tau(J_k)$ ($1 \leq k \leq m_0$).

4.1.1. $R^{(3,4,2,1)}$ and $R^{(4,5,6,2,3,1)}$

Here, we consider the random iterations of transformations:

$$T_{y_1} = R^{(3,4,2,1)} \text{ and } T_{y_2} = R^{(4,5,6,2,3,1)} \\ \text{with } \eta(\{y_1\}) = \eta(\{y_2\}) = 1/2.$$

The graphs of $(\mathcal{L}_{T_y}^n f_0)(\cdot)$ ($y = y_1, y_2$) and $(\mathcal{L}_S^n f_0)(\cdot)$ are illustrated in Fig 2, Fig 3, and Fig 4, respectively. Then,

$$Y = Y_0 = Y_1 = \{y_1, y_2\}, \quad s(y_1) = s(y_2) = s = 1, \\ m(y_1, 1) = 4, \quad m(y_2, 1) = 6, \quad m(1) = 2.$$

can be obtained. Further, the density functions are defined as

$$g_{1,j}^{(y_1)}(x) = 4 \times 1_{[\frac{j-1}{4}, \frac{j}{4}]}(x), \quad x \in X, \quad (1 \leq j \leq 4), \\ g_{1,j}^{(y_2)}(x) = 6 \times 1_{[\frac{j-1}{6}, \frac{j}{6}]}(x), \quad x \in X, \quad (1 \leq j \leq 6), \\ g_{1,j}(x) = 2 \times 1_{[\frac{j-1}{2}, \frac{j}{2}]}(x), \quad x \in X, \quad (1 \leq j \leq 2).$$

Based on the results in Fig 2 ($n = m(y_1, 1) \times 25 = 100$), Fig 3 ($n = m(y_2, 1) \times 16 = 96$) and Fig 4 ($n = m(1) \times 50 = 100$), we can confirm that $0 < \lambda_{1,j}^{(y)}(f_0) < \lambda_{1,j+1}^{(y)}(f_0)$ holds for $j = 1, \dots, m(y, 1) - 1$ ($y \in \{y_1, y_2\}$), and that $0 < \lambda_{1,1}(f_0) < \lambda_{1,2}(f_0)$ holds. It must also be noted that

$$\left(\bigcup_{j=1}^2 \{g_{1,j}^{(y_1)} > 0\} \right) \cup \left(\bigcup_{j=1}^3 \{g_{1,j}^{(y_2)} > 0\} \right) \subset \{g_{1,1} > 0\}, \\ \left(\bigcup_{j=3}^4 \{g_{1,j}^{(y_1)} > 0\} \right) \cup \left(\bigcup_{j=4}^6 \{g_{1,j}^{(y_2)} > 0\} \right) \subset \{g_{1,2} > 0\}.$$

hold, and $m(1) = 2$ is a divisor of $m(y_1, 1) = 4$ and $m(y_2, 1) = 6$, which corresponds to the results in Theorem 1.

4.1.2. $R^{(3,4,2,1)}$ and I_d

Here, we consider the random iterations of transformations:

$$T_{y_1} = R^{(3,4,2,1)} \text{ and } T_{y_2} = I_d \\ \text{with } \eta(\{y_1\}) = \eta(\{y_2\}) = 1/2.$$

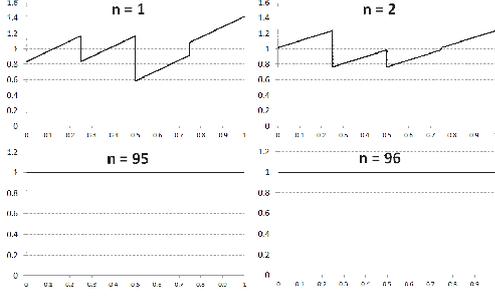


Figure 5: Results of $(\mathcal{L}_S^n f_0)(\cdot)$ with $T_{y_1} = R^{(3,4,2,1)}$ and $T_{y_2} = I_d$, for $n = 1, 2, 95$ and 96 .

The graphs of $(\mathcal{L}_S^n f_0)(\cdot)$ are illustrated in Fig 5. Since $\mathcal{L}_{I_d} f = f$, we have the following result

$$Y_1 = \{y_1\}, Y = Y_0 = \{y_1, y_2\}, s(y_1) = s = 1, \\ m(y_1, 1) = 4, m(1) = 1,$$

which corresponds to the result in Theorem 2.

4.2. Example 2

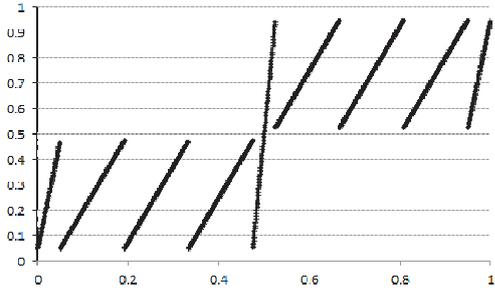


Figure 6: $\{Q^a(x); x \in [0, 1]\}$ for $a = 0.05$.

For a constant $a \in (0, 1/3)$, we define the subintervals I_k ($1 \leq k \leq 9$) as

$$I_k \equiv [c_{k-1}, c_k] \quad (1 \leq k \leq 8) \text{ and } I_9 \equiv [c_8, c_9],$$

where $(c_k)_{k=0}^9$ is defined as $c_0 = 0$,

$$c_k = \begin{cases} c_{k-1} + a, & (k = 1, 5, 9), \\ c_{k-1} + \frac{1-3a}{6}, & (k = 2, 3, 4, 6, 7, 8). \end{cases}$$

It must be noted that $X = \bigcup_{k=1}^9 I_k$ holds. Then, we define the transformation $Q^{(a)} : X \rightarrow X$ as

$$Q^{(a)} x = \begin{cases} c_1 + D_{k-1,k}^{1,4}(x - c_{k-1}), & x \in I_k \quad (1 \leq k \leq 4), \\ c_1 + D_{k-1,k}^{1,8}(x - c_{k-1}), & x \in I_k \quad (k = 5), \\ c_5 + D_{k-1,k}^{5,8}(x - c_{k-1}), & x \in I_k \quad (6 \leq k \leq 9), \end{cases}$$

$$\text{where } D_{k_1,k_2}^{k_3,k_4} = \frac{c_{k_4} - c_{k_3}}{c_{k_2} - c_{k_1}}.$$

The graph of $\{Q^a(x); x \in [0, 1]\}$ for $a = 0.05$ is illustrated in Fig 6.

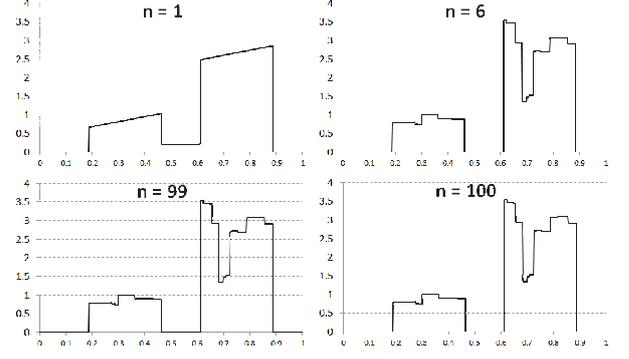


Figure 7: Results of $(\mathcal{L}_{Q^{(a,b_1)}}^n f_0)(\cdot)$ with $a = 0.15$ and $b_1 = a/4$ ($n = 1, 6, 99$ and 100).

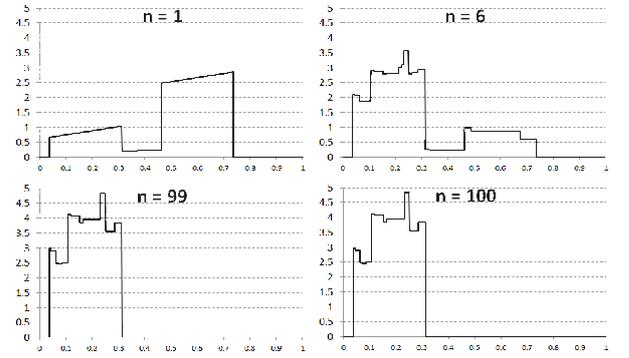


Figure 8: Results of $(\mathcal{L}_{Q^{(a,b_2)}}^n f_0)(\cdot)$ with $a = 0.15$ and $b_2 = -3a/4$ ($n = 1, 6, 99$ and 100).

Further we define the transformation $Q^{(a,b)}$ by $Q^{(a,b)}x = Q^{(a)}x + b$ ($x \in X$) for $b \in [-a, a]$. The Perron Frobenius operator $\mathcal{L}_{Q^{(a,b)}} f$ is obtained as follows ((i)-(v)):

$$(i) \quad (\mathcal{L}_{Q^{(a,b)}} f)(x) = D_{1,4}^{0,1} f(c_0), \text{ for } x = c_1 + b.$$

$$(ii) \quad (\mathcal{L}_{Q^{(a,b)}} f)(x) = D_{1,8}^{4,5} f(c_4 + D_{1,8}^{4,5}(x - b - c_1))$$

$$+ \sum_{k=1}^4 D_{1,4}^{k-1,k} f(c_{k-1} + D_{1,4}^{k-1,k}(x - b - c_1)), \\ \text{for } x \in (c_1 + b, c_4 + b].$$

$$(iii) \quad (\mathcal{L}_{Q^{(a,b)}} f)(x) = D_{1,8}^{4,5} f(c_4 + D_{1,8}^{4,5}(x - b - c_1)), \\ \text{for } x \in (c_4 + b, c_5 + b].$$

$$(iv) \quad (\mathcal{L}_{Q^{(a,b)}} f)(x) = D_{1,8}^{4,5} f(c_4 + D_{1,8}^{4,5}(x - b - c_1)) \\ + \sum_{k=6}^9 D_{5,8}^{k-1,k} f(c_{k-1} + D_{5,8}^{k-1,k}(x - b - c_5)), \\ \text{for } x \in (c_5 + b, c_8 + b].$$

$$(v) \quad (\mathcal{L}_{Q^{(a,b)}} f)(x) = 0, \text{ for } x \in [0, c_1 + b) \cup (c_8 + b, 1].$$

For $a = 0.15$, $b_1 = a/4$, and $b_2 = -3a/4$, we define the transformations T_{y_1} , T_{y_2} , and S as

$$T_{y_k} x \equiv Q^{(a,b_k)} x, \text{ for } x \in X \quad (k = 1, 2), \\ \text{with } \eta(\{y_1\}) = \eta(\{y_2\}) = 1/2.$$

The graphs of $(\mathcal{L}_{Q^{(a,b_k)}}^n f_0)(\cdot)$ ($k = 1, 2$) and $(\mathcal{L}_S^n f_0)(\cdot)$ are illustrated in Fig 7, Fig 8, and Fig 9, respectively. Then,

$$Y = Y_0 = Y_1 = \{y_1, y_2\}, \quad s(y_1) = 2, \quad s(y_2) = s = 1, \\ m(y_1, 1) = m(y_1, 2) = 1, \quad m(y_2, 1) = 1, \quad m(1) = 1$$

are obtained. Further, we have the densities $g_{1,k}^{(y_1)}(x)$ ($k = 1, 2$), $g_{1,1}^{(y_2)}(x)$, and $g_{1,1}(x)$ such that

$$\{g_{1,1}^{(y_1)} > 0\} \subsetneq \{g_{1,1} > 0\} \text{ and} \\ \{g_{1,1}^{(y_2)} > 0\} \subsetneq \{g_{1,1} > 0\}$$

hold, which correspond to the result in Theorem 1.

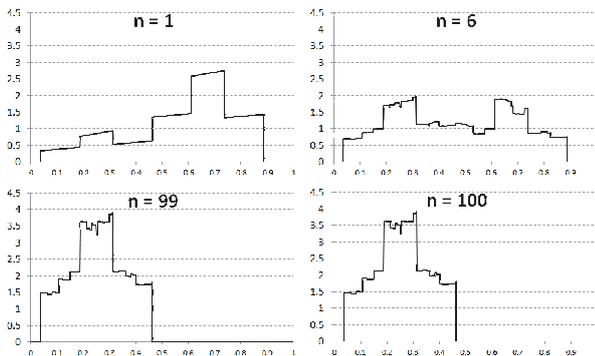


Figure 9: Results of $(\mathcal{L}_S^n f_0)(\cdot)$ for $T_{y_k} = Q^{(a,b_k)}$ ($k = 1, 2$) with $a = 0.15$, $b_1 = a/4$ and $b_2 = -3a/4$ ($n = 1, 6, 99$, and 100).

5. Conclusion

In this paper, we studied the effects of randomization on the asymptotic periodicity of densities. We showed that the supports of ergodic probability densities for random iterations include at least one support of ergodic probability density for each m -nonsingular transformation. This implies that the number of ergodic components for random iterations is not greater than the number of ergodic components for each m -singular transformations. We also discussed about the period of limiting densities of random iterations.

References

[1] T. INOUE AND H. ISHITANI: Asymptotic periodicity of densities and ergodic properties for nonsingular systems *Hiroshima Math. J.*, **21**, pp.597–620, 1991.
 [2] S. KAKUTANI: Random ergodic theorems and Markoff processes with a stable distribution, *Proceedings of the Second Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability*, University of California Press, pp.247-261, 1951.
 [3] T. MORITA: Random iteration of one-dimensional transformations, *Osaka J. Math.*, **22**, pp.489-518, 1985.

[4] T. MORITA: Asymptotic behavior of one-dimensional random dynamical systems, *J. Math. Soc. Japan*, **37**, pp.651-663, 1985.
 [5] T. MORITA: Deterministic version lemmas in ergodic theory of random dynamical systems, *Hiroshima J. Math.*, **18**, pp.15-29, 1988.
 [6] T. OHNO: Asymptotic behavior of dynamical systems with random parameters, *Publ. RIMS, Kyoto Univ.*, **19**, pp.83-98, 1983.
 [7] N. PROVATAS AND M. MACKEY: Noise-induced asymptotic periodicity in a piecewise linear map, *Journal of Statistical Physics*, **69**, pp.585-612, 1991.

(原稿受理日 平成 25 年 10 月 3 日)

人工分子で光合成を組み立てる

永田 央¹⁾

Building Photosynthesis from Artificial Molecules

Toshi NAGATA¹⁾

Abstract

Herein described are attempts in the author's laboratory to mimic crucial processes in photosynthesis by synthetic molecules. General introduction on photosynthesis is given first, and three representative works are reported: (1) synthesis and photoreactions of single-molecular quinone pools, (2) photooxidation of alcohols by TEMPO/porphyrin/quinone system, and (3) photoreduction of haloalkanes by porphyrin/cobalt hybrid system.

1. はじめに

再生可能エネルギー利用は、資源に乏しい我が国が戦略的に推進すべき基幹技術である。日本の主要な一次エネルギーは石油・天然ガスといった化石燃料である。近年は、石油の可採年数の見通しが40年前後で安定しており¹⁾、化石燃料枯渇の危機はあまり意識されていないが、原理的に化石燃料が有限の資源であることは忘れてはならない。また、化石燃料由来の二酸化炭素による地球温暖化は国際的に解決すべき課題となっており、排出量の削減を目指してエネルギー源の多様化を推進する必要がある²⁾。

日本で現在重点的に実用化が進められている再生可能エネルギーは、太陽光・風力・地熱を用いた発電である³⁾。電気エネルギーは非常に使い勝手のよいエネルギー形態であるが、貯蔵・運搬に不向きであり、必ずしも万能ではない。化石燃料由来の炭化水素は、この点で極めて優秀である。重量あたりのエネルギー密度が高いにも関わらず、通常の下では極めて安定であるため、低コストの設備で長期間にわたって保存でき、簡便に運搬することができる。この点から、再生可能エネルギーの利用形態として、電気エネルギーだけではなく、燃料になる化学物質を生産することは、検討する価値がある。

植物の光合成は、太陽光エネルギーを使って水と二酸化炭素から燃料化学物質を大規模に生産している。光合成のエネルギー効率は1~5%で、決して高いものではないが、それでも地球上のすべての生命を維持できる量の有機化合物を生産することができる。太陽エネルギーが

いかに潤沢に地球上に降り注いでいるかの証左である。光合成はまた、二酸化炭素を化学的に固定するプロセスとして、実用レベルに到達している唯一の系である。光合成に相当する光化学変換を効率よく行う技術を手に入れば、石油資源の問題と二酸化炭素削減の問題を一度に解決することができる。これは、人類が緊急に取り組むべき研究課題であると言える。

本稿では、人工光合成を実現するための戦略について簡単に述べたあと、筆者の研究室でこれまで進めてきた取り組みについて紹介する。

2. 人工光合成の原理

光合成を実現するには、以下の4つの過程が不可欠である。

- (1) 光電荷分離
- (2) 酸化反応
- (3) 還元反応
- (4) 電子伝達

光電荷分離とは、光を吸収して励起状態になった物質が、近くの物質と電子の受け渡しをすることによって、

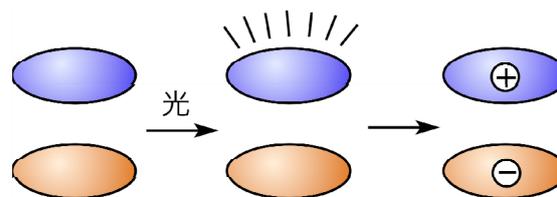


Fig.1 Schematic representation of photoinduced charge separation.

1) 応用化学科

1) Department of Applied Chemistry

正負の電荷が分離した状態を作ることである (Fig. 1). 受け渡しをするのは別の物質とは限らず, 一つの物質の中の異なる部分の間で電子の授受が起きることもある.

酸化反応 (2), 還元反応 (3) では, 光電荷分離で生成した正負の電荷を利用して化学反応が進行する. 光合成が単なるエネルギー変換ではなく「合成」と呼ばれるゆえである.

電子伝達 (4) は, 酸化反応系と還元反応系の間で電子を受け渡す役割を持つ. これが必要なのは, 電子の移動と比較して酸化還元反応が遅いためである. 光電荷分離で生成した正負電荷の対は寿命が短く, やがて再結合してエネルギーを失ってしまう. このため, 電荷分離状態から速やかに正負いずれかの電荷を引き離すことで再結合を防ぎ, 酸化還元反応が進むようにしなくてはならない. 生物の光合成では, 細胞膜に埋め込まれたキノンプール (後述) がこの役割を果たす. なお, 細胞膜は電子伝達と同時に, 酸化反応・還元反応それぞれの生成物を空間的に分離する役目も担っている.

以上の考察に基づいて光合成システムを模式化すると Fig. 2 のようになる. これが, 人工光合成を実現するための基本スキームであると言える.

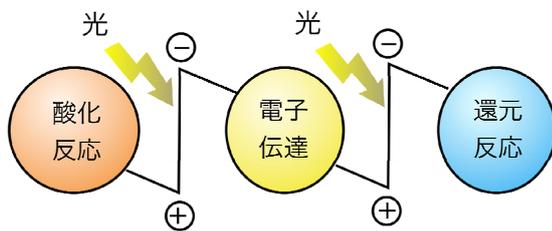


Fig. 2 Basic scheme of photosynthesis.

筆者の研究室では, Fig. 2 のそれぞれの過程について, 合成分子を用いたモデル化を試みてきた. 具体的には, (1) 単分子キノンプールの合成と光化学, (2) TEMPO-ポルフィリン-キノン系によるアルコールの光酸化, (3) ポルフィリン-コバルト錯体複合系を用いたハロアルカンの光還元, である. それぞれについて以下に報告する.

3. 単分子キノンプールの合成と光化学

3.1 キノンプールの原理と役割

キノンは光合成のみならず, 生体内のエネルギー変換において中心的な役割を担っている⁴⁾. 植物の光合成では, 光化学系IIが細胞膜内に埋め込まれたプラストキノンを対応する還元型のヒドロキノンに変換し, これがシトクロム *b₆f* で再酸化されると同時に細胞膜の両側にプロトン濃度勾配が形成される^{5,6)}. このプロトン濃度勾

配は, ATP 合成に利用される. 同様の化学反応が, ミトコンドリアにおいても進行しており, 我々を含む酸素呼吸生物のエネルギー獲得の中心的なメカニズムとなっている.

キノンの酸化還元にもなってプロトンの授受が起きる仕組みは, キノンの特徴的な酸化還元過程によって説明できる (Fig. 3). キノンは二つの電子を受け入れることができるが, このときプロトン性溶媒中では同時に二つのプロトンを受け取る. 生成物は, 中性分子のヒドロキノンである. 細胞膜の中に埋め込まれたキノンが, 膜の界面近くの定められた位置で酸化・還元を繰り返すことで, 膜の両側にプロトン勾配を作り出す仕組みになっている.

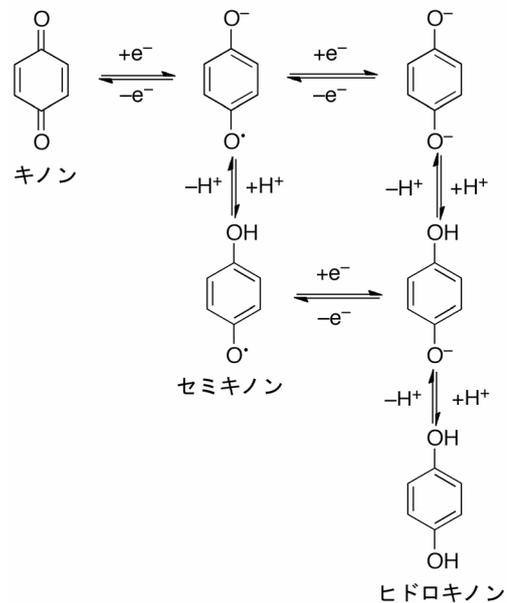


Fig. 3 Redox processes of quinones.

光合成においては, キノンにはもう一つの重要な役割がある. それは, 光励起された葉緑素 (クロロフィル) から電子を受け取る役割である. キノンは比較的温和な電子受容体であるが, 光励起された色素は強い還元剤として働くため, キノンに電子を渡して電荷分離状態を作ることができる. これが光エネルギー利用のための初期過程であることはすでに述べた通りである. 反応中心で電子を受け取ったキノンは, 還元型のヒドロキノンとして細胞膜内に放出され, 代わりに酸化型キノンが反応中心に結合する. こうして, 細胞膜内に埋め込まれたプラストキノンの集合体=キノンプールに電子が溜め込まれることになる. また, ヒドロキノンが細胞膜内にとどまることにより, 光エネルギーから得た化学エネルギーが拡散希釈で失われることを防いでいる.

キノンプールの役割をまとめると, 次のようになる.

第一に、キノンプールは膜の両側にプロトン濃度勾配を生成する。第二に、キノンプールは光化学系から受け取った電子を一時的に溜め込む役割を持つ。第三に、キノン・ヒドロキノンの拡散を空間的に限定することで、化学ポテンシャルの拡散による低下を防ぐ。

3.2 人工キノンプールの分子設計

筆者らは、キノンプールの特徴のうち、電子の溜め込みと拡散の限定の2つを人工分子系に取り入れることを考えた。そのためには、多数のキノン分子を一定の空間内に分布させ、その一定の空間に限定してキノンが自由に拡散できるようにすればよい。そのためのアプローチとして、両親媒性分子を用いてミセルやベシクルのような集合体を水中で形成させ、その疎水性部分にキノンを

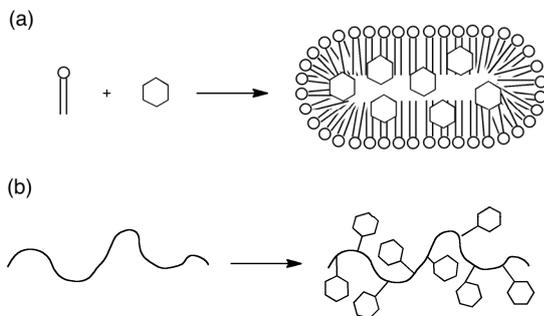


Fig. 4 Hypothetical quinone pools designed by (a) self-assembly, (b) linear-chain polymer.

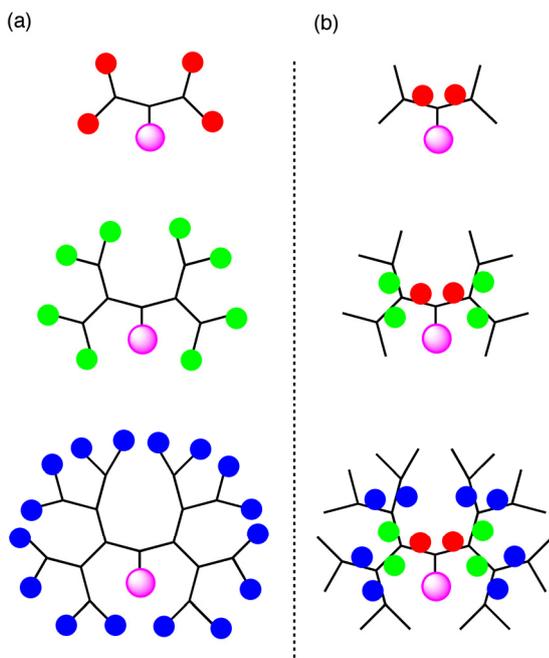


Fig. 5 Molecular design of quinone pools by use of dendrimers. (a) Quinones at the terminal positions, (b) quinones at the internal positions.

埋め込む方法や (Fig. 4a)⁷⁾、高分子の側鎖にキノンを化学結合させる方法が考えられる (Fig. 4b)^{8,9)}。これらの方法は、工程数が少なく実用上有用と言える。一方、これらの系は分子レベルでの不均一性が著しいため、キノンの挙動を詳細に解析する目的には向いていない。

筆者らは、枝分かれ状の高分子である dendrimer に着目し¹⁰⁾、これを用いて人工キノンプールを実現することを発案した。Dendrimer は、直鎖状の高分子と異なり、化学的に単一な分子を調製することが比較的容易である。Dendrimer に複数の酸化還元活性基を導入する研究には先行例があり¹¹⁾、中にはキノンを用いた例もある¹²⁾。ただし、いずれの場合も活性基は dendrimer の末端部に導入されている (Fig. 5a)。これに対して、筆者らは dendrimer の末端部分ではなく、分岐部分にキノンを結合する設計を採用した (Fig. 5b)¹³⁾。実際に合成した分子を Fig. 6 に示す。中心の色素の近傍にも、遠く離れた場所にも、まんべんなくキノンが分布していることがわかる。この分子設計は、キノンプールの特徴をよく再現するものである。中心色素としては亜鉛ポルフィリンを選択した。

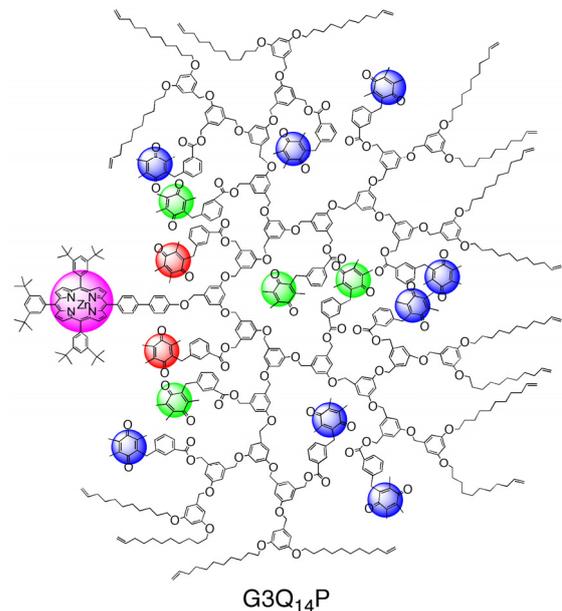


Fig. 6 The quinone pool molecule studied in this work.

3.3 人工キノンプールの合成と光反応

キノンプール分子は Fig. 7 に従って合成した¹⁴⁾。合成した化合物は、高速液体クロマトグラフィーで精製し、¹H, ¹³C NMR と MALDI-TOF 質量分析で同定した。この分子には、Fig. 6 で色を分けて示したように、三種類の非等価なキノンが存在するが、¹H NMR でそれらを区別して観測することができた。

この分子について、照射によるヒドロキノンの分子内蓄積を試みた (Fig. 8). 還元剤として 4-*tert*-ブチルチオフェノールを用いた. 光源はハロゲンランプを用い、キノン自身の励起状態を経由する反応を抑えるために 500

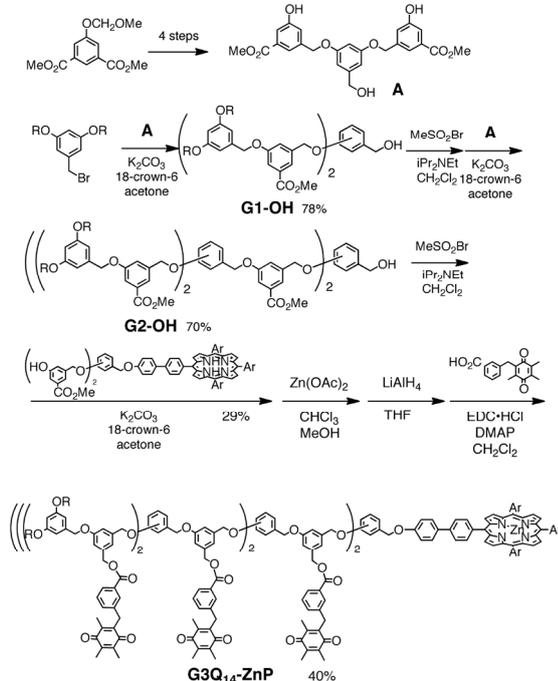


Fig. 7 Synthesis of the quinone pool molecule.

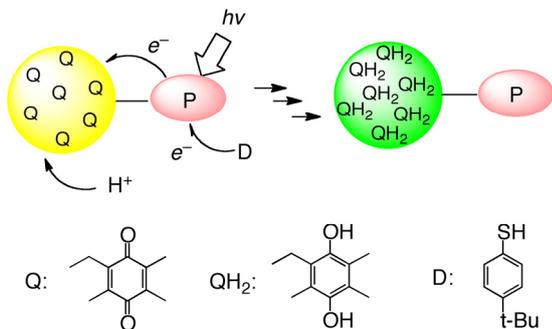


Fig. 8 Photoreduction of the quinone pool molecule.

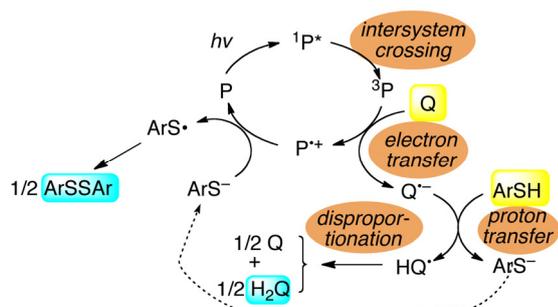


Fig. 9 Reaction mechanism of photoreduction of quinones sensitized by porphyrins.

nm より短波長の光を色ガラスフィルター (Y-52) でカットした. グローブボックス (窒素雰囲気) 中でキノンプール分子 (0.5 μmol)とチオフェノール (50 μmol ; キノン1つあたり 3.5 当量)を重クロロホルム (0.6 mL) に溶かし, Young コック付きのNMR 管に封入して, 30°C で照射した. 三種類のキノンがいずれも対応するヒドロキノンに変換され, 90 分で変換が完了することが確認できた. 反応の進行とともに, チオフェノールが酸化されたジスルフィドが生成した. このことから, チオフェノールが電子源・プロトン源として機能していることが確かめられた. 類似の反応系について速度論的検討を加えた結果, Fig. 9 の反応機構で進行していることがわかった.

4. TEMPO-ポルフィリン-キノン系による光酸化

4.1 電子源についての考察

前章で述べた光反応では, チオフェノールを電子源としてキノンをヒドロキノンに変換した. 一方, 植物の光合成では, 同じ反応を水を電子源として実現している. 水は電子源として理想的な性質を備えている¹⁵⁾. すなわち, 安価であり, 酸化生成物の酸素は空気中に放出しても何の問題もない. しかしながら, 水の四電子酸化は化学的に難しい反応であり, 筆者らの反応系と組み合わせるのに適切な触媒はまだ見つからない. そこで, 少し難易度を下げて, アルコールの酸化反応を電子源として利用することを考えた.

前章と同様にポルフィリンとキノンの光化学を利用する場合, ポルフィリンのカチオンラジカルを用いてアルコールを酸化することになる. この反応は熱力学的には十分に可能である. すなわち, ポルフィリン, アルコールの酸化電位はNHE 基準でそれぞれ +0.95 V, 約 -0.2 V で, ポルフィリンの方がはるかに高い. しかしながら, 実際にポルフィリンのカチオンラジカルとアルコールを反応させても, アルコールの二電子酸化によるカルボニル化合物の生成はほとんど認められない. これは, 中間に生成するアルコールの一電子酸化生成物 (アルコキシルラジカル, RO•) のエネルギーがあまりに高く, 生成し難いためと考えられる. 二電子酸化反応を円滑に進めるためには, アルコールの直接一電子酸化を伴わない反応経路を用意しなければならない.

4.2 TEMPO を触媒とするアルコールの酸化反応

筆者らは, TEMPO (2,2,6,6-テトラメチルピペリジニルオキシ)を触媒として用いることを検討した. TEMPO は不対電子を持つ有機化合物としては例外的に安定で, 室

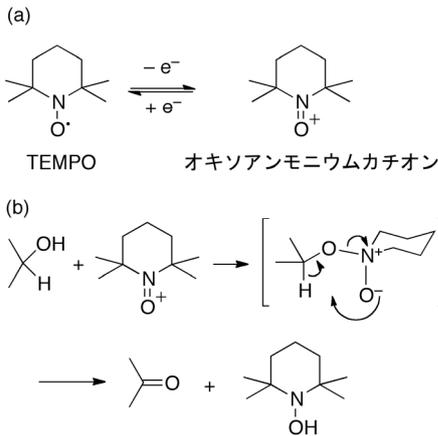


Fig. 10 One-electron oxidation of TEMPO followed by oxidation of alcohol.

温・空気中で普通に扱うことができる。市販試薬として購入することも可能である。さらに、TEMPO は安定フリーラジカルであるため、容易に一電子酸化を受けて、オキシアンモニウムカチオンを生成する (Fig. 10a)。このオキシアンモニウムカチオンはアルコールと速やかに反応して、カルボニル化合物を与える (Fig. 10b)。この性質を利用して、TEMPO を触媒とするアルコールの電気化学的酸化反応が開発されている¹⁶⁾。このことから、ポルフィリンカチオンラジカルによって TEMPO の一電子酸化が実現できれば、ポルフィリン-キノン光化学系によるアルコールの酸化が可能になると考えた。

4.3 TEMPO-ポルフィリン-キノン三元系によるアルコールの光酸化

無水ピリジン (0.5 mL) 中にポルフィリン (1 μmol)、TEMPO (25 μmol)、2,5-ジ-*tert*-ブチル-1,4-ベンゾキノン (100 μmol)、ベンジルアルコール (300 mmol)、*n*-ドデカン (50 μmol 、ガスクロマトグラフィーの内部標準) を溶かし、アルゴンで脱気した後 30°C で 500 nm 以上の光を照射したところ、ベンズアルデヒドと 2,5-ジ-*tert*-ブチル-1,4-ヒドロキノンが生成した (Fig. 11)¹⁷⁾。

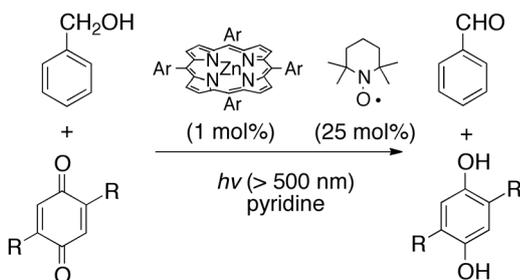


Fig. 11 Photooxidation of alcohol by TEMPO-porphyrin-quinone ternary system (R = *t*-butyl).

キノン濃度に対する速度依存性から、ポルフィリンの

三重項を経由する反応であることがわかった。TEMPO とポルフィリンの三重項の間の電子移動はエネルギー的に不利であるため、チオールによるキノンの光還元と同様にポルフィリンの三重項とキノンの間の光励起電子移動が反応のトリガーになっていると考えられる。

TEMPO がなければ反応はほとんど進行しなかった。また、反応系に酸を添加すると反応が阻害された。これらのことから、TEMPO が Fig. 10(b) と同様にアルコールの酸化反応を促進していることがわかる。推定される反応機構を Fig. 12 に示す。

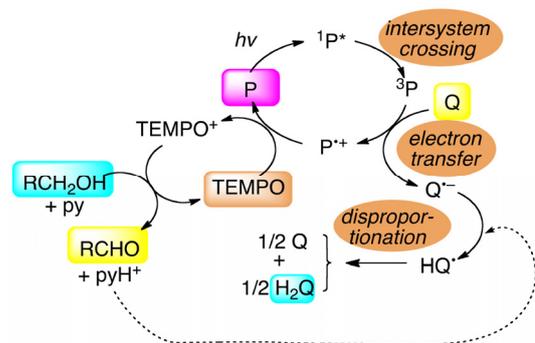


Fig. 12 Reaction mechanism of photooxidation of alcohols by TEMPO-porphyrin-quinone system.

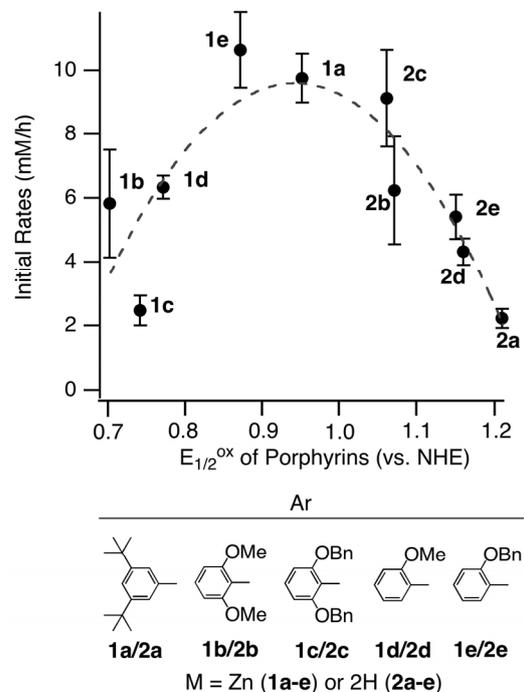


Fig. 13 Dependence of the initial rates of photooxidation on the oxidation potentials of porphyrins.

ポルフィリンの酸化電位を系統的に変化させてこの酸化反応の初期速度を調べたところ、酸化電位に対して反応速度がベル型の依存性を持つことがわかった (Fig. 13). この結果は、Fig. 12 の反応機構によって説明することができる。すなわち、ポルフィリンの酸化電位が低い場合は、ポルフィリンカチオンラジカルの酸化力が低く、TEMPO を十分に酸化することができない。一方、ポルフィリンの酸化電位が高い場合は、ポルフィリンの三重項からキノンへの電子移動が困難になるため、ポルフィリンカチオンラジカルの生成量が低下する。この結果は、光合成で要求される多段階の酸化還元系を設計する際に、酸化電位の注意深い調節が必要であることを示している。

5. ポルフィリン-コバルト錯体複合化合物によるハロアルカンの光還元

5.1 人工の光化学系における遷移金属の利用

植物の光化学系では、多くの遷移金属イオンが電子移動と酸化還元反応に関わっている。たとえば、酸素発生複合体においてはマンガン・カルシウムのクラスターがクロロフィルのカチオンラジカルによって酸化され、水の四電子酸化を実現している¹⁸⁾。また、光化学系 I では鉄・イオウクラスターが電子受容体として働いている¹⁹⁾。これらの遷移金属は、一電子移動である光電荷分離と、多電子移動を伴う化学変換の橋渡しをするものと言える。人工の光合成系でも遷移金属は広く利用されているが、多くの場合は第二列・第三列の遷移金属が使われている²⁰⁾。第二列・第三列の遷移金属は優れた反応性を持つことが多いが、資源量が限られているため、将来の実用化を考慮すると不安が残る。この点で、第一列の遷移金属を利用することは研究する価値がある。

筆者らは、第一列遷移金属としてコバルトを選び、ポルフィリンの光反応との組み合わせを検討した。コバルトは産業界では「レアメタル」に分類されるが、資源量や年間生産量は Ru, Rh, Re といった貴金属よりもはるかに多いため、これらの元素の代替として十分な意味がある。また、通常の安定酸化数である Co(II) を一電子還元して Co(I) 状態を生成すると、多くの有機化合物と活発に反応することが知られている。この点から、コバルトは光電子移動と化学変換をつなぐ触媒として有望であると考えられる。

5.2 二成分結合型配位子による遷移金属錯体の合成

第一列遷移金属を錯体として扱う際にしばしば問題となるのが、溶液中で簡単に配位子交換を起こして分解していく点である。筆者らはこの性質を逆用して、電子

移動が起こったあとに金属イオンとの配位結合が切断される系をデザインした²¹⁾。しかし一般的には、配位子交換による錯体の分解は触媒反応の阻害過程として働くことが多いため、これをできるだけ抑止する必要がある。一方、コバルトは6配位構造をとることが多いが、この中で1つの配位箇所だけを交換可能にすれば、触媒反応に適した反応点を作ることができる。

このような観点から、筆者らは3座配位子と2座配位子を組み合わせた「二成分結合型配位子」を開発し、1つの配位箇所だけを交換可能にしたコバルト錯体の合成に成功した (Fig. 14)²²⁾。この錯体は、Co(II)状態から可逆な二電子還元が可能であり、錯体構造を保ったまま Co(I) 状態をとり得ることが示された。

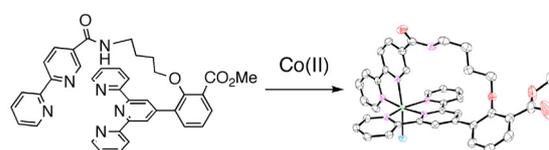


Fig. 14 Synthesis of a Co(II) complex of a binary ligand.

5.3 ポルフィリン-Co(II)錯体結合化合物の合成と光反応

二成分結合型配位子を用いるもう一つの利点として、配位子に有機化学的修飾を加えることにより、分子の高機能化が可能になる点がある。筆者らはこの特徴を生かすことで、Zn ポルフィリンと Co(II)錯体を結合した化合物を合成した (Fig. 15)²³⁾。この化合物は、二成分結合型配位子部分とポルフィリン部分がそれぞれ1つの Co(II), Zn(II)イオンを結合した構造を持っており、二成分結合型配位子を設計に組み込んで初めて合成可能になる。

この化合物を用いて、ヒドロキノンの光化学的酸化反応を試みた。重クロロホルムを含む溶媒中で、Fig. 15 の化合物・ヒドロキノンの混合物に波長 560 nm 以上の光を照射したところ、ヒドロキノンの還元生成物が得られた (Fig. 16)。Co(II), ポル

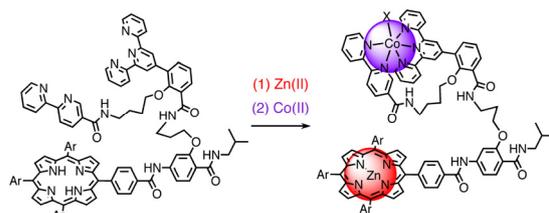


Fig. 15 Synthesis of a porphyrin-Co(II) linked molecule.

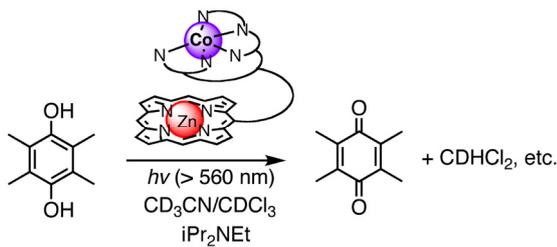


Fig. 16 Photooxidation of hydroquinone by a porphyrin-Co(II) linked molecule.

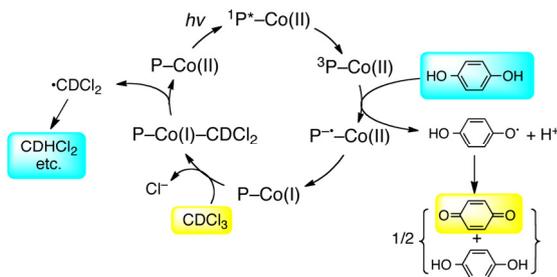


Fig. 17 Plausible mechanism of photooxidation of hydroquinone by a porphyrin-Co(II) linked molecule.

フィリン, 光照射のいずれが欠けてもこの反応は進行しないため, 光励起電子移動によって生成した Co(I)状態が反応に関わっていることは確実である. 現時点で推定される反応機構を Fig. 17 に示す.

この反応によって, 還元体のヒドロキノンを経過的にキノンに戻し, 同時に他の物質を還元する反応系への道が開けた. これまでの光合成型光還元反応は「犠牲試薬」と呼ばれる不可逆的な還元剤を用いて研究されることが多かったが, 今後は本反応のヒドロキノンのように「別の光反応によって生産・再生される」還元剤を用いて研究を進めて行くべきであろう.

6. 結論と今後の展望

光合成を3つの段階(光酸化反応・電子伝達・光還元反応)に分割し, それぞれを人工分子で実現できる段階までは達した. 人工光合成の「動作原理」に関する知見が蓄積されつつあると言える. しかしながら, 現状では複雑な分子を用いて限られた反応のデモンストレーションを行うにとどまっており, 将来の実用化に向けた展望が開けているとは言えない.

今後の課題として, 研究を進めていくべき方向が主に2つある. 一つは, 分離して実現した前述の「3つの段階」を組み合わせて, 光合成型の反応システムを構築することである. もう一つは, より有用な酸化還元反応(究極的には水の酸化と二酸化炭素の還元)を実現すること

である. いずれも困難な課題であるが, 本学発信の技術として実を結ぶことを目標として, 今後も努力を続けて行きたい.

謝辞

本研究は, 主に筆者の前任地(自然科学研究機構分子科学研究所=分子研)で遂行されたものである. 在任中にご支援いただいた分子研教職員諸氏, ならびに苦勞を共にしてくれた共同研究者諸氏に深く感謝いたします. 研究経費については分子研・文部科学省(科研費, ナノ支援プロジェクト)・日本学術振興会(科研費, 外国人招聘研究者事業)より援助をいただいたこと, 深く感謝いたします.

参考文献

- 1) エネルギー白書 2012, 資源エネルギー庁, 2012.
- 2) 日本の温室効果ガス排出量・2011年度, 環境省, 2013.
- 3) 平成 23 年度再生可能エネルギーに関するゾーニング基礎情報整備報告書, 環境省, 2012.
- 4) H. Nohl, W. Jordan and R. J. Youngman: Quinones in Biology: Functions in Electron Transfer and Oxygen Activation, *Adv. Free Radical Biology and Medicine*, Vol. 2, pp. 211-279, 1986.
- 5) K. Satoh, T. J. Wydrzynski and Govindjee: Photosystem II (Eds. T. J. Wydrzynski and K. Satoh), Springer, 2005.
- 6) W. A. Cramer, H. Zhang, J. Yan, G. Kurisu, E. Yamashita, N. Dashdorj, H. Kim and S. Savikhin: Structure-Function of the Cytochrome *b₆f* Complex: A Design that has Worked for Three Billion Years, *Primary Processes of Photosynthesis* (Ed. by G. Renger), RSC Publishing, pp. 417-446, 2008.
- 7) G. Steinberg-Yfrach, J.-L. Rigaud, E. N. Durantini, A. L. Moore, D. Gust and T. A. Moore: Light-driven production of ATP catalysed by *F₀F₁*-ATP synthase in an artificial photosynthetic membrane, *Nature*, Vol. 392, pp. 479-482, 1998.
- 8) J. Kucera: The polymeric p- and o-quinones as the reactive supports for the enzymes immobilization, *Biotech. Bioeng.* Vol. 28, pp. 110-111, 1986.
- 9) K. Takada, P. Gopalan, C. K. Ober and H. D. Abruna: Synthesis, Characterization and Redox Reactivity of Novel Quinone-Containing Polymer, *Chem. Mater.* Vol. 13, pp. 2928-2932, 2001.
- 10) D. A. Tomalia, A. M. Naylor and W. A. Goddard, III: Starburst Dendrimers: Molecular-Level Control of Size,

- Shape, Surface Chemistry, Topology, and Flexibility from Atoms to Macroscopic Matter, *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* Vol. 29, pp. 138–175, 1990.
- 11) C.-O. Turrin, J. Chiffre, D. de Montauzon, G. Balavoine, E. Manoury, A.-M. Caminade and J.-P. Majoral: Behavior of an Optically Active Ferrocene Chiral Shell Located within Phosphorus-Containing Dendrimers, *Organometallics* Vol. 21, pp. 1891–1897, 2002.
- 12) C. S. Rajesh, G. J. Capitosti, S. J. Cramer and D. A. Modarelli: Photoinduced Electron-Transfer within Free Base and Zinc Porphyrin Containing Poly(Amide) Dendrimers, *J. Phys. Chem. B*, Vol. 105, pp. 10175–10188, 2001.
- 13) Y. Kikuzawa, T. Nagata, T. Tahara and K. Ishii: Photo- and Redox-Active Dendritic Molecules with Soft, Layered Nanostructures, *Chem. Asian J.* Vol. 1, pp. 516–528, 2006.
- 14) T. Nagata and Y. Kikuzawa: An approach towards artificial quinone pools by use of photo- and redox-active dendritic molecules, *Biochim. Biophys. Acta*, Vol. 1767, pp. 648–652, 2007.
- 15) A. J. Bard and M. A. Fox: Artificial Photosynthesis: Solar Splitting of Water to Hydrogen and Oxygen, *Acc. Chem. Res.* Vol. 28, pp. 141–145, 1995.
- 16) M. F. Semmelhack, C. S. Chou and D. A. Cortes: Nitroxyl-Mediated Electrooxidation of Alcohols to Aldehydes and Ketones, *J. Am. Chem. Soc.* Vol. 105, pp. 4492–4494, 1983.
- 17) T. Nagasawa, S. I. Allakhverdiev, Y. Kimura and T. Nagata: Photooxidation of alcohols by a porphyrin/quinone/TEMPO system, *Photochem. Photobiol. Sci.* Vol. 8, pp. 174–180, 2009.
- 18) J. P. McEvoy and G. W. Brudvig: Water-Splitting Chemistry of Photosystem II, *Chem. Rev.* Vol. 106, pp. 4455–4483, 2006.
- 19) R. Malkin: Photosystem I Electron Transfer Reactions – Components and Kinetics, *Oxygenic Photosynthesis: The Light Reactions* (Eds. D. R. Ort and C. F. Yocum), Kluwer, pp. 313–332, 1996.
- 20) (a) M. Elvington, J. Brown, S. M. Arachchige and K. J. Brewer: Photocatalytic Hydrogen Production from Water Employing A Ru, Rh, Ru Molecular Device for Photoinitiated Electron Collection, *J. Am. Chem. Soc.* Vol. 129, pp. 10644–10645, 2007. (b) Z.-Y. Bian, K. Sumi, M. Furue, S. Sato, K. Koike and O. Ishitani: A Novel Tripodal Ligand, Tris[(4'-methyl-2,2'-bipyridyl-4-yl)-methyl]carbinol and Its Trinuclear Ru^{II}/Re^I Mixed-Metal Complexes: Synthesis, Emission Properties, and Photocatalytic CO₂ Reduction, *Inorg. Chem.* Vol. 47, 10801–10803, 2008. (c) H. Ozawa, M. Haga and K. Sakai: A Photo-Hydrogen-Evolving Molecular Device Driving Visible-Light-Induced EDTA-Reduction of Water into Molecular Hydrogen, *J. Am. Chem. Soc.* Vol. 128, pp. 4926–4927, 2006.
- 21) T. Nagata, Y. Kikuzawa and A. Osuka: Synthesis and Photoreaction of a Porphyrin-Co(III)-Complex Linked Molecule, *Inorg. Chim. Acta*, Vol. 342, pp. 139–144, 2003.
- 22) (a) T. Nagata and K. Tanaka: Pentadentate Terpyridine-Catechol Linked Ligands and Their Cobalt(III) Complexes, *Inorg. Chem.* Vol. 39, pp. 3515–3521, 2000. (b) H. Kon and T. Nagata: Syntheses of the Terpyridine-Bipyridine Linked Binary Ligands and Structural and Redox Properties of Their Cobalt Complexes, *Inorg. Chem.* Vol. 48, pp. 8593–8602, 2009.
- 23) H. Kon and T. Nagata: Syntheses, Properties and Photoreactions of the Hybrid Molecules Consisting of a Co^{II} Mononuclear Complexes and Porphyrins. *Chem. Eur. J.* Vol. 18, pp. 1781–1788, 2012.

(原稿受理日 平成 25 年 10 月 3 日)

非共有結合を活用した一次元分子集合体の構築と

低分子ゲル化剤の合理設計

藤田典史¹⁾

Construction of One-dimensional Molecular Assembly by Non-covalent Bondings and Rational Design of Low Molecular-weight Gelators

Norifumi FUJITA¹⁾

Abstract

Aiming at rational design of low molecular weight-gelator, tetraphenylporphyrin derivatives bearing *meso*-phenyl substituents attached with amide groups as hydrogen bonding sites were synthesized. These molecules successfully formed gels in various kinds of organic solvents. The gelator molecules form one-dimensional assemblies which were clearly observed by transmission electron microscopy. UV-Vis spectra and IR spectra also supported one-dimensional assemblies of the gelators through hydrogen bondings and π - π interactions. Given such molecular design, diacetylene groups, photo-reactive monomer, were introduced into the porphyrin gelator. The diacetylene-functionalized porphyrin gelator also gave gels in organic solvents and formed long one-dimensional assemblies reaching to several tens of micron meters long with unimolecular width. Upon irradiation of UV light to the assemblies on HOPG, photo polymerization of diacetylene moieties along the assemblies successfully occurred.

原子間力顕微鏡により明らかとなった。

1. 要約

π スタック集積性を有するポルフィリンの *meso* 位に水素結合性置換基である含アミド側鎖を導入する事で、合理的な分子デザインによる低分子ゲル化剤の開発を目指した。合成した修飾ポルフィリンは、様々な有機溶媒をゲル化する良好なゲル化剤であることが判明した。これらのゲル化剤分子は、ゲル中で一次元状の分子集合体を形成していることが、透過型電子顕微鏡、紫外可視吸光分析、赤外吸光分析により明らかとなった。この分子デザインを元に、側鎖に光重合性を有するジアセチレンを導入したところ、この分子は透明で良好なゲル化剤として振る舞うことが明らかとなった。さらに、このゲルを基板上にキャストし、光重合を行ったところ、一次元分子集合構造に沿ったジアセチレンの重合反応が、全く欠陥もなく数マイクロメートルに渡って進行したことが

2. 緒論

19世紀中頃から、低分子量化合物が溶媒の粘性を上昇させ、場合によっては固化（ゲル化）させてしまう現象が確認されている。本邦でも、20世紀中頃、ある種の糖分子が溶媒の粘性を上昇させることが報告されている。しかし、この現象が科学の俎上にあがってきたのは1980年台になってからである。この間、高分子ゲル研究が大きく発展し、産業材料の一角を担うまでに成長したと対称的である。その後も依然として、低分子量化合物のゲル化現象は、有機化合物の合成途中に発見されるなど、偶然見つかったものに過ぎなかった。その後、ステロイド誘導体の一種に有機溶媒に対するゲル化能があることが偶然明らかとなり、一連のステロイド誘導体について分子構造とゲル化能の相関を明らかにする研究

1) 応用化学科

1) Department of Applied Chemistry

が始まった。¹⁾このような状況の中、我々は、デザインされた分子構造による低分子ゲル化剤の設計を目指して研究を開始した。

低分子ゲル化剤によって固化されたゲルから溶媒を除き、透過型電子顕微鏡で観察すると、ナノメートルから数マイクロメートル幅の極細繊維状の構造が確認されることが多い。低分子ゲル化剤を溶媒中で加熱溶解した後、放冷すると、その冷却過程で低分子ゲル化剤が一次元状に分子集合し発達することで、溶媒中に三次元状の網目構造を与える。この網目構造の間に溶媒分子が補足され、溶液の流動性が極度に低下すると考えられている。そこで、我々は、ポルフィリンが垂直方向にスタックして集積する性質と水素結合の方向をデザインすることで、安定な一次元分子集合体の設計を検討し、合理的な分子デザインに基づいた低分子ゲルの構築を試みた。

3. 本論

ポルフィリンは発達した芳香族性と板状の分子構造を有することに起因して、垂直方向に分子集積する性質が知られている。そこで、本研究の目的である、安定な一次元状集合体を得る事を目的として、ポルフィリンの *meso* 位に水素結合部位を導入した化合物 **1** と **2** をデザインした (Fig. 1)。

化合物 **1** と **2** は、タンパク質にみられるβシート構造中の水素結合ネットワークを模して、アミド結合を導入した。水素結合の方向は、ポルフィリンの集積方向と平行となるように設計した。ポルフィリン環のπスタックは約 4.8 Å であり、アミド基間に働く水素結合距離にほぼ一致する。ゲル化試験は極性・非極性媒や、アルコールなどのプロトン性溶媒、計 23 種類について 10.0~50.0 g/dm³ の範囲で行った。所定の量と溶媒をガラス製のバイアルに入れ、加熱溶解させた後に室温にて十分放冷し、バイアルを逆さにしても落ちて内容物が落ちてこないものをゲルと判定した。その結果、**1** は 10 種類、**2** は 14 種類の溶媒をゲル化する良好なゲル化剤であることがわかった。

興味深い事に、**1** と **2** は、芳香族性溶媒や炭化水素系溶媒と共に、水素結合を阻害するアルコール類もゲル化する。当初の分子設計では、ポルフィリン環のπ電子が作用するπ-π相互作用とアミド結合間に働く水素結合がデザインされているが、一方の相互作用を弱める溶媒を用いても、もう一方の相互作用が働くことで、集合体の安定性が保たれていることが示唆される。すなわち、複数種の相互作用を導入する事が、様々な溶媒をゲル化する低分子ゲル化剤に必要であることがわかって来た。

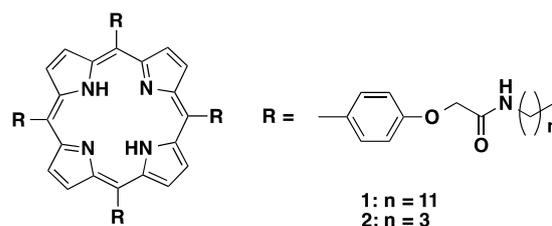


Fig. 1 Molecular structure of **1** and **2**.

偶然にも、化合物 **2** において良好な単結晶が得られ、結晶中における分子の集合状態が明らかとなった。得られた結晶構造では、当初の設計通り、ポルフィリン環が垂直方向に集積し、同時にアミド結合間に水素結合が存在していることが確認された (Fig. 2)。ゲル中においても同様の一次元分子集積様式が維持されているかを確認するために、紫外可視分光分析を行った。その結果、**1** のポルフィリン環に由来する Soret バンドは溶液中において 418.5 nm に現れるのに対し、ゲル中では 410.5 nm に現れた。このことは、**1** はゲル中において H 会合を形成していることを示唆しており、結晶構造中にみられた鉛直方向へのポルフィリン環の集積様式を強く支持している。また、化合物 **1** のゲル状態における赤外分光スペク

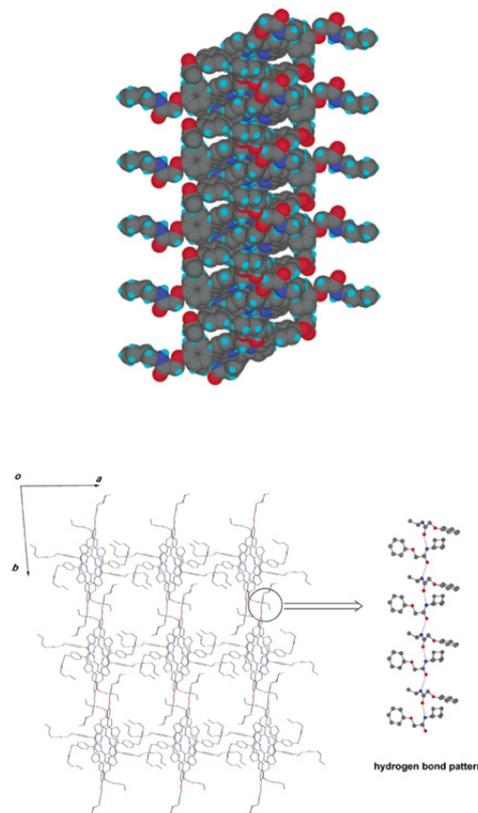


Fig. 2 X-ray structure of **2**: side view (upper) and top view (lower).

トルでは、それぞれ 1649 cm^{-1} と 1547 cm^{-1} に amide I, amide II に帰属されるピークが現れ、ゲル中の **1** はアミド部位により水素結合ネットワークを形成していることが支持された。

ゲル中における会合状態を直接観察するために、**1** のシクロヘキサゲルより溶媒を除去してキシロゲルを作製し、走査型電子顕微鏡による観察を行った (Fig. 3)。顕微鏡像からは一次元状の集合体が観察され、上記で支持された **1** のゲル中における異次元分子集合体の形成がより明確になった。²⁾

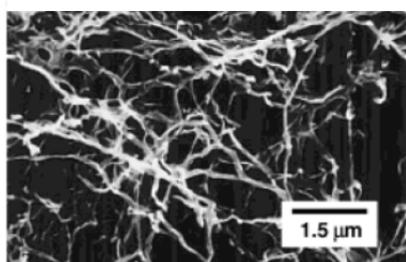


Fig. 3 SEM image of the xerogel prepared from **1** with cyclohexane.

さて、化合物 **1** によって得られた、低分子ゲル化剤設計指針を展開するため、**1** へ光反応性官能基であるジアセチレン部位を導入することを試みた (Fig. 4)。固相中においてジアセチレンに紫外光を照射すると、Schmidt 則に従い重合反応が進行して共役高分子であるポリジアセチレンを与える。化合物 **3** が一次元分子集合体を形成すれば、紫外線照射により集合体に沿った重合反応が進行することが期待される。そこで、化合物 **3** を合成してゲル化試験を実施したところ、デカリンを用いた際に透明なゲルを形成した。ゲルの透明性は、光反応を行う上で重要である。紫外可視分光分析により、化合物 **3** は、溶液中に比べ、ゲル中において Soret バンドが短波長シフト ($418\text{ nm} \rightarrow 404\text{ nm}$) し、化合物 **2** と同様に、ポルフィリン環の H 会合形成が支持された。化合物 **3** から得られたゲルの赤外分光分析によると、アミド I とアミド II は、複数種のピークを与えた。ゲル形成と併せてこれらの結果を解釈すると、ゲル中における一次元分子集合体

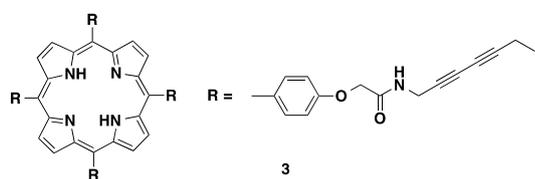


Fig. 4 Molecular structure of **3**.

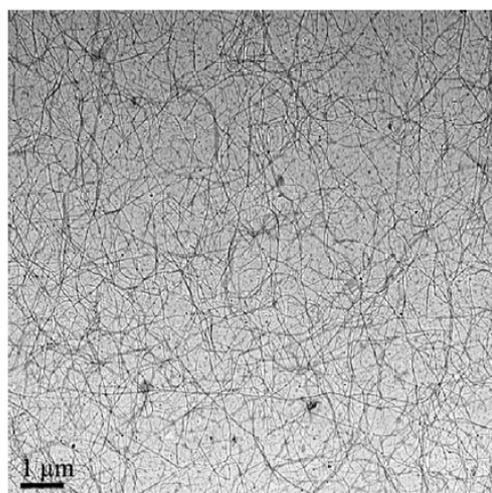


Fig. 5 TEM image of the Decalin gel of **3**.

は、ゲル状態を維持するために十分な長さを有し、かつ、ゲルの透明性を保持するために低い結晶性を持つこと、すなわち、一次元分子集合体がほとんどバンドル化せず、極細の繊維状集合体となっていることが示唆される。

化合物 **3** により得られたゲルを用いてキシロゲルを作製し、透過型電子顕微鏡による観察を行った (Fig. 5)。透過型電子顕微鏡像からは、直径 $3\text{--}4\text{ nm}$ の極細の一次元状構造が確認された。この直径はおおよそ化合物 **3** の一分子分にあたり、その長さは数 $10\text{ }\mu\text{m}$ にも及ぶ。ポルフィリン環の $\pi\text{-}\pi$ スタック距離が約 4.8 \AA であることを考慮すると、化合物 **3** から得られる一次元分子集合体は、単分子幅でありながら、数万もの重合度をもつ、極度に伸張した一次元分子集合体であることが明らかとなった。

化合物 **3** から得られるゲルの光反応性を確認するために、 0.1 mm 石英セル中で化合物 **3** のデカリンゲルを形成させ、 25°C において、 8 cm の距離から 500 W 高圧水銀灯にて紫外線照射を行った。四時間照射までの紫外可視分光分析による経時変化を観察したところ、 404 nm に現れていた Soret バンドは、紫外線照射と共に徐々に長波長シフトした。光反応が進行したことにより、ポルフィリン環に何らかの摂動が加わり、ポルフィリン環のスタック様式に変化が現れたと考えられる。一方、 580 nm と 620 nm に、ジアセチレンが重合したポリジアセチレンの生成を示すピークが観察された。さらに、赤外分光分析により、ジアセチレン部位の吸収である 2250 cm^{-1} のピークが、紫外線照射とともに完全に消失したことが明らかとなり、ジアセチレンの重合反応がほぼ定量的に進行したことを示す結果が得られた。そこで、一次元分子集合体に沿った重合反応が基板上でも進行するか検討を行った。まず、ガラス基板上に化合物 **3** から得られたデカリンゲル

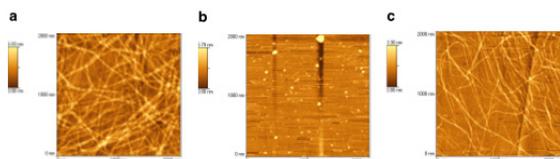


Fig. 6 AFM images of a) the decalin gel of **3**, b) the decalin gel of **3** without UV irradiation after chloroform rinsing, and c) the decalin gel of **3** after UV irradiation and chloroform rinsing. These processes were conducted on HOPG. Conditions: [**3**] = 1.0 g dm⁻³, 500 W high pressure mercury lamp, 25 °C.

ルをキャストし、大気下で溶媒を十分に乾燥除去したのちに、前述と同様の条件下で高圧水銀灯を用いて4時間紫外線照射を行ったところ、紫外可視分光分析により、やはり上述と同様のピークシフトが観察され、化合物**3**が与える一次元分子集合体は基板上でもジアセチレンの重合反応が進行することが明らかとなった。

この重合反応の進行を原子間力顕微鏡をもちいて直接観察した (Fig. 6)。まず、高配向性熱分解グラファイト (HOPG) 基板上に化合物**3**のデカリンゲルをキャストし、化合物**3**の貧溶媒であるシクロヘキサンを用いてデカリンを除去したのちに乾燥し、顕微鏡観察を行ったところ、透過型電子顕微鏡観察でみられた極細の一次元分子集合体が観察された (Fig. 6a)。この状態で、化合物**3**の良溶媒であるクロロホルムで基板の洗浄を行ったところ、先ほど観察された一次元集合体は観察されなかった (Fig. 6b)。基板上の分子集合体はクロロホルムにより溶解し、基板上から除去されてしまったと考えられる。次いで、Fig. 6aの状態では高圧水銀灯による紫外線照射を行った後にクロロホルムによる洗浄を行い、原子間力顕微鏡観察を行った (Fig. 6c)。すると、Fig. 6aで観察された一次元状の構造がほぼ完全に維持されていることが明らかとなった。各構造の高さは約3 nmであり、化合物**3**一分子の幅に相当することが明らかとなった。Fig. 6cにみられる一次元構造はすべて連続しており、クロロホルム洗浄による欠落が全くみられない。一般に、ジアセチレンが重合してポリジアセチレンに変化すると、不溶性となることと併せて考察すると、ジアセチレン部位を含む化合物**3**が与える一次元分子集合体に沿った光重合反応がほぼ完全に進行したことを示している。

興味深いことに、化合物**3**が与えるデカリンゲルはチキソトロピー性を示す。すなわち、ゲルに力学的な刺激を加えるとゾルになり、そのまま放置するとゲル状態を回復する。この性質はボールペンのインクなどに応用されている。上述の光重合による導電性共役高分子合成と

併せて考察すると、導電性共役高分子のモノマーを用いて低分子ゲル化剤を設計し、微細インクジェットプリンタのインクとして基板上に任意の回路図を描き、紫外線照射を行うことで、導電性ととも、基板上での構造安定性を獲得することが可能となる。³⁾以上のように、従来は偶然によるものが多かった低分子ゲル化剤の発見であったが、分子間に働く弱い相互作用を適切に配置すると、極度に伸張した一次元分子集合体を構築でき、比較的分子量の化合物からでも溶媒をゲル化する低分子ゲル化剤を合理的に設計可能であることが明らかとなった。さらに、合理的に設計された低分子ゲル化剤を核として、様々な応用展開が可能となる。

4. 結論

一次元方向に進展する分子間相互作用を複数種導入することで、ポルフィリンを核に有する非常に強固で安定な一次元分子集合体の構築が可能となった。その結果、デザインした分子は有機溶媒に対する良好なゲル化剤となることが明らかとなった。複数種の相互作用の導入は、様々な溶媒に対し相補的に働くため、より広範な種類の有機溶媒をゲル化するために非常に効果的であることがわかった。さらに、低分子ゲル内に生成する、極度に発達した一次元分子集合体を鋳型として、分子内に組み込んだジアセチレンの光重合にも成功した。低分子ゲルは、比較的分子量の小さい核を用いて得られるため、様々な目的に応じた分子デザインが容易に行える。ゲル状態の物理的な特徴や、低分子ゲル内に生成するナノメートルスケールの構造的な特徴は他の系ではみられない非常にユニークな現象である。いまや低分子ゲルは、偶然に得られることを待つものではなく、戦略的な目的を持ってデザインするものとなった。このような観点から、今後も新たな機能性低分子ゲルの登場が待たれる。

謝辞・注記

本研究は文部科学省科学研究費補助金 (若手研究 B) の援助を受けて遂行しました。ここに謝意を表します。本稿は参考文献2) および3) で発表した内容に加筆修正したものです。

5. 参考文献

- 1) For comprehensive reviews for organogels see (a) van Esch, J.; Schoonbeek, F.; de Loos, M.; Kooijman, H.; Veen, E. M.; Kellogg, R. M.; Feringa, B. L. In *Supramolecular Science*:

- Where It Is and Where It Is Going*; Ungaro, R., Dalcanale, E., Eds.; Kluwar: The Netherlands, **1999**; 233-259. (b) Melendez, R. E.; Carr, A. J.; Linton, B. R.; Hamilton, A. D. *Struct. Bond.* **2000**, 31–61. (c) Shinkai, S.; Murata, K. *J. Mater. Chem.* **1998**, *8*, 485–495.
- 2) Shirakawa, M.; Kawano, S.-i.; Fujita, N.; Sada, K.; Shinkai, S. *J. Org. Chem.* **2003**, *68*, 5037–5044.
- 3) Shirakawa, M.; Fujita, N.; Shinkai, S. *J. Am. Chem. Soc.* **2005**, *127*, 4164–4165.

(原稿受理日 平成25年10月3日)

自動車交通流の相転移とドライバの応答特性

横谷 靖¹⁾

Phase Transition of Vehicular Traffic Flow Induced by Driver Response

Yasushi YOKOYA¹⁾

Abstract

Microscopic dynamic properties of traffic flow are studied from the aspects of both individual vehicle behavior and driver operation. We measured the time series of single-vehicle data in urban traffic and determined the nature of fluctuations around the nonequilibrium phase transition of local vehicular traffic. The probability-density function calculated from the time series of variation of velocity is transformed around the phase transition, where a Gaussian distribution changes to a Lévy stable symmetrical distribution. By analyzing the microscopic dynamic processes of traffic flow in the critical region in connection with a discrete stochastic process involving random amplification with additive external noise, we found the relation between the driver's response to perceptual quantities and a power-law probability density distribution. The empirical data of deceleration in a car-following situation obtained from driving simulator experiments indicated a large dispersion of perceptual quantities about the relations with a preceding vehicle during operation of the brake pedal. These results suggest that brake pedal operation is closely related to the random amplification in a discrete stochastic process that exhibits a power-law probability density distribution of the variation of velocity.

1. はじめに

通勤や物流における慢性的な交通渋滞は、社会全体の生産性を阻害する要因であり、道路交通における重要な課題の一つとなっている。道路上を走行する自動車の流れ（交通流と呼ぶ）を円滑にすることは、社会の生産性の向上に寄与すると同時に、道路交通の安全性向上や環境負荷の低減にとって必要不可欠な研究領域である。安全面では、交通渋滞に伴って生じる臨界領域において事故率が増加することが報告されている¹⁾。環境面では、交通渋滞による速度低下や減速と加速または停止と発進の繰り返しは燃費の悪化と排出ガスの増加を招くことが知られている²⁾。本稿では、渋滞の発生メカニズムの解明を目的として、我々がこれまでに行ってきた研究の概要を紹介する³⁾⁵⁾。

交通流をモデル化するアプローチとしては、流体モデル、統計的モデル、および、追従モデルの3つに大別される。流体モデルでは、交通流を連続体近似して流体として扱う。統計的モデルでは、系を構成する粒子、つまり車両の速度分布関数に対して Boltzmann 方程式を仮定する。追従モデルでは、各車両が運動方程式に従って、

先行車両との関係から速度や加速度を調節する。上記のいずれのアプローチを採用するとしても、道路上で観測されたデータとの照合が不可欠となる。

これまでに得られている路側感知器等による観測データ（流量、速度、密度）⁶⁾から、渋滞発生の前後において、ほぼ一定速の走行状態から減速と加速または停止と発進の繰り返し状態へと、交通流が質的に変化することが示されている。道路区間全体における渋滞形成の過程を観察すると、交通流の低密度領域での一定速度で安定した走行状態が、密度が増加するに従って、大きい流量を持つ部分と小さい流量を持つ部分が混在する共存領域を経て、高密度領域では道路区間全体に渋滞流が広がっていく。これらの現象を見ると、交通流が相転移を起こしていると考えられる。相転移は、均一な物質の部分（相と呼ぶ）が他の形態の相へ転移する熱・統計力学の概念であり、原子あるいは分子間の相互作用を初めとし、結晶構造あるいは磁場や温度・エネルギー分布などによって自発的に発生する現象に用いられる。

交通流は、個々のドライバの運転行動に基づく各車両の集団運動の結果として与えられるため、渋滞への相転移を理解するためにはそれに関わるドライバの特性をいかに抽出するかが鍵となる。特に、追従走行状態を明ら

1) 交通機械工学科

1) Department of Vehicle and Mechanical Engineering

かにすることは、交通流の微視的なモデルを構築するための中心的な課題である。追従走行状態のモデル化は、先行車との相対関係（車間距離や相対速度など）に対するドライバの応答特性によって決定されると考えられる。既にドライバの応答特性に基づいて交通流相転移を記述するモデルが幾つか提案されている⁷⁻¹⁴⁾。これらのモデルでは、各車両が自由に流れている均一な交通流（一様流と呼ぶ）から密度が上昇するに従い、一様流と渋滞流が共に安定な共存領域に入る。ここでしばらくは一様流で持ち堪えるが（準安定状態と呼ぶ）、わずかな擾乱によって急速に渋滞流に変化する。具体的な状況としては、緩やかな勾配などの道路構造や前方を走行する車両の追い越しといった運転行動によって誘発される車速のゆらぎが、この擾乱に相当すると考えられる。この現象は、統計力学的な描像における一次相転移で見られる過冷却現象に類似しており、修正 Korteweg -de Vries (MKdV) 方程式によって数理構造が明らかにされている¹⁵⁾。しかし、これらのモデルで想定された追従特性をドライバの応答特性及び、それに基づく車両挙動と直接比較することは困難であり、数理モデルと実験データの対応関係を明らかにすることは、交通流の相転移機構を説明できる微視的なモデルを構築する上では解決しておく必要がある。

交通流モデルから得られた様々な知見と現実の交通流で見られる渋滞転移現象を結び付けているのは、今のところ路側感知器等によって得られる Q - V - K （流量，速度，密度）の関係のみである。これは、交通流の断面における一定時間の平均的な流れを観測して得られる巨視的な関係であり、感知器の設置間隔等によって時間的／空間的に精度が制約されている（典型的には 10^2 [秒]程度以上， 10^2 [m]程度以上）^{16), 17)}。統計力学的な描像によると転移点の近傍では、車速などの車両挙動に関するゆらぎが増大することが予測されるが、この時間的／空間的スケールとの関係によっては、これまでに観測された Q - V - K 関係が転移点近傍の状態を正確に反映できず、交通流モデルとの対応付けが困難になることが考えられる¹⁸⁾。

上記を踏まえ、我々は追従走行状態における車両挙動とドライバの応答特性に関するデータを、実車およびドライビングシミュレータを用いた実験によりそれぞれ測定し、ドライバの応答特性のレベルから交通流の相転移の発生機構を記述できる微視的なモデルの構築を行った。

2. 実車による車両挙動の検討

2.1 車両挙動の計測

測定では、Fig.1 に示すような車載計測システムを用い、

ビデオカメラによる前方の画像データ、車速、車間距離をはじめとする走行状態に関するデータを同期して記録した。走行状態に関するデータの更新周期は0.1 [秒]とした。測定は、茨城県つくば市内の幹線道路で行った。この道路では、平日の朝夕に通勤車両による渋滞が発生している。

車載計測システムを用いる場合、比較的低い車両密度の交通流では、各車両の挙動は個々のドライバの特性を反映し、必ずしも測定車両の挙動が交通流の状態を表しているとは限らない。しかし、車両密度が増加するに従い、各車両は前後の車両（特に先行車両）の挙動に束縛されることによって各車両の自由度は減少するため、少なくとも測定車両近傍の局所状態を表すことができるようになる。さらに、転移点近傍では、車両間の相関が交通流全体に広がるため、測定車両によって計測された物理量は局所状態のみならず、それを含む道路区間全体の巨視的な交通流状態も反映していると考えられる。

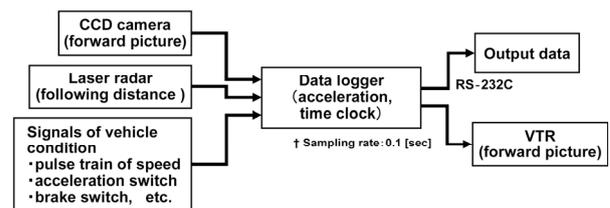


Fig.1 A schematic diagram of the measurement system.

2.2 追従走行の不安定化

Fig.2 と Fig.3 は、観測された速度変位 $\Delta v(t)$ 、車速 $\bar{v}_T(t)$ 、及び車間距離 $h(t)$ の時系列データである。Fig.2 (a)、及び Fig.3 (a) は、式(1)で定義される速度変位である。ここで、サンプリング周期 $\Delta t = 0.1$ [秒]とした。なお、測定系に含まれる雑音を除去することを主な目的として、式(2)により周期 $T = 0.3$ [秒]の移動平均を取っている。

$$\Delta v(t) \equiv \bar{v}_T(t) - \bar{v}_T(t - \Delta t). \quad (1)$$

$$\bar{v}_T(t) = \frac{1}{T} \sum_{\tau=t-T+1}^t v(\tau). \quad (2)$$

Fig.2 (a) は、安定した走行状態で観測された結果であり、振幅の小さいゆらぎが見られる。この領域では、速度変動と車間距離の間に相関関係があることが確認できる。この状態は、車間が開いたら加速し、詰まれば減速するという式(3)で与えられるような追従モデルに従う⁷⁾。ここで、 κ は先行車挙動に対する感度、 $f(t)$ は先行車挙動とは無相関な確率変数である。

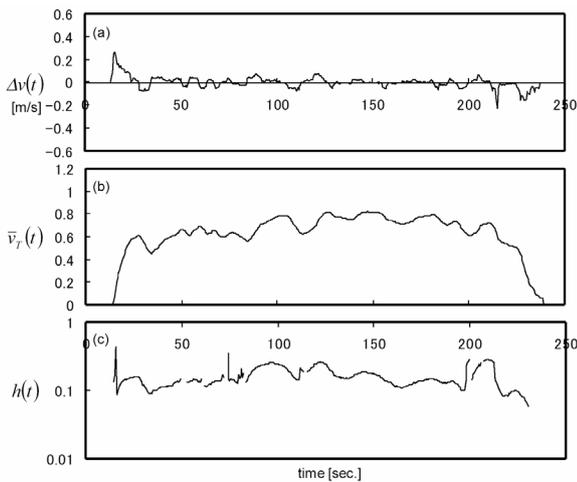


Fig.2 Time series of typical stable states: (a) successive variation of velocity, (b) velocity, and (c) following distance. Velocity and following distance are normalized by the maximum velocity of Fig.3 (b) and the maximum following distance of Fig.3 (c), respectively.

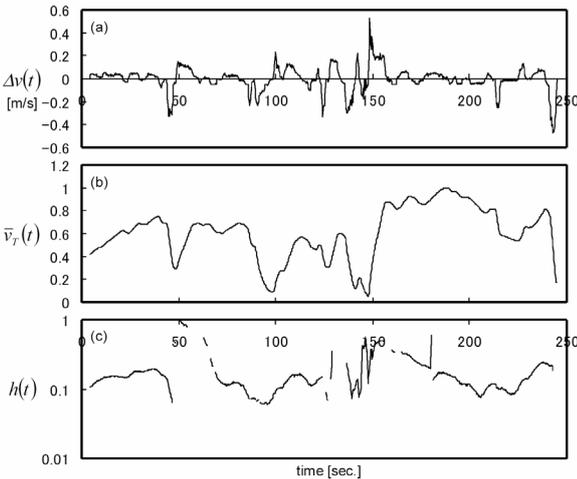


Fig.3 Time series of typical unstable states: (a) successive variation of velocity, (b) velocity, and (c) following distance. Velocity and following distance are normalized by the maximum velocity and the maximum following distance, respectively.

$$\ddot{x}_{n-1}(t+T) = \kappa \frac{\dot{x}_n(t) - \dot{x}_{n-1}(t)}{x_n(t) - x_{n-1}(t)} + f(t). \quad (3)$$

一方、Fig.3 (a)は、頻繁な加速・減速を示している。この時、交通流は局所的かつ一時的に不安定な状態になっており、この変化を路側感知器で観測することは困難である。なお、この領域では、速度変動と車間距離の相関関係が消失しており、追従モデルでは記述できない状態になっていることを確認することができる。

2.3 交通流の局所状態

車載計測システムによって測定された車間距離および速度を用い、式(4)と式(5)から計測車両のまわりの局所的な流量と車両密度を求めることができる。ここで、 l

は計測に使用した車両の全長を表す。

$$\rho_{local}(t) = [l + h(t)]^{-1} \quad [\text{vehicle/m}]. \quad (4)$$

$$j_{local}(t) = v(t)\rho_{local}(t) \quad [\text{vehicle/s}]. \quad (5)$$

Fig.4 (a)と Fig.4 (b)において、上で求めた局所的な流量—密度関係の時間変化を示した。図中の点線は十分な長時間平均によって与えられる平衡状態を表す。なお、ピークの位置は、理論上の最大流量 (0.7 [台/秒]) と車両密度 (0.05 [台/m]) に対応している。

Fig.4 (a)に安定な走行状態における流量—密度の軌跡を示す。なお、図中には3回の走行で測定されたデータが重ねて表示した。3走行のうちの一つは、Fig.2 (a)に示した速度変動、車速、及び車間距離の時系列データに対応している。Fig.4 (a)の0.05~0.1 [台/m]の中間の密度領域では、高流量の軌跡と低流量の軌跡に分岐しており、同じ車両密度に対して二つの異なる流量が共存した状態が見られる。高流量の分岐は、ほぼ定常な速度で走行する安定な状態、低流量の分岐は、先行車両の減速によって計測車両が減速する状態にそれぞれ対応している。分岐点より高密度領域で見られる高流量の分岐は、追従車両が持つ慣性の効果とドライバの応答の遅れによる過渡的な不安定状態 (準安定状態またはメタ安定分岐と呼ばれる) であり、長時間平均によって与えられる平衡状態には現れない。共存領域で見られる二つの分岐は、それぞれ可逆的な過程であり、各分岐において車速と車間距離などの間には式(3)に示したような追従関係が常に成立している。

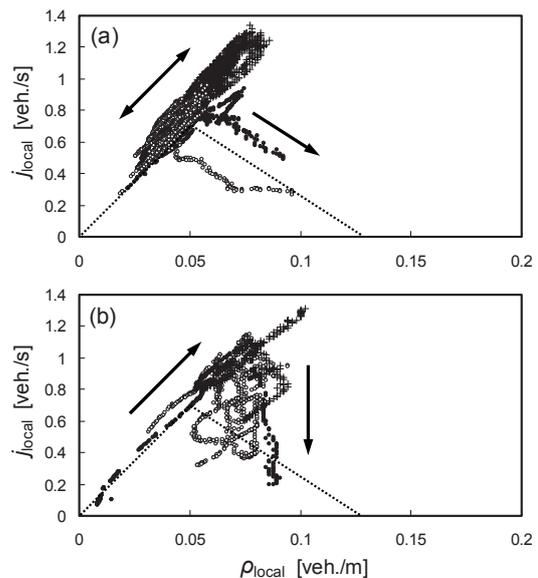


Fig.4. Time evolution of local flow-density relation. Three trajectories of (a) typical stable runs and (b) typical unstable runs are plotted together. In these figures, dotted lines are a guide to the eye.

2.4 速度変位の統計的性質

Fig.4 (b)で見られた相転移に相当する状態変化の過程を理解するために、状態変化の前後における速度変位 $\Delta v(t)$ の統計性を調べる。Fig.2 に示したように、観測された速度変位 Δv の時系列は $\Delta v=0$ の周りで振動しており、統計的に定常と見なすことができ、確率密度関数 (Probability Density Function, 以後 PDF と略記) によって統計性を議論することが可能となる。速度変位 Δv の PDF は式(6)によって与えられる。ここで、 n は区間 $[\Delta v, \Delta v + \delta v_m]$ に入る時系列データ数、 N はデータの総数である。

$$p(\Delta v) = \frac{n(\Delta v, \Delta v + \delta v_m)}{N \delta v_m} \tag{6}$$

Fig.5 (a), (b)に、Fig.2 と Fig.3 でそれぞれ示した安定状態と不安定状態における速度変位 $\Delta v(t)$ の PDF を示す。Fig.5 (a)は、Fig.2 (a)で示した安定な走行状態における $p(\Delta v)$ を片対数プロットした結果である。なお、図中には 3 回分の走行データによる結果を重ねて表示した。 $p(\Delta v)$ の形状は Δv に関してほぼ対称であり、Fig.2 (a)の Δv の時系列から得られる標準偏差 σ の正規分布 (図中の実線) に従っている。Fig.5 (b)は、Fig.3 (a)の不安定化した走行状態で見られた、相転移に相当する状態変化を含む $p(\Delta v)$ を片対数プロットした結果である。こちらも 3 回分の走行データによる結果を重ねて表示した。

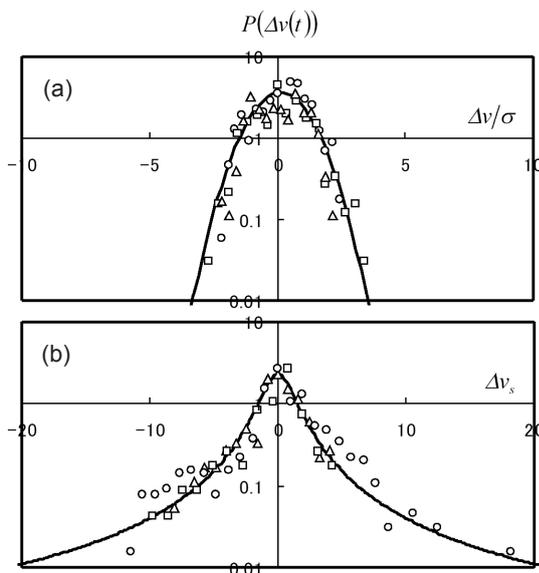


Fig.5 Semi-logarithmic plot of the probability density function of the successive variation of velocity obtained for stable states (a) and for unstable states (b)

$p(\Delta v)$ の形状は、分布の裾が正規分布に比べて広い急尖分布 (または狭幅分布) に近い形状になっている。分布の裾について調べるために、3 回の走行データのうち

の一つに対して式(7)で定義される累積分布関数を計算した結果 (白丸) を Fig.6 に示した。なお、図中には正規分布も重ねて表示した (実線)。これによると、分布の裾はスケーリング指数 $\alpha \approx 1.02$ の冪乗則に従っていることがわかる。

$$P(\geq |\Delta v|) = \int_{-\infty}^{-|\Delta v|} p(x) dx + \int_{|\Delta v|}^{\infty} p(x) dx \tag{7}$$

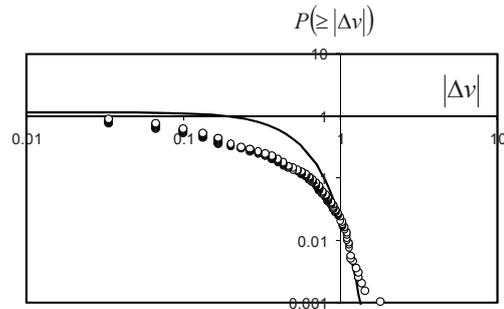


Fig.6 Cumulative distribution of the successive variation of velocity obtained for unstable states given in Fig.5 (b) (open circles). The solid line represents a Gaussian distribution.

Fig.5 (b)で示したような、不安定化した走行状態の $p(\Delta v)$ の形状は、式(8)で定義される Lévy 分布で表すことができる^{19), 20)}。Lévy 分布は $\alpha < 2$ の場合、 $|\Delta v| \rightarrow \infty$ において冪乗則に従う裾を持つ。

$$p(\Delta v) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} dk \cos(k \Delta v) \exp(-\gamma \Delta t k^{\alpha}) \tag{8}$$

ここで、 α は式(9)で与えられるスケーリング指数である。 γ は $\Delta t=1$ のときのスケール因子であり、ガンマ関数 $\Gamma(x)$ を用いて式(10)によって与えられる。

$$P(\geq |\Delta v|) \propto |\Delta v|^{-\alpha} \tag{9}$$

$$\gamma \Delta t = \exp \left[\alpha \ln \left(\frac{\Gamma(1/\alpha)}{\pi \alpha p(0)} \right) \right] \tag{10}$$

Fig.5 (b)には、式(8)で与えられた Lévy 分布を実線で示した ($\alpha=1.02, \gamma \Delta t=0.13$)。なお、横軸は式(11)で定義される Δv_s でスケールした。

$$\Delta v_s \equiv \frac{\Delta v}{(\Delta t)^{1/\alpha}} \tag{11}$$

2.5 交通流相転移の起源

車載器で観測された時系列データの分析により、安定な走行状態では、速度変動と車間距離の間に相関関係があり、従来の追従モデルで記述できる。この状態では、ゆらぎは小さく、観測量の時系列に統計的雑音を付加する効果しか持たない。一方、不安定な走行状態では、速度変動と車間距離の間に相関関係が消失しており、もはや追従モデルでは記述できない。このとき、共存領域の

準安定状態は臨界密度に自発的に到達し、流量の急激な低下を起こす。このとき、速度変位のゆらぎは増大するだけでなく、そのPDFの分布は冪乗則に従う裾を持っており、臨界ゆらぎが発生していることを示す。ここでは、相転移の起源を系統的に理解するために、追従モデルに基づく動力的な観点から解析を行う。

既に述べたように、車両密度が増加するに従って各車両は前後車両の挙動に束縛され、各車両の自由度は制限される。このような状況では、先行車両の挙動をある一定時間後に追従車両がトレースするような走行状態を示すことになる。そこで、この束縛状態を式(12)で表現する²¹⁾。 $F(t)$ は微分可能な任意の連続関数、 v_B は定数であり束縛状態にある交通流部分の平均速度を表す。

$$x_n(t) = F(t + n\Delta T) + nv_B \Delta T. \quad (12)$$

式(3)の右辺に式(12)を代入し、 $\Delta t \rightarrow 0$ とすると以下のような式(13)を得る。なお、 $K(t)$ は式(14)で与えられる。

$$\ddot{x}(t+T) = K(t)\ddot{x}(t) + f(t). \quad (13)$$

$$K(t) = \kappa / (\dot{x}(t) + v_B) \quad (14)$$

式(14)は、下に示した式(15)で記述される離散確率過程と同じ構造を持っている。

$$X_{i+1} = a_i X_i + b_i. \quad (15)$$

式(15)で記述される過程は、 a_i が間欠的、またはランダムに変動し、かつ $\langle \ln a_i \rangle < 0$ を満たす場合 ($\langle \dots \rangle$ は確率事象の平均)、そのPDFが冪乗則に従う裾を持つことが証明されている (b_i は a_i と無相関な確率変数)²²⁾。式(13)と式(15)を対比すると、車載器で観測された Δv のPDFに見られる冪乗則の裾が、追従車ドライバの先行車両の変化に対する感度と密接に関係していることがわかる。

3. ドライビングシミュレータによるドライバの応答特性の検討

3.1 減速操作の計測

追従走行時の減速過程では、ドライバは先行車両と追従する自車両の相対関係（車間距離や相対速度など）や道路の状態などの様々な情報処理を行っている。ドライバが何に基づいて減速操作を決定しているかは、交通流ダイナミクスを決定する基本的な問題である。これは、交通流を統計力学的描像によって理解する場合、車両間の相互作用を規定する重要なパラメータとなる。

我々は、追従走行状態において、先行車両の減速に対する追従車両ドライバの応答特性を調べるために、(財)日本自動車研究所が所有する広視野角ドライビングシミュレータ（平成20年時点）を用いた実験を行った。Fig.7とTable.1にドライビングシミュレータの外観と主要緒元を示す。



Fig.7 Appearance of the wide-view fixed-base driving simulator.

Table 1 Specifications of driving simulator.

Vehicle model	3-DOF, 4 wheels, Load-shiftable model (2000cc class passenger car)
Tire model	Map data based on Magic Formula Tire model
Steering	Microsoft force feedback steering system (Steering gear ratio: 4)
Projector	Liquid crystal, XGA, 2200ANSI lm
Horizontal screen size	237 deg (Including a 150 deg curved surface screen)
Vertical screen size	34 deg

実験では、20名の成人を被験者とし、直線道路において60 [km/h]の速度で安全な車間距離を保って先行車両に追従するように教示した。先行車両は一定の周期（36 [秒]）で様々な減速度（-0.02g, -0.05g, -0.075g, -0.1g, -0.125g, -0.15g）（ $g=9.8$ [m/s²]）で減速するようにプログラムした。なお、実験した追従走行状態の一部は相転移点近傍の臨界領域に含まれている。

3.2 減速操作とドライバの応答特性

ドライバが減速する際には、まずアクセルペダルを緩め、ブレーキペダルに足を移動し、ブレーキペダルを踏み過程をたどる。このような減速する過程をドライビングシミュレータによって計測したデータの例をFig.8に示す。Fig.8において(a)は先行車両の加速度（この例では-0.075g（ $g=9.8$ [m/s²]）で減速した場合）、(b)は追従車両の加速度、(c)は追従車両のアクセルペダルストローク、(d)は追従車両のブレーキペダルストロークの時系列をそれぞれ示している。これらの結果から、減速過程の初期では、アクセルペダルを緩めることで生じるエンジンブレーキによる減速が見られる（4.2~6.7 [秒]）。それに引き続いてブレーキペダルが踏み込まれることによって、より大きな減速が発生していることがわかる（6.8~8.0 [秒]）。なお、追従車両による減速操作のトリガーについては、先行車の視覚的な面積の変化率や車間時間が関係していることが指摘されている²³⁾²⁵⁾。

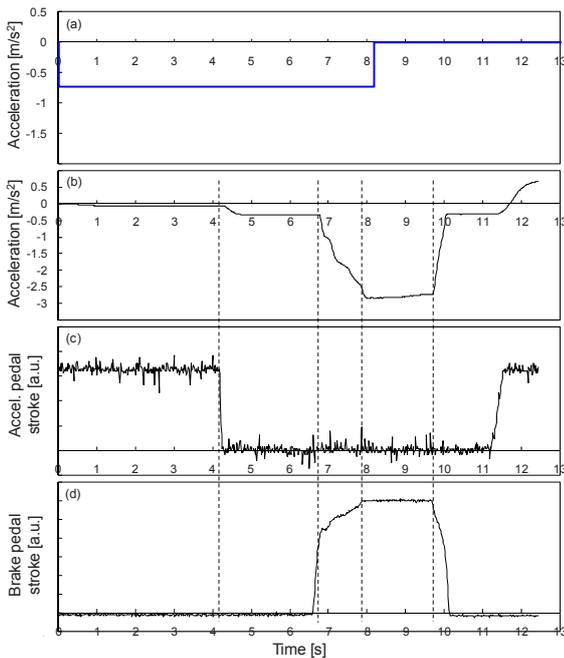


Fig. 8 Time series signal observed in deceleration of a vehicle: (a) acceleration of the preceding vehicle, (b) acceleration of the following (subject) vehicle, (c) ((d)) voltage proportional to pedal stroke of accelerator (brake).

ドライビングシミュレータによる走行実験で観測された全被験者のアクセルペダルとブレーキペダルをそれぞれ操作した時点における車間時間の平均値 \bar{t}_h とその標準偏差について、先行車両の減速度 a_p に対する依存性を Fig.9 に示した。アクセルペダルを緩める操作が開始された時の \bar{t}_h は a_p にほとんど依存していないが、ブレーキペダルの踏み込みが開始される時の \bar{t}_h には a_p の依存性が見られる。また、各操作が開始された時の \bar{t}_h の標準偏差は、アクセルペダルの操作では小さく、ブレーキペダルの操作では大きくなる傾向が見られる。これらの結果を整理すると、アクセルペダルを緩める操作は、先行車両の減速が発生した時に、その減速の程度に関わらず行われている。また、アクセルペダルを操作するタイミングについては、ドライバ毎のばらつきは小さい。一方、ブレーキペダルを踏み込む操作は、先行車両の減速の大きさに依存しており、先行車両の減速が大きい場合は、より大きな車間時間でペダルの操作が開始されている。また、ブレーキペダルを操作するタイミングについては、ドライバ毎のばらつきが大きい。以上の考察から、アクセルペダルを緩める操作は、先行車との相対関係（本稿では車間時間を例に取った）に基づいた閾値によって決定されているのに対し、ブレーキペダルを踏み込む操作は、先行車との相対関係のみでは決定されていないと考えることができる。

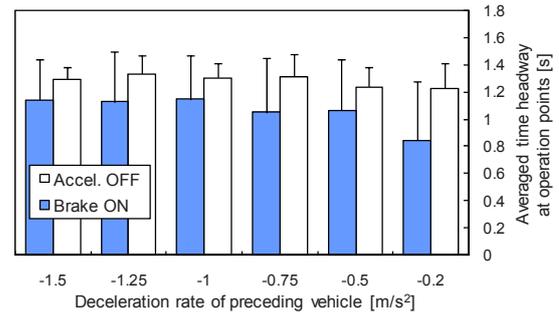


Fig. 9 Time headway averaged over all subjects at two operation points (accelerator and brake) for six different deceleration rates of the preceding vehicle.

4. まとめ

本稿では、渋滞の発生メカニズムの解明を目的として、我々がこれまでに行ってきた研究の概要を紹介した。実車を用いた走行状態の観測により、交通流相転移で見られる速度変位の統計的な性質は、先行車両との相対関係に対するドライバの感度が間欠性またはランダム性を持つことによって説明できることを示した。一方、ドライビングシミュレータを用いた追従走行の実験では、先行車両との相対関係からは単純にブレーキ操作が決定されていないことを示した。減速過程は、小さい減速を生じるアクセルペダル操作と、より大きな減速を生じるブレーキペダル操作の互いに異なる特性を持つ過程から構成されていると考えられる。小さい減速を担うアクセルペダルの操作については、操作量や操作タイミングにドライバ間の差異は見られなかったため、従来からの追従モデルのように先行車両との相対関係を用いたモデル化が可能である。一方、より大きな減速を発生させるブレーキペダルについては、操作量や操作タイミングにドライバ間の差異が見られたため、その起源を明らかにする必要がある。実際の運転状況では、ドライバは時々刻々に入力される視聴覚情報だけでなく、その時点までに得た走行履歴に基づいた予測なども総合し、最終的な行動を決定していることに加え、覚醒状態や運転のスキルなども減速操作に影響を与える因子となる²⁶⁾⁻²⁸⁾。今後、実車による走行実験から得られたドライバの先行車両に対する感度とドライビングシミュレータ実験から得られた減速操作特性との関係を明らかにしていくためには、減速操作の背後にある、認知や予測に関する脳内の情報処理過程まで踏み込んだ研究が必要と思われる。

参考文献

- 1) 大口, 赤羽, 山田: 高速道路交通流の臨界領域における事故率の検討, 交通工学, Vol. 39, no. 3, pp. 41-46, 2004.
- 2) 例えば, 平均速度が 10km/h (混雑した市街地走行相当) から 20km/h に増加すると, 実走行燃費が 60%近く向上し, 平均速度が 10km/h から 20km/h に増加すると, 窒素酸化物 (NO_x) の排出量は 35%以上削減される.
- 3) Y. Yokoya: Qualitative change of fluctuation observed in real traffic flow, *Physica D*, Vol. 239, pp. 207-213, 2010.
- 4) Y. Yokoya, Y. Asano and N. Uchida: Qualitative change of traffic flow induced by driver response, *Proceedings of Systems, Man and Cybernetics (SMC 2008)*, IEEE International Conference, Singapore, 2008.
- 5) Y. Yokoya, Y. Asano and N. Uchida: Qualitative Change of Car-Following Behavior Observed in Real Traffic, *Traffic and Granular Flow '07*, Springer, pp 233-243, 2009.
- 6) 流量は道路上のある地点を計測時間内に通過した車両数で定義される. なお, 単位時間当たりには通過した車両数を交通流率と呼ぶ. 速度は道路上の単位距離当りに存在する各車両の速度の平均で定義される. 密度は, 道路上の単位距離当りに存在する車両数で定義される.
- 7) D. C. Gazis, R. Herman and R.W. Rothery: Nonlinear Follow-the Leader Models of Traffic Flow, *Operations Research*, Vol. 9, pp. 545-567, 1961.
- 8) P. G. Gipps: A behavioural car-following model for computer simulation, *Transportation Research B*, Vol. 15, pp. 105-111, 1981.
- 9) W. Leutzbach and R. Wiedemann: Development and Application of Traffic Simulation Models at Karlsruhe Institut für Verkehrswesen, *Traffic Engineering and Control* Vol. 27, No. 5, pp. 270-278, 1986.
- 10) M. Bando, K. Hasebe, A. Nakayama, A. Shibata and Y. Sugiyama: Dynamical model of traffic congestion and numerical simulation, *Phys. Rev. E*, Vol. 51, pp. 1035-1042, 1995.
- 11) P. S. Addison and D. J. Low: A Novel Nonlinear Car-Following Model, *Chaos* Vol. 8, No. 4, pp. 791-799, 1998.
- 12) P. Chakroborty and S. Kikuchi: Evaluation of the General Motors based Car-Following Models and a Proposed Fuzzy Inference Model, *Transportation Research C*, Vol. 7, pp. 209-235, 1999.
- 13) M. Treiber, A. Kesting and D. Helbing: Understanding widely scattered traffic flows, the capacity drop, and platoons as effects of variance-driven time gaps, *Phys. Rev. E*, Vol. 74, 016123, 2006.
- 14) X. MA and A. Ingmar: Behavior measurement, analysis, and regime classification in car following, *IEEE International Conference on Vehicular Electronics and Safety (ICVES)*, Vol. 8, No1, pp. 144-156, 2007.
- 15) T. S. Komatsu and S. Sasa: Kink soliton characterizing traffic congestion, *Phys. Rev. E* Vol. 52, pp. 5574-5582, 1995.
- 16) D. L. Gerlough and M. J. Huber: Traffic flow theory, Special report Vol. 165, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, 1975.
- 17) W. Leutzbach: Introduction to the Theory of Traffic Flow, Springer, Berlin, Germany, 1988.
- 18) L. Neubert, L. Santen, A. Schadschneider and M. Schreckenberg: Single-vehicle data of highway traffic: A statistical analysis, *Phys. Rev. E*, Vol. 60, pp. 6480-6490, 1999.
- 19) J. -P. Bouchaud and A. Georges: Anomalous diffusion in disordered media - statistical mechanisms, models and physical applications, *Phys. Rep.*, Vol. 195, pp. 127-293, 1990.
- 20) M. F. Shlesinger, G. M. Zaslavsky and J. Klafter: Strange Kinetics, *Nature*, Vol. 363, pp. 31-37, 1993.
- 21) K. Nakanishi, K. Itoh, Y. Igarashi and M. Bando: Solvable optimal velocity models and asymptotic trajectory, *Phys. Rev. E*, Vol. 55, pp. 6519-6532, 1997.
- 22) D. Sornette and R. Cont: Convergent Multiplicative Processes Repelled from Zero: Power Laws and Truncated Power Laws, *J. Phys. I France*, Vol. 7, pp. 431-444, 1997.
- 23) R. J. Koppa: Human factors, in *Traffic Flow Theory*, edited by N. Gartner, C. J. Messner, and A. J. Rathi, Transportation Research Board (TRB) Special Report, Vol.165 (Transportation Research Board, Washington, D.C., Chap.3, 1992.
- 24) M. A. Brackstone, B. Sultan and M. McDonald: Some Findings on the Approach Process between Vehicles on Motorways, *Transportation. Res. Rec.*, Vol. 1724, pp 21-28, 2000.
- 25) M. Morita, M. Matsushima, T. Yamazaki and Y. Kurihara: Unconstrained Measurement of Heartbeat of a Vehicle Driver by Dual Pneumatic Sensing System, *Proceedings of SICE-ICASE International Joint Conference*, Busan, pp. 3702 – 3705, 2006.
- 26) M. A. Brackstone and M. McDonald: Dynamic Behavioral

Data Collection Using an Instrumented Vehicle,
Transportation Res. Rec., vol. 1689, pp. 9–17, 1999.

- 27) Y. Zhang, L. E. Owen and J. E. Clark: Multi-regime approach for microscopic traffic simulation, Transportation Res. Rec., vol. 1644, pp. 103–115, 1998.
- 28) M. Treiber, A. Hennecke and D. Helbing: Congested traffic states in empirical observations and microscopic simulations, Phys. Rev. E, vol. 62, pp. 1805-1824, 2000.

(原稿受理日 平成 25 年 10 月 3 日)

超伝導体薄膜中の磁束挙動に関する数値計算および その回路・新規デバイスへの応用

井上真澄¹⁾

Numerical Calculation on the Vortex Behavior in Superconducting Films and Its Application to Circuits and Novel Devices

Masumi INOUE¹⁾

Abstract

Vortex behavior in superconducting films and related current distribution were studied by numerical calculation, and application of such analysis to superconducting integrated circuits and novel devices was investigated. Two calculation methods are introduced: one is the shape-dependent current distribution by finite element method, and the other is the distribution of parameters such as the order parameter, magnetic flux density, etc. and its time evolution by the time-dependent Ginzburg-Landau (TDGL) equation. As the application of such calculation to circuits and devices, vortex exclusion to the moat in a ground plane of superconducting circuit and properties of asymmetrical superconducting nanobridges are discussed.

1. はじめに

超伝導エレクトロニクスで用いられるニオブや高温超伝導体は第二種超伝導体であり、超伝導体中にボルテックスという形で磁束量子単位で磁束が存在できる。このボルテックスは超伝導回路やデバイスの動作に対してある場面では悪影響を及ぼし、別のある場面では新機能実現の鍵になるものである。例えば、超伝導集積回路において、基本素子のジョセフソン接合付近にボルテックスが存在した場合、接合特性が変化してしまい、回路の誤動作を招くため、ボルテックスは接合から遠ざけ、排除する必要がある。また、ボルテックスが超伝導体を横切る頻度により発生する電圧が決まることから、それを制御することによりデバイス特性の制御が可能となる。いずれにしても、最適な設計を行うためには超伝導膜中のボルテックスの挙動を良く理解し、その制御を行うことが重要である。そのために、筆者のグループでは、ボルテックスの動きやそれに影響を与える因子の検討を行っており、これらは直接観察や解析的計算が困難であるため、数値計算により行っている。本報告では、そのような数値計算と、それを超伝導回路のグランドプレーンの磁束排除効果改善および非対称ナノブリッジデバイス開発に適用する試みについて述べる。

2. ボルテックス挙動に関する数値計算

ボルテックスの運動にはバイアス電流分布、外部磁場がある時の遮蔽電流分布、他のボルテックスやその鏡像ボルテックス、粘性などが影響を与える。また、外部から超伝導体へボルテックスが侵入する際にはバイアス電流や遮蔽電流の分布で決まる表面ポテンシャルバリアを飛び越えて侵入する。任意の形状の超伝導薄膜での電流分布や超伝導秩序変数分布などを数値計算で求めることはボルテックス挙動を理解するために非常に重要である。ここでは、形状に依存するバイアス電流分布の計算、および時間依存ギンツブルク-ランダウ (Time-Dependent Ginzburg-Landau : TDGL) 方程式による超伝導体の動力学的計算について述べる。

2.1 形状に依存するバイアス電流分布の計算

薄膜で形成された超伝導線に流れる電流は線の端に偏って流れるが、線幅が磁場侵入長 λ より小さくなるとマイスナー効果の影響が小さくなり比較的均一な電流分布となる。このような効果の他、括れた形状のブリッジではその形状により電流分布が異なってくる¹⁾。超伝導電流は (cgs 単位系では)

$$J = \frac{2e}{2m} |\Psi|^2 \left(\hbar \nabla \theta - \frac{2e}{c} A \right) \quad (1)$$

1) メカトロニクス工学科

1) Department of Mechatronics Engineering

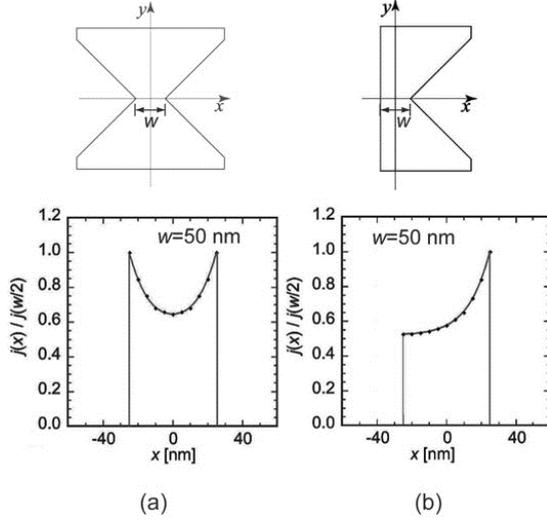


Fig.1 Examples of the calculation of the bias current distribution for bridges with different shapes. Current distribution on the x axis is shown in the case of $\xi \ll w < \lambda$ (ξ : coherence length, λ : magnetic penetration depth). (a) both sides are concaved. (b) one side is straight and the other side is concaved.

と表される。 Ψ は秩序変数, θ はその位相, A はベクトルポテンシャル, e は電荷素量, m は電子の質量, c は光速である。マイスナー効果による電流分布の影響が無視できる場合は第2項が無視でき, また係数を書き直すと

$$\mathbf{J} = \frac{c^2 \hbar}{8 \pi e \lambda^2} \nabla \theta \quad (2)$$

となる。 $\text{div } \mathbf{J} = 0$ を用いると $\nabla^2 \theta = 0$ となり, 秩序変数の位相についてラプラス方程式を解くことにより位相分布や電流分布が計算できる。形状によっては解析的計算が可能な場合もあるが, 任意の形状に対応できるように, 筆者らは有限要素法による数値計算を行った^{2,3)}。

結果の例を Fig.1 に示す。これは最も狭い部分でのブリッジ幅方向の電流分布を示したものである。この図からわかるように, ブリッジ端の形状により, 電流分布が異なり, 括れた形状ではブリッジ端に電流が集中することがわかる。このような形状効果を利用するデバイスの検討例を後で述べる。

2.2 TDGL 方程式による超伝導状態分布とその時間変化の計算

超伝導体の動力学は, TDGL 方程式により記述できる。この方程式は, GL 理論における秩序変数の空間と時間依存性を記述した微分方程式であり, 超伝導体の相転移現象や磁束運動などの物理についての研究で用いられている^{4,9)}。TDGL 方程式は Hu と Thompson により式(3)のように規格化された¹⁰⁾。

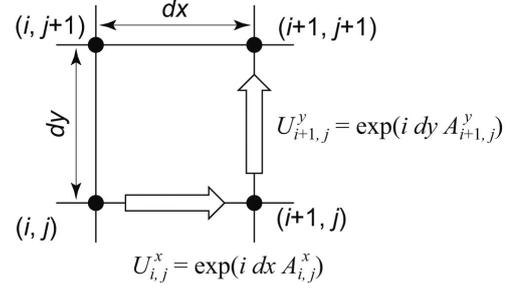


Fig.2 Configuration of the lattice and the link parameters.

$$D^{-1} \left(\frac{\partial}{\partial t} + i \frac{2e\phi}{\hbar} \right) \Psi + \xi^{-2} (|\Psi|^2 - 1) \Psi + \left(\frac{\nabla}{i} - \frac{2e}{\hbar c} \mathbf{A} \right)^2 \Psi = 0, \quad (3)$$

$$\mathbf{j} = \sigma \left(-\nabla \phi - \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} \right) + \text{Re} \left[\Psi^* \left(\frac{\nabla}{i} - \frac{2e}{\hbar c} \mathbf{A} \right) \Psi \right] \frac{\hbar c^2}{8 \pi e \lambda^2}$$

ここで, Ψ は秩序変数, A はベクトルポテンシャル, ϕ はスカラー・ポテンシャル, \mathbf{j} は電流密度を示す。また, D と σ は常伝導状態での拡散係数と伝導度である。このTDGL方程式では, 熱による揺らぎは無視されている。これに Maxwell 方程式の適用, ゲージ変換, 無次元化などを行うことにより, 式(4)の無次元化された TDGL 方程式を得る。

$$\frac{\partial \Psi}{\partial t} = -\frac{1}{12} \left[\left(\frac{a}{i} \nabla - \frac{\mathbf{A}}{a} \right)^2 \Psi + (|\Psi|^2 - 1) \Psi \right], \quad (4)$$

$$\frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t} = \frac{a^2}{2i} (\Psi^* \nabla \Psi - \Psi \nabla \Psi^*) - |\Psi|^2 \mathbf{A} - \kappa^2 a^2 \nabla \times \nabla \times \mathbf{A}$$

$\kappa \equiv \lambda / \xi$ は磁場侵入長 λ とコヒーレンス長 ξ の比であり, 材料の特性により決まる。 a は正の定数で, 数値計算を行う際に値が収束するように決定する。

さらに, 式(5)のようにベクトルポテンシャルを二次元格子点間で定義されるリンク変数と呼ばれる変数に変換する手法⁷⁾により, 式(6)のように式(4)の書き換えを行った(一部を示す)。 $a = 1$ とした。格子点とリンク変数の表記の関係を Fig.2 に示す。

$$U^x = \exp(i dx A_x) \quad (5)$$

$$\frac{\partial \Psi_{i,j}}{\partial t} = \frac{1}{12} \left[(1 - |\Psi_{i,j}|^2) \Psi_{i,j} + \left(\frac{U_{i,j}^{x*} \Psi_{i+1,j} - 2\Psi_{i,j} + U_{i-1,j}^x \Psi_{i-1,j}}{dx^2} + \frac{U_{i,j}^{y*} \Psi_{i,j+1} - 2\Psi_{i,j} + U_{i,j-1}^y \Psi_{i,j-1}}{dy^2} \right) \right],$$

$$\frac{\partial U_{i,j}^x}{\partial t} = -i \text{Im} \left[\Psi_{i,j} \Psi_{i+1,j}^* U_{i,j}^x \right] - \kappa^2 \left(\frac{U_{i,j}^x U_{i+1,j}^y U_{i,j+1}^{x*} U_{i,j}^{y*} U_{i+1,j-1}^x U_{i,j-1}^{y*} U_{i,j-1}^{x*} U_{i,j-1}^y - 1}{dy^2} \right)$$
(6)

これらより、秩序変数、ベクトルポテンシャル、電流密度、磁束密度などの分布とその時間変化を計算することができる。計算例として、ある時間における膜中の電流分布を計算した例を Fig.3 に示す。冷却時の超伝導転移直後の簡略化したモデルに対応するものとして、外部磁場や外部からの電流はない条件で、初期値としてランダムな秩序変数(平均値 0)を与え、それを時間発展させている。境界条件は、x 軸方向端が周期境界条件、y 軸方向端が自由境界条件である。ボルテックスに対応する電流の渦が見られ、その向きにより磁束の向きがわかる(図中に”+”と”-“で示す)。その時間変化を追っていくことでボルテックスの動きがシミュレーションできる。

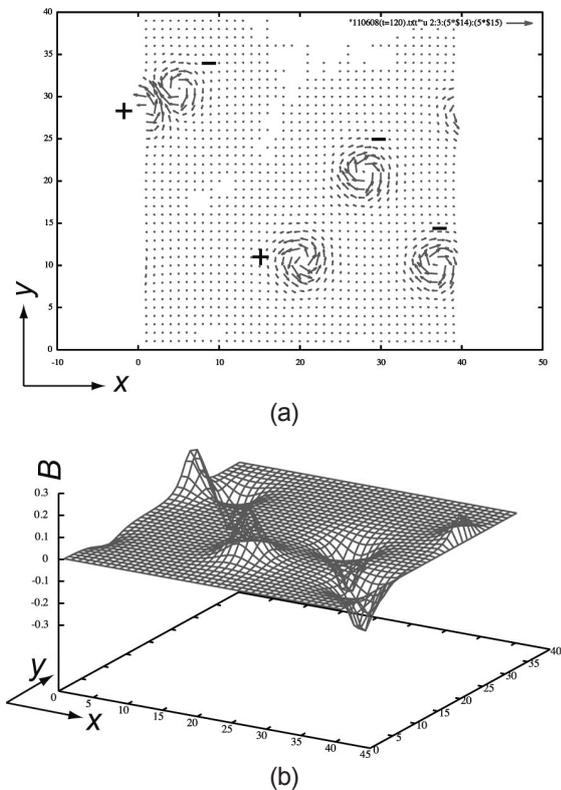


Fig.3 Examples of the calculation results using TDGL equation for a rectangular superconducting thin film. (a) current distribution, and (b) magnetic flux distribution.

3. 超伝導回路における磁束排除効果についての検討

超伝導集積回路は現在は単一磁束量子(SFQ)を情報担体とする SFQ 回路方式によって 1 万接合程度の規模のものまで作られている¹¹⁾。さらに回路規模が大きくなると誤動作を引き起こす磁束トラップ¹²⁾は大きな問題になる。超伝導集積回路では、グランドプレーンと呼ばれる超伝導層が設けられているが、回路を超伝導状態にする冷却の過程でジョセフソン接合付近に磁束がトラップされないように、回路動作に影響を与えない場所に磁束を逃がすためのモートという穴がグランドプレーンに設けられている。モートの形状や配置については実験的検討¹³⁻¹⁷⁾が行われているが、筆者のグループでは、より効果的なモートの形状や配置を検討するため、TDGL 方程式によるボルテックス挙動のシミュレーションを行っている¹⁸⁻²⁰⁾。ここでは、Fig.4 に示すように領域の周囲に周期境界条件を課した二次元超伝導体中にモートとしての長方形の穴をあけたモデルを考え、簡単のためこの領域にボルテックスが 1 個発生した場合のそのボルテックスの振る舞いについて調べた例を述べる。自由境界条件は電流が境界を横切らないことを保証する以下の式(7)を適用した。

$$\left(\frac{a}{i} \nabla - \frac{A}{a} \right) \Psi \Big|_n = 0$$
(7)

外部磁場や外部からの電流はない条件で、秩序変数の初期値はランダムに与え、ベクトル・ポテンシャルの初期値は 0 とする。これは、十分小さい磁場環境だが、揺らぎによりボルテックスが生成される状況に相当する。これを時間発展させることにより、ボルテックスがモート

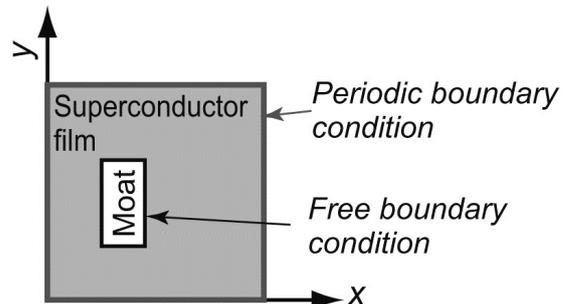


Fig.4 Simulation system and boundary conditions.

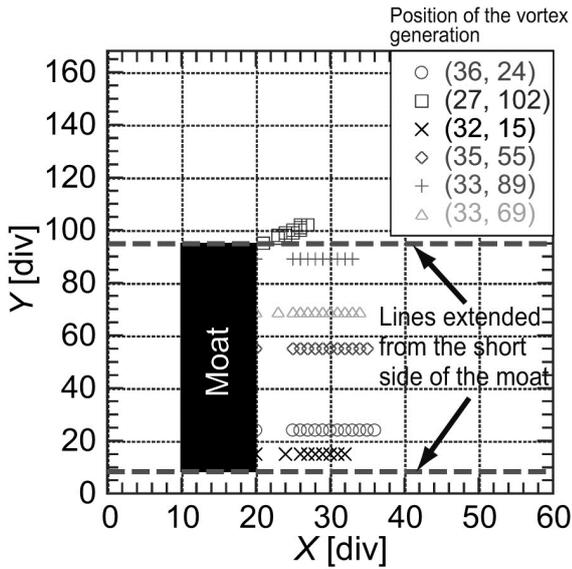


Fig.5 Vortex trajectories to the moat for the simulation model [1]. Position of the vortex generation for each vortex is shown in the upper right.

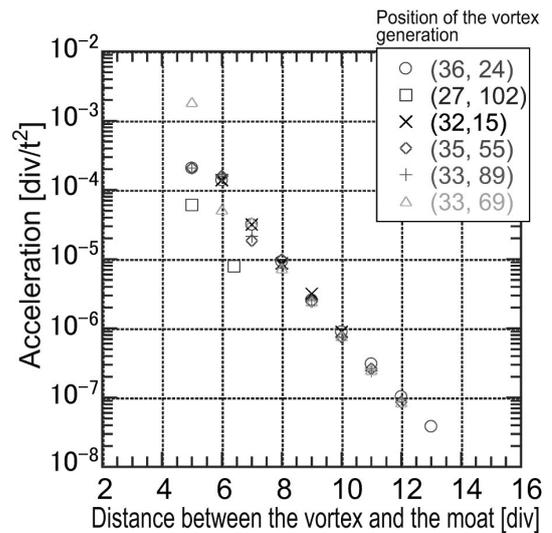


Fig.7 Acceleration of the vortex as a function of the distance between the vortex and the moat for the simulation model [1]. Position of the vortex generation for each vortex is shown in the upper right.

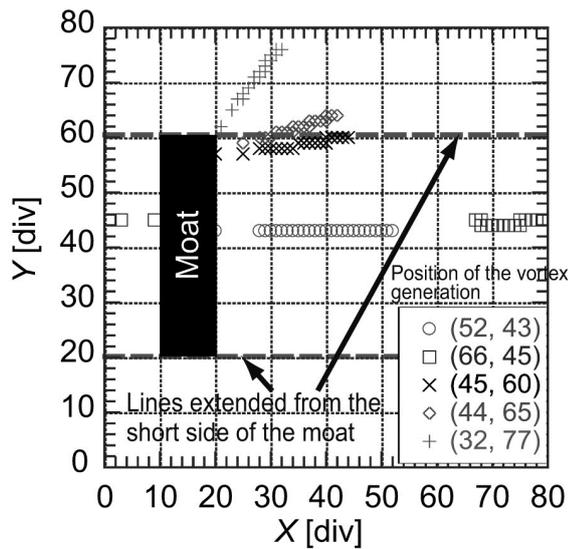


Fig.6 Vortex trajectories to the moat for the simulation model [2]. Position of the vortex generation for each vortex is shown in the upper right.

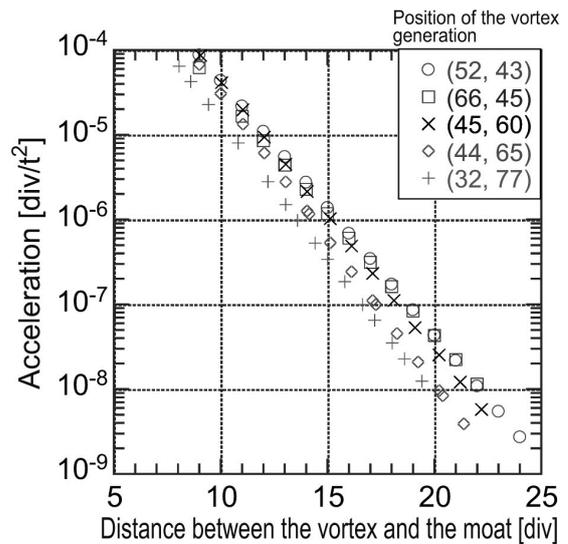


Fig.8 Acceleration of the vortex as a function of the distance between the vortex and the moat for the simulation model [2]. Position of the vortex generation for each vortex is shown in the upper right.

に捕捉される様子をシミュレーションする。これより、モートの周りのボルテックスの軌道、速度、加速度などを調査する。

シミュレーション例として形状の異なる次の二つの場合を示す。次元のない数値は空間刻みの数（格子数）で表した長さおよび位置である。

- [1] シミュレーションサイズ：60×168（空間刻み幅が0.5ξのため物理サイズは30ξ×84ξ）
モートサイズ：10×40（モート範囲：x:10-20, y:10-94）

- [2] シミュレーションサイズ：80×80（空間刻み幅が0.3ξのため物理サイズは24ξ×24ξ）
モートサイズ：10×40（モート範囲：x:10-20, y:20-60）

ここで、超伝導材料として、超伝導集積回路で用いられている Nb を例に挙げて、今回のシミュレーションサイズの物理的な大きさを検討してみる。このシミュレーションにおいて温度 T は臨界温度 T_c 近傍において一定で

あるとして、 $T = 0.99T_c$ と仮定する。Nb が純粋な材料であると仮定し、 $T_c = 9.2 \text{ K}$ すると、 $T = 0.99T_c$ におけるコヒーレンス長さ ξ と磁場侵入長 λ はそれぞれ 296 nm, 601 nm となる。これより、物理サイズはシミュレーション[1]では $8.9\mu\text{m} \times 24.9\mu\text{m}$ 、シミュレーション[2]では $7.1\mu\text{m} \times 7.1\mu\text{m}$ となる。また、 $\kappa = \lambda/\xi$ は約 2 であるので、以下では $\kappa = 2$ として計算を行っている。

Fig.5 と Fig.6 はそれぞれシミュレーション[1]とシミュレーション[2]のモデルで、いくつかの発生位置の異なるボルテックスの軌跡を示したものである。また、Fig.7 と Fig.8 はそれぞれ Fig.5 と Fig.6 に対応したボルテックスの加速度のモートからの距離依存性を示す。これらの図より、ボルテックスの動きはボルテックスの発生位置とモートとの関係により異なってくる事がわかる。

シミュレーション[1]の Fig.5 と Fig.7 より、モートの短辺を延長した二本の線の間の領域に生成されたものは初期位置に依らず加速度の位置依存性に大きな違いが見られなかった。また延長線から一番近くの 2.5ξ 内側に初期生成された (33, 89), (32, 15) において、それらよりも内側にある点と同じ排除効果が得られた。しかし、この領域の外側にある初期生成位置 (27, 102) のボルテックスの排除される加速度は一桁近く小さくなっていった。

このシミュレーションによりモートの短辺の延長線 (端) より 2.5ξ (1.25λ) 内側であれば十分な排除効果が得られることが確認できた。この長さは実際のスケールで表記すると 740nm となる。つまり実際の回路設計時ににおいてジョセフソン接合をモート端の延長線から 740nm 内側に配置することでより磁束トラップの低減が可能になると推測される。

シミュレーション[2]はモートの角近傍でのボルテックスの挙動を詳細に解析するためシミュレーション[1]よりも空間刻み幅を小さくして実施した。Fig.6 のモートの短辺の延長線付近の初期生成位置 (45, 60) のボルテックス排斥軌道を見ると角を避けて角から内側へ曲がるように排斥されていることから、モートの角近傍でポテンシャルが高くなっており、ポテンシャルの高い場所である角をさけながら辺に向かって排除されたのではないかと考えられる。排除される時の加速度を調べてみると、ボルテックスの初期生成位置が 2 つの短辺延長線間で延長線から十分離れているものに対し、生成位置が延長線付近のものは加速度が低下し、延長線の外側にいくにつれて低下していることが確認できた。このような違いは角付近と辺付近でのボルテックスの歪みの違いによると考えられる²⁰⁾。

4. 非対称ナノブリッジにおけるラチェット効果を利用したデバイス開発

超伝導ナノブリッジの電気的特性の出現機構については不明の点も多いが、ナノブリッジ中のボルテックスの挙動は特性を決める大きな要素である。表面バリアを超えて侵入したボルテックスはバイアス電流で駆動されてブリッジを横切り、ブリッジに電圧が発生する^{21,22)}。2.1 節で述べたように、非対称形状の超伝導ブリッジでは電流分布が非対称になる。これは、括れた側からの方が表面バリアが低くなり、ボルテックスの侵入が括れた側からだけになり、ボルテックスが一方向のみに動くラチェット効果が現れることを示している。この点に注目し、筆者らはブリッジ形状によりボルテックス挙動を制御するデバイスを検討しており、特に、ラチェット効果を利用した、非対称な電流-電圧 (I - V) 特性を示すブリッジは興味深い。ボルテックスがラチェットの挙動をする非対称ブリッジに外部磁場を印加することで、形状効果と合わせてボルテックスの挙動を制御し、非対称な電流-電圧特性が得られると考えられる。

このことを実験的に調べるために、高温超伝導体の $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ (YBCO) 薄膜を用いてナノブリッジを作製した^{23,24)}のでここに紹介する。ブリッジ部の形成は、ブリッジ部の形成は電子ビームリソグラフィと Ar イオンビームエッチングにより行った。加工時のダメージを回復させるために、加工後に YBCO を薄く再堆積させることにより、これまで幅 30 nm までのブリッジの作製に成功しており²⁵⁾、この技術に基づいて形状効果を利用したデバイスの検討を行った。ここでは、Fig.9 に示すような非対称形状のブリッジを作製し、その特性を調べた結果について述べる。なお、ブリッジ幅は、ブリッジが最も狭

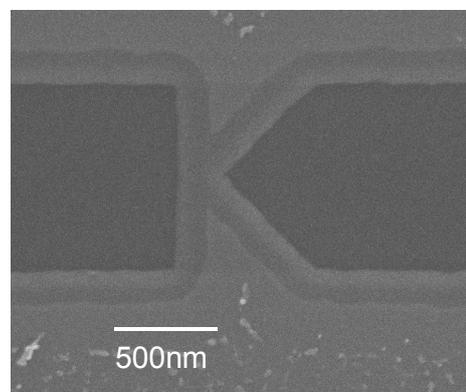


Fig.9 Scanning electron microscope image of the asymmetrical YBCO nanobridge (bridge width: 200 nm).

くなる部分の幅で表す。電流-電圧(I - V)特性は四端子法で測定した。磁場は、試料近傍にコイルを配置することにより、基板に垂直な方向に印加した。

作製した非対称形状ナノブリッジについて、 I - V 特性を測定した。測定温度は4.2 Kとした。磁場を印加しない場合と磁場を印加した場合のブリッジの典型的な I - V 特性を Fig.10 に示す。印加磁場 $B=+2.4$ mT とした。電流と磁場の正方向は図中に示すようにとっている。臨界電流は正方向の電流は磁場印加により減少し、一方、負方向の電流では磁場印加により増加していることがわかる。また、臨界電流 I_c は10%程度変化していることがわかる。このように、 I - V 特性は磁場印加により対称な特性から非対称な特性に変化することが確認された。

I - V 特性より、磁場印加による I_c の変化 ΔI_c を求め、磁場印

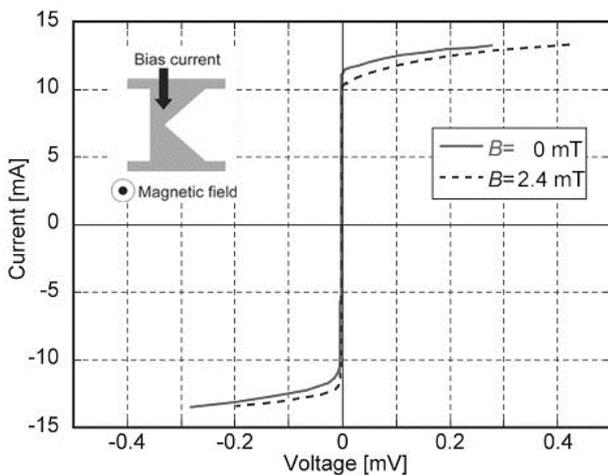


Fig.10 I - V characteristics of the bridge measured with and without magnetic field at 4.2 K. Bridge width: 200 nm, and film thickness: 100 nm. The inset shows the positive directions of the bias current and the magnetic field

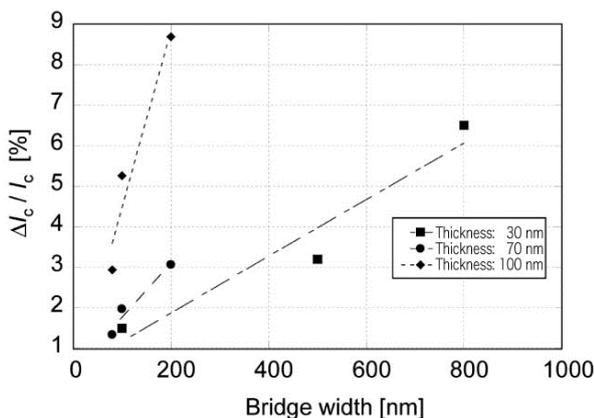


Fig.11. Bridge width dependence of the variation rate of I_c , $\Delta I_c / I_c$, at $B=+7.5 \times 10^{-4}$ T and 4.2 K.

加のない場合の I_c に対する臨界電流の変化率 $\Delta I_c / I_c$ を求めた。印加磁場は $B=+7.5 \times 10^{-4}$ T とした。YBCOの膜厚ごとに、 $\Delta I_c / I_c$ のブリッジ幅依存性を表したものを Fig.11 に示す。この図より、膜厚が厚くなるほど I_c 変化率が大きくなっていることがわかる。また、同じ膜厚ではブリッジ幅が大きくなるにつれて I_c 変化率は大きくなることもわかる。

このような特性はバイアス電流分布と遮蔽電流分布の重ね合わせにより、バイアス電流の正方向と負方向で括れた側の表面バリアが異なることにより現れたと理解できる^{23, 24}。膜厚やブリッジ幅による $\Delta I_c / I_c$ の違いは、薄膜における有効磁場侵入長 $\lambda_{\text{eff}} = \lambda_{\text{bulk}}^2 / d$ (λ_{bulk} : パルクの磁場侵入長, d : 膜厚) が膜厚の厚いものほど小さくなり、また幅の広がる場合も幅に対して λ_{bulk} が相対的に小さくなることにより、遮蔽電流の効果が大きく現れ、バイアス電流の反転による電流分布の違いが大きくなるためと考えられる。

磁場の印加により I_c が変化する様子を Fig.12 に示す。ブリッジ幅は200 nm, YBCO膜厚は100 nmである。正方向と負方向の電流における I_c をそれぞれ I_c^+ および I_c^- として表している。 -2.5 mT から $+2.5$ mT までの磁場に対して I_c^+ , I_c^- ともにほぼ線形に変化し、 I_c^+ は減少していくのに対し、 I_c^- は増加していき、磁場の大きさが大きくなるに伴って非対称性が大きくなっている。これは括れている側のブリッジ端での電流の大きさの変化に対応している。正方向の電流について考えると、括れている側のブリッジ端に集中している電流が、磁場を正方向から負方向へ変化させるにつれて小さくなり、同じバイアス電流のもとでの表面ポテンシャルが高くなることから、磁束侵入が抑制されるため、臨界電流としては高くなると考えられる。負方向の磁場がさらに大きくなった場合には直線状のブリッジ端の方が電流が大きくなり、こちら側からの磁束侵入が優勢になってくるため、このような磁場範囲では

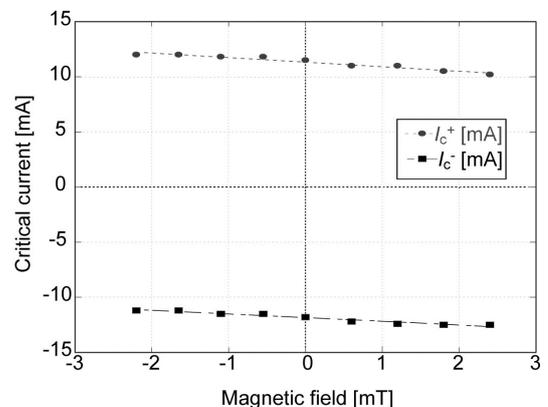


Fig.12. Variation of the critical current I_c by the applied magnetic field. I_c^+ and I_c^- indicate the critical current for positive and negative current direction, respectively.

単調な増加は見られなくなると考えられるが、Fig.12ではそのような傾向は見られず、この磁場範囲では括れている側のブリッジ端からの磁束侵入が起こり、ボルテックスのラチェットの挙動が特性を決めていると考えられる。

まだ特性の非対称性は大きくないが、このような非対称特性が得られたことは超伝導ダイオードの作製が可能であることを示唆している。その応用として、例えば超伝導整流素子の実現が期待される。このようなデバイスが実現できれば、SFQ回路ブロック近傍に設置可能な低消費電力で小型の整流回路が作製できる。SFQ回路はその大規模化により生じる直流バイアス電流の大電流化に伴う問題^{26, 27)}が指摘されており、いくつかの対策²⁸⁻³⁰⁾が提案されているが、整流回路を用いた交流バイアス供給ができればこの問題解決に大きく貢献すると考えられる。

5. おわりに

本報告では、超伝導薄膜におけるボルテックス挙動を理解するための数値計算として、形状に依存するバイアス電流分布の計算およびTDGL方程式による超伝導状態分布とその時間変化の計算について述べるとともに、その回路・新規デバイス応用について紹介した。応用について、TDGL方程式を用いた計算では、超伝導集積回路での効果的な磁束排除を目指して、ボルテックスがモートまで排斥される過程を解析した。モートとボルテックスの位置関係について、モート短辺の延長線から2.5 ξ 内側にあれば十分な排除効果が得られることがわかった。またモートの角近傍でモートの辺に沿った部分より磁束が排除されにくいことも確認でき、ポテンシャルが高くなっていることが示唆された。形状に依存した電流分布については、高温超伝導体ナノブリッジの電流分布へのブリッジ形状効果に注目し、ボルテックスのラチェットの挙動を利用したデバイスを開発するため、非対称形状を持つYBCOナノブリッジを作製し、その特性を検討した。実際にYBCOナノブリッジを作製してその特性を測定した。作製したブリッジの電流-電圧特性は磁場印加により変化し、非対称特性を示すことが確認され、これは非対称形状を反映したバイアス電流分布と遮蔽電流分布を考えることで理解できた。また、測定した磁場範囲においては、括れた形状側のブリッジ端からの磁束侵入が支配的な、ボルテックスのラチェットの挙動による特性が現れているものと考えられた。このデバイスは超伝導回路用整流回路への応用が期待される。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究(B)(課題番号 23360152)の援助により行われた。また、本研究は名古屋大学大学院工学研究科の藤田圭佑氏、梶野顕明氏、溝口翔太氏、藤巻朗氏と共同で行われた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) H. Rogalla, and C. Heiden: "High- T_c Josephson Contacts and Devices," in *Superconducting Quantum Electronics*, V. Kose, Ed. pp.80-127, Springer-Verlag, Berlin, 1989.
- 2) M. Inoue, K. Kajino, H. Andoh, T. Kimura, and A. Fujimaki: Simulation Study on the Properties of YBCO Nanobridges for Circuit Application, Extended Abstracts of 12th International Superconductive Electronics Conference, TD-P16, Fukuoka, Japan, June 2009.
- 3) 藤田圭佑, 梶野顕明, 早川桂太, 安保宇, 井上真澄, 藤巻朗: 非対称ナノブリッジにおけるボルテックスのラチェットの挙動, 信学技報, SCE2010-24, 2010.
- 4) L. P. Gor'kov, and G. M. Eliashberg: Generalization of the Ginzburg-Landau Equations for Non-Stationary Problems in the case of Alloys with Paramagnetic Impurities, *Soviet Phys. JETP*, Vol. 27, No. 2, pp. 328-334, 1968.
- 5) T. J. Rieger, D. J. Scalapino, and J. E. Mercereau: Time-Dependent Superconductivity and Quantum Dissipation, *Phys. Rev. B*, Vol. 6, No. 5, pp. 1734-174, 1972.
- 6) K. J. M. Moriarty, E. Myers, and C. Rebbi: Dynamical Interactions of Cosmic Strings and Flux Vortices in Superconductors, *Phys. Lett.*, Vol. 207, No. 4, pp. 411-418, 1988.
- 7) R. Kato, Y. Enomoto, and S. Maekawa: Effects of the surface boundary on the magnetization process in type-II superconductors, *Phys. Rev. B*, Vol. 47, No. 13, pp. 8016-8024, 1993.
- 8) M. Machida, and H. Kaburaki: Direct Simulation of the Time-Dependent Ginzburg-Landau Equation for Type-II Superconducting Thin Film: Vortex Dynamics and I - V Characteristics, *Phys. Rev. Lett.*, Vol. 71, No. 19, pp. 3206-3209, 1993.
- 9) D. Y. Vodolazov, and F. M. Peters: Rearrangement of the vortex lattice due to instabilities of vortex flow, *Phys. Rev. B*, Vol. 76, Art.No. 014521, 2007.
- 10) C.-R. Hu, and R. S. Thompson: Dynamic Structure of Vortices in Superconductors. II. $H \ll H_{c2}$, *Phys. Rev. B*, Vol.

- 6, No. 1, pp. 110-120, 1972.
- 11) Y. Yamanashi, M. Tanaka, A. Akimoto, H. Park, Y. Kamiya, N. Irie, N. Yoshikawa, A. Fujimaki, H. Terai, and Y. Hashimoto: Design and Implementation of a Pipelined Bit-Serial SFQ Microprocessor, CORE1 β , IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol. 17, No. 2, pp. 474-477, 2007.
- 12) Y. Polyakov, S. Narayana, and V. Semenov: Flux Tapping in Superconducting Circuits, IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol. 17, No. 2, pp. 520-525, 2007.
- 13) 永沢秀一, 沼田秀昭, 田原修一: 磁束トラップ防止技術と4KRAMへの適用, 信学技報 SCE96-30, 1997.
- 14) R. Robertazzi, I. Siddaqui, and O. Mukhanov: Flux Trapping Experiments in Single Flux Quantum Shift Register, IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol. 7, No. 2, pp. 3164-3167, 1997.
- 15) K. Suzuki, H. Suzuki, S. Adachi, T. Utagawa, U. Kawabe, K. Tanabe: Magnetic imaging of high- T_c films with moat patterns by a scanning SQUID microscope, Physica C, Vol. 378-381, pp. 1301-1305, 2002.
- 16) K. Fujiwara, S. Nagasawa, Y. Hashimoto, M. Hidaka, N. Yoshikawa, M. Tanaka, H. Akaike, A. Fujimaki, K. Takagi, and N. Takagi: Research on Effective Moat Configuration for Nb Multi Layer Device Structure, IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol. 19, No. 3, pp. 603-606, 2009.
- 17) S. Narayan, Y. Polyakov, and V. K. Semenov: Evaluation of Flux Trapping in Superconducting Circuits, IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol. 19, No. 3, pp. 640-643, 2009.
- 18) 堤早希, 御田村直樹, 赤池宏之, 井上真澄, 藤巻朗: TDGL 方程式による超伝導体薄膜の磁場排除効果の数値解析, 信学技報, SCE2010-29, 2010.
- 19) 溝口翔太, 伊藤大, 井上真澄, 藤巻朗: モートにおける磁束排除効果の形状依存性の数値計算, 信学技報, SCE2012-23, 2012.
- 20) 溝口翔太, 井上真澄, 藤巻朗: モートの形状による磁束排除効果依存性の数値計算, 信学技報, SCE2012-29, 2013.
- 21) S. Tahara, S. M. Anlage, J. Halbritter, C. B. Eom, D. K. Fork, T. H. Geballe, and M. R. Beasley: Critical currents, pinning, and edge barriers in narrow $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ thin films, Phys. Rev. Lett., Vol. 41, No. 16, pp. 11203-11208, 1990.
- 22) H. Andoh, M. Kusunoki, A. Fujimaki, and H. Hayakawa: Numerical Analysis of Influence of Surface Barrier on Current-Voltage Characteristics for Narrow Superconducting Lines, Jpn. J. Appl. Phys. Pt. 2, Vol. 34, No. 4A, pp. L408-L411, 1995.
- 23) 藤田圭佑, 梶野顕明, 早川桂太, 安保宇, 井上真澄, 藤巻朗: 非対称ナノブリッジにおけるボルテックスのラチェットの挙動, 信学技報, SCE2010-24, 2010.
- 24) K. Kajino, K. Fujita, B. An, M. Inoue, and A. Fujimaki: Ratchet Effect of Single Vortex Motion in Superconducting Asymmetrical Nanobridges, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 51, Art.No. 053101, 2012.
- 25) K. Kajino, T. Kimura, Y. Horii, M. Watanabe, M. Inoue, and A. Fujimaki: Preparation of Narrow Nanobridges down to 30 nm with Reduced Degradation, IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol. 19, No. 3, pp. 178-182, 2009.
- 26) H. Terai, Y. Kameda, S. Yorozu, A. Fujimaki, and Z. Wang: The Effect of Dc Bias Current in Large-Scale SFQ Circuits, IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol. 13, No. 2, pp. 502-506, 2003.
- 27) K. Fujiwara, T. Hikida, N. Yoshikawa, A. Fujimaki, S. Yorozu, H. Terai: The influence of the ground current on large-scale single-flux-quantum circuits, Supercond. Sci. Technol. Vol. 19, pp. S362-S365, 2006.
- 28) J. H. Kang, and S. B. Kaplan: Current Recycling and SFQ Signal Transformer in Large Scale RSFQ Circuits, IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol. 13, No. 2, pp. 547-550, 2003.
- 29) M. W. Johnson, Q. P. Herr, D. J. Durand, and L. A. Abelson: Differential SFQ Transmission Using Either Inductive and Capacitive Coupling, IEEE Trans. Appl. Supercond., Vol. 13, No. 2, pp. 507-510, 2003.
- 30) T. Nishigai, S. Yamada, N. Yoshikawa: Design and implementation of low-power SFQ circuits using LR-load biasing technique, Physica C, Vol. 445-448, pp. 1029-1033, 2006.

(原稿受理日 平成 25 年 10 月 3 日)

マイクロ・ナノマニピュレーション技術の細胞アセンブリへの応用

福田敏男^{1),2)} 中島正博³⁾ 竹内大³⁾

Cell Assembly based on Micro-Nanomanipulation Techniques

Toshio Fukuda^{1),2)}, Masahiro Nakajima³⁾, Masaru Takeuchi³⁾

Abstract

This paper presents some cell assembly techniques based on the micro-nanomanipulation techniques. The 3D assembly techniques are categorized by manipulation dimension of cell structure in 0D/1D/2D. Four different techniques developed in our research group are introduced in this paper for 1) thermal gel probe manipulation technique, 2) magnetic manipulation of cell embedded hydro gel, 3) self-assembly of cell embedded microstructures by microfluidic chip, 4) reeling fiber system of cell embedded hydro-gel. These cell assembly techniques are important to realize artificial 3D tissue construction for regenerative medicine, bionic simulator, investigation of biological systems and so on.

1. はじめに

現在、メカトロニクス技術に求められる精度は高精度化を増し、そのスケールはマイクロメートルからナノメートルに達している。我々はマイクロ・ナノメートルスケールの微細な対象物をロボット技術により操作するマイクロ・ナノロボットマニピュレーションシステムを構築し、単一細胞のマイクロ・ナノスケールの解析・評価への応用について研究してきた¹⁾。一方で、近年ES(Embryonic Stem Cell)細胞²⁾やiPS(induced pluripotent stem cells)細胞³⁾を用いて生体の機能組織を構築し、人工臓器として機能を発現させる再生医療への応用に対して注目が集まっている。これは、生体の自然治癒能力を超えた損傷に対して、臓器を直接移植して治療する次世代医療技術の1つである。特に幹細胞を分化誘導し、患者自身の細胞からなる人工臓器を実現できる可能性がある。

そこで我々は、現在、マイクロ・ナノスケールの単一細胞操作技術を応用し、細胞をアセンブリし人工的な生体組織の構築を目指し研究を推進している (Fig. 1)。3次元からなる臓器を実現するためには、基本的には、バイオプリンティング技術を用いたインジェクションによる手法⁴⁾などの0次元、ハイドロゲルファイバを用いた細胞包埋型構造体などの1次元⁵⁾、光硬化性樹脂内での細胞包埋型マイクロ構造体の積層化⁶⁾などの2次元細胞アセンブリ手法を駆使する必要がある(Fig. 2)。

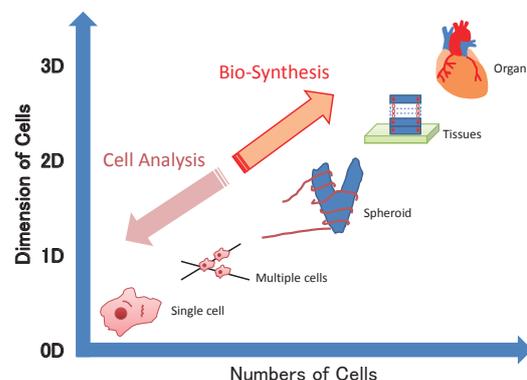


Fig. 1 Cell manipulation techniques for the directions on cell analysis and bio-synthesis depending on dimensions and numbers of cells.

本論文では、これまで行われてきた主な3次元アセンブリ手法について分類し、それらの問題点・課題について明らかにする。また、現在我々が行っているマイクロ・ナノマニピュレーション技術に基づいた細胞3次元アセンブリシステムの構築について述べる。

2. マイクロ・ナノマニピュレーション技術に基づいた3次元細胞アセンブリ手法の従来技術の分類

細胞は、生物が有する構造及び機能において最小の構成単位である。細胞のサイズは、数 μm ～数 mm まで多岐にわたっている。このような微小なサイズの対象を操作するために、マイクロ・ナノマニピュレーション技術を応用することが可能である。Table 1にこれまで行われて

1)名城大学理工学部 2)名古屋大学高等研究院 3)名古屋大学大学院工学研究科

1) Faculty of Science and Technology, Meijo University 2) Institute for Advanced Research, Nagoya University, 3) Graduate School of Engineering, Nagoya University

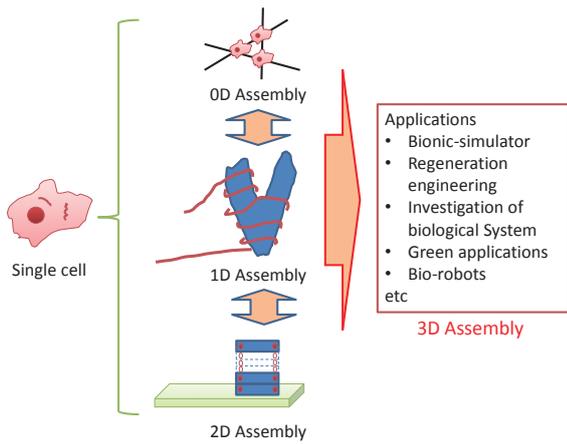


Fig. 2 Cell assembly techniques from 0D/ 1D/ 2D space for 3D cell assembly from single cells.

きたマイクロ・ナノマニピュレーション技術に基づいた細胞構造体の作製技術をまとめる。

0次元の細胞操作手法としては、光硬化性樹脂内に細胞を包埋する手法⁷⁾、インクジェット法により、3次元プリンタ技術を応用する手法⁸⁾、電気泳動法による手法^{6,9)}、重力などを利用したマイクロウェル内への細胞堆積による手法^{10,11,12)}、マイクロ流体を用いた手法¹³⁾、熱ゲルプローブを用いた操作による手法¹⁴⁾、磁気ビーズを用いた手法^{15,16)}、エレクトロデポジションにより局所的に細胞包埋型ハイドロゲルを作製する手法¹⁷⁾などが挙げられる。これらの手法の特徴としては、0次元で操作が可能のため、単一細胞を操作することが容易で、比較的高精度な構造体を得ることができるが、アセンブリの速度を向上させる手法が望まれている。1次元の細胞操作手法としては、マイクロ流体チップを用いた細胞包埋型ハイドロゲル構造体の作製手法⁵⁾、磁気操作に基づいた細胞包埋型ハイドロゲル構造体のアセンブリ手法¹⁸⁾、3次元細胞足場上への細胞包埋型ハイドロゲルの巻きつけによる細胞播種手法¹⁹⁾などが挙げられる。これらの手法の特徴としては、1次元の構造物は、比較的単純であり効率的に細胞構造体を得ることができるが、3次元化するためには細胞足場などの特殊なアセンブリ手法が必要となる。2次元の細胞操作手法としては、細胞を付着したマイクロプレートに折紙方式により3次元化する手法²⁰⁾、細胞を2次元紙に付着させ積層化する手法²¹⁾、2次元のマイクロ構造体中に細胞を包埋し、マイクロ流体チップにより3次元的にアセンブリする手法²²⁾、例えば感熱性ポリマを用いて細胞のみからなる細胞シートと呼ばれる細胞構造体を作製する手法^{23,24)}などがある。これらの手法の特徴としては、2次元の構造物を用いることで比較的容易に3次元化することができる一方で、任意の比較的大きな3次元構造体を得るためには複数の操作手法を組み合わせるなどの工夫が必要となる。

Table 1 Fabrication method of cell structure depending on the dimension of manipulation in 0D/ 1D/ 2D spaces

Dimension of manipulation	Fabrication method of cell structure	Major advantage	Major dis-advantage	Refs.
0D	Fabrication by Photo-fabrication	Arbitrary shape by photo-patterning	2-photon laser system for 3D arbitral fabrication	(7)
	Inkjet fabrication	Arbitrary shape by injection points	Difficulty on injection without medium	(4, 8)
	Cell patterning by Electrophoresis	Manipulation of multiple cells	Depending on the pattern of electrode	(6, 9)
	Cell aggregation by micro-well	Structure fabricated by only cells	Depending on the pattern of well	(10, 11, 12)
	Cell aggregation by micro-fluidic flow	Structure fabricated by only cells	Limitation on the 3D shape	(13)
	Thermal gel probe manipulation	Gentle manipulation by thermal gel	Limitation of 3D manipulation	(14)
	Magnetic gel particle manipulation	Batch fabrication by magnetic field	Depending on the pattern of magnetic field	(15, 16)
1D	Electro-deposition for fabrication of cell structures	Local fabrication of gel-cell structures	Depending on the pattern of electrode	(17)
	Cell encapsulated Hydro-gel fiber by microfluidic chip	Continuous fabrication of gel fibers embedding cells	Difficulty on direct 3D fabrication	(5)
	Magnetic manipulation of hydro-gel fiber	Control of arbitral manipulation by magnetic force	Difficulty in arbitral 3D fabrication	(18)
2D	Reeling hydro-gel fiber system	Continuous reeling of cell encapsulated hydro-gel fibers on 3D scaffold	Limitation of fabricated shape depending on scaffold	(19)
	Cell attached micro-plate fabricated by Origami method	3D structure holding by micro-plate	Limitation on the 3D shape	(20)
	Cell attached paper fabricated by stacking process	3D structure holding by paper	Limitation on the 3D shape	(21)
	Self-assembly of cell embedded microstructures by microfluidic chip	Contentious fabrication of microstructures inside microfluidic chip	Difficulty on large scale fabrication	(22)
	Cell sheet fabricated by temperature response hydro-gel	Structure fabricated by only cells	Difficulty on arbitral 3D cell structure	(23, 24)

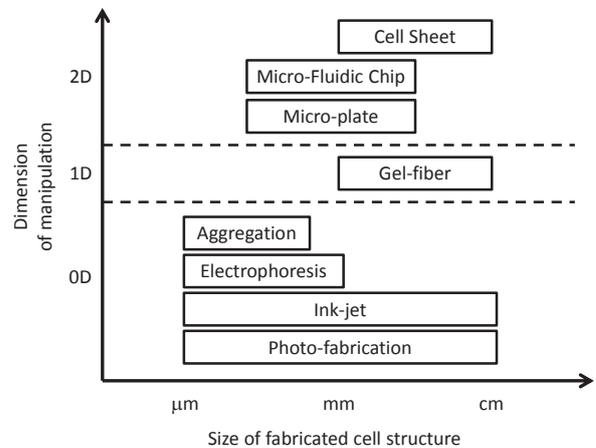


Fig. 3 Size of fabricated cell structure by different fabrication method in 0D/ 1D/ 2D space as shown in Table 1.

Fig. 3 にこれらの手法の中から代表的な操作手法を選び、操作対象となる細胞構造体のサイズに対する操作可能な領域を図示する。本図に示すように、対象となる次元及びサイズの細胞構造体に応じた手法を選択する必要がある。一方で、細胞には栄養分、排出物、酸素などの循環を行うシステムと共に構築するための新たなアセンブリ手法が望まれている。

3. マイクロ・ナノマニピュレーション技術に基づいた3次元細胞アセンブリに関する研究

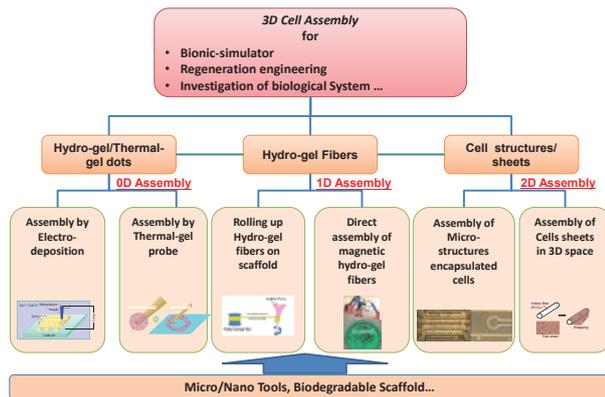


Fig. 4 3D cell assembly techniques based on Micro/nano manipulation system in our group.

細胞は、複数種類の細胞が集合体を形成し、機能を発現することで組織となる。さらに組織が集合することにより器官または臓器となる。3次元の組織構造を作製するに当たり、特に、細胞組織への酸素や栄養分の供給と老廃物の除去に必要な血管構造を構築する必要がある。一般的に、作製する組織の厚みが200~300 μm以上になってしまうと組織の内部に酸素が行き渡らなくなってしまい、組織中央部の細胞が壊死してしまうことが知られている⁹⁾。このため、3次元組織の構築には血管網の構築が必要不可欠となる。作製した組織内部に血管内皮細胞を播種し毛細血管網を構築する技術などが研究されてきている²⁵⁾ものの、心臓や肝臓といった大規模な3次元組織を構築するためには、毛細血管網に繋がるより径の大きな血管を3次元的に構築する必要がある。しかし直径6 mm以上の中・大口径の血管は、人工血管技術が臨床応用などされている一方、毛細血管とそれらの血管をつなぐための小口径血管では臨床応用は容易ではない。そこで我々は、Fig. 4に示すように、毛細血管網に繋がる小口径血管の血管構造の作製を中心として、いくつかの細胞アセンブリ手法を考案している。以下にそれぞれについて、詳細を述べる。

3.1 熱ゲルを利用したプローブ型操作技術による細胞操作

対象となる細胞へダメージを低減するために、熱ゲルを用いたソフト把持プローブ(Thermoresponsive Gel Probe, GeT probe)を考案した¹⁴⁾。マイクロピペットの内部に熱線を設置し、プローブの先端部だけにジュール熱を発生させ、感熱応答性ポリマをゾル-ゲル相変化させる。この熱ゲル中に細胞を包み込むことにより、把持を可能とする。また、加熱を停止することで、容易に感熱応答性ポリマを再びゲルからゾルへ変化させ、把持した対象物を容易に放すことが可能である。

3.2 磁気操作可能な細胞包埋ハイドロゲルを用いた3次元細胞構造体のアセンブリ

磁気ビーズを埋め込んだ、細胞包埋型のハイドロゲルファイバを、磁気プローブにより操作して細胞構造体をえるための技術を構築している¹⁸⁾。磁気力は非接触であるため、細胞やハイドロゲルファイバに対するダメージを生じずに操作することが可能である。磁場を有する環境中の特定の箇所に接着させることで、3次元の構造体を作製することが可能である。

3.3 細胞包埋型マイクロ構造体のマイクロ流体チップ内での自己組織化アセンブリ

光硬化性の樹脂中に細胞を包埋した細胞包埋型マイクロ構造体を作製し、マイクロ流体チップを用いることで自己組織的にアセンブリするためのシステムを構築している²¹⁾。細胞包埋型マイクロ構造体は、照射する光のパターンをマスクにより制御することで、任意の形状の構造体を得ることができる。マイクロ流体力を用いることで、マイクロチャンネル内での流れを利用して回転し、特定の位置に吸着することで、複数の細胞包埋型マイクロ構造体を自己組織的に組み立てることが可能である。

3.4 ハイドロゲルファイバ巻き取り式細胞播種システム

小口径血管をアセンブリするために、生分解性の3次元血管構造細胞足場²⁶⁾上にハイドロゲルファイバを巻き付け、ハイドロゲルファイバ巻き取り式細胞播種システム(Reeling Fiber System, RFS)を構築している¹⁹⁾。多自由度のロボットアーム型のローテータを用いることで、複雑な形状を有した細胞足場に対して細胞をアセンブリすることが可能である。また、順次、複数種類のハイドロゲルファイバを多層状に細胞足場へと巻き付けていくことで多層構造体を作製することが可能である。

4. 結論

本稿ではマイクロ・ナノマニピュレーション技術に基づいた細胞構造体の作製技術について述べた。従来研究を、操作対象の次元の観点から、0次元、1次元、2次元の細胞構造体を作製・操作することにより、3次元の細胞構造体を得るための手法について分類を行った。また大規模な3次元細胞組織を構築する際に必要となる小口径血管を作製する技術を中心として、我々がやっている、①熱ゲルを利用したプローブ型操作技術による細胞操作、②磁気操作可能な細胞包埋ハイドロゲルを用いた3次元細胞構造体のアセンブリ、③細胞包埋型マイクロ構造体のマイクロ流体チップ内での自己組織化アセンブリ

リ, ④ハイドロゲルファイバ巻き取り式細胞播種システムについて述べた。

本手法で作製した人工小口径血管は, 毛細血管網を含んだ3次元細胞組織に移植することで, 将来的には, 再生医療やシミュレータ・生体システムの解明など様々な技術への応用が期待できる。

謝辞

本研究の一部は, 文部科学省科学研究費特定領域「超高速バイオアセンブラ」(23106006)の補助を受けて行われたものである。

参考文献

- 1) T. Fukuda, F. Arai, M. Nakajima: Micro-Nanorobotic Manipulation Systems and their Applications, Springer, 2013.
- 2) J. A. Thomson, J. Itskovitz-Eldor, S. S. Shapiro, M. A. Waknitz, J. J. Swiergiel, V. S. Marshall, J. M. Jones: Embryonic stem cell lines derived from human blastocysts. *Science*, Vol. 282, pp. 1145-1147, 1998.
- 3) K. Takahashi, S. Yamanaka: Induction of Pluripotent Stem Cells from Mouse Embryonic and Adult Fibroblast Cultures by Defined Factors, *Cell*, Vol. 126, pp. 663-676, 2006.
- 4) Y. Nishiyama, M. Nakamura, C. Henmi, K. Yamaguchi, S. Mochizuki, H. Nakagawa, K. Takiura, Construction of cell supporting structures using hydrogel and state-of-the-art inkjet technology, *J Biomed Eng.*, Vol. 131, 035001, 2009.
- 5) M. Yamada, S. Sugaya, Y. Naganuma, M. Seki: Microfluidic Synthesis of Chemically and Physically Anisotropic Hydrogel Microfibers for Guided Cell Growth and Networking, *Soft Matter*, Vol. 8, pp. 3122-3130, 2012.
- 6) T. Yue, M. Nakajima, H. Tajima, T. Fukuda: Fabrication of microstructures embedding controllable particles inside dielectrophoretic microfluidic devices, *International Journal of Advanced Robotic Systems*, Vol. 10, 132-9 pages, 2013.
- 7) V. Chan, P. Zorlutuna, J. Hyun Jeong, H. Kong and R. Bashir, Three-dimensional photopatterning of hydrogels using stereolithography for long-term cell encapsulation, *Lab. on Chip*, Vol. 10, pp. 2062-2070, 2010
- 8) V. Mironov, R. P. Visconti, V. Kasyanov, G. Forgacs, C. J. Drake, R. R. Markwald: Organ printing: Tissue spheroids as building block, *Biomaterials*, Vol. 30, 2164-2174, 2009
- 9) T. Yasukawa, J. Yamada, H. Shiku, F. Mizutani, T. Matsue: Positioning of cells flowing in a fluidic channel by negative dielectrophoresis, *Sens., Actuator. B*, Vol. 186, pp. 9-16, 2013.
- 10) Y. T. Matsunaga, Y. Morimoto, and S. Takeuchi: Molding Cell Beads for Rapid Construction of Macroscopic 3D Tissue Architecture, *Adv. Mater.*, Vol. 23, H90-H94, 2011.
- 11) C. L. Randall, Y. V. Kalinin, M. Jamal, T. Manohara and D. H. Gracias: Three-dimensional microwell arrays for cell culture, *Lab. Chip*, 11, 127-131, 2011.
- 12) T. Masuda, N. Takei, T. Nakano, T. Anada, O. Suzuki and F. Arai: A microfabricated platform to form three-dimensional toroidal multicellular aggregate, *Biomed Microdevices*, Vol.14, pp. 1085-1093, 2011
- 13) H. Ota, N. Miki: Microfluidic experimental platform for producing size-controlled three-dimensional spheroids, *Sensors and Actuators A*, Vol. 169, pp. 266-273, 2011
- 14) M. Takeuchi, M. Nakajima, M. Kojima, T. Fukuda, Handling of Micro Objects using Phase Transition of Thermoresponsive Polymer, *Journal of Micro-Bio Robotics*, Vol. 8, Issue 2, pp.53-64, 2013
- 15) F. Xu, C. M. Wu, V. Rengarajan, T. D. Finley, H. O. Keles, Y. Sung, B. Li, U. A. Gurkan, and U. Demirci: Three-Dimensional Magnetic Assembly of Microscale, Hydrogels, *Adv. Mater.* Vol. 23, pp. 4254-4260, 2011.
- 16) C. Hu, C. Tercero, S. Ikeda, M. Nakajima, H. Tajima, Y. Shen, T. Fukuda, F. Arai: Biodegradable Porous Sheet-like Scaffolds for Soft-Tissue Engineering using a Combined Particulate Leaching of Salt Particles and Magnetic Sugar Particles, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, Vol. 116, pp. 126-131, 2013
- 17) Y. Cheng, X. Luo, C.-Yu Tsao, H. C. Wu, J. Betz, Gregory F. Payne William E. Bentleybc and G. W. Rubloff: Biocompatible multi-address 3D cell assembly in microfluidic devices using spatially programmable gel formation, *Lab Chip*, Vol. 11, pp. 2316-2318, 2011.
- 18) C. Hu, M. Nakajima, M. Takeuchi, M. Seki, Q. Huang, and T. Fukuda: On-chip Fabrication of Magnetic Alginate Hydrogel Microfibers by Multi-Layered Pneumatic Microvalves *Microfluidics and Nanofluidics*, *Microfluidics and Nanofluidics (Accepted)*
- 19) 武井菜月, 中島正博, 田島寛隆, 福田敏男: ハイドロゲルファイバの巻き取りによる小口径血管アセンブリ, 日本ロボット学会第30回学術講演会, AC3E2-1, 2012.
- 20) K. Kuribayashi-Shigetomi, H. Onoe, S. Takeuchi: Cell Origami: Self-Folding of Three-Dimensional Cell-Laden Microstructures Driven by Cell Traction Force, *PLOS ONE*, Vol. 7, e51085, 2012
- 21) R. Derda, A. Laromaine, A. Mammoto, S. K. Y. Tang, T. Mammoto, D. E. Ingber and G. M. Whitesides: Paper-supported 3D cell culture for tissue-based bioassays, *Proc. of Nat. Acad Sci.*, 106, pp. 18457-18462, 2009.
- 22) T. Yue, M. Nakajima, M. Takeuchi, Q. Huang, and T. Fukuda: On-chip Self-assembly of Cell Embedded Microstructures to Vascular-like Microtubes, *Lab. Chip*, (Accepted).
- 23) T. Sasagawa, T. Shimizu, S. Sekiya, Y. Haraguchi, M. Yamato, Y. Sawa, T. Okano, Design of prevascularized three-dimensional cell-dense tissues using a cell sheet stacking manipulation technology, *Biomaterials.*, Vol. 31, pp. 1646-1654, 2010.
- 24) Y. Haraguchi, T. Shimizu, T. Sasagawa, H. Sekine, K. Sakaguchi, T. Kikuchi, W. Sekine, S. Sekiya, M. Yamato, M. Umezu, and T. Okano, Fabrication of functional three-dimensional tissues by stacking cell sheets in vitro, *Nature Protocols*, Vol. 7, pp. 850-858, 2012
- 25) T. Takebe, K. Sekine, M. Enomura, H. Koike, M. Kimura, T. Ogaeri, R. R. Zhang, Y. Ueno, Y. W. Zheng, N. Koike, S. Aoyama, Y. Adachi, and H. Taniguchi: Vascularized and functional human liver from an iPSC-derived organ bud transplant, *Nature*, Vol. 499, pp. 481-484, 2013.
- 26) T. Uchida, S. Ikeda, H. Oura, M. Tada, T. Nakano, T. Fukuda, T. Matsuda, M. Negoro, F. Arai: *Journal of Biotechnology*, Vol. 133, pp. 213-218, 2008.

(原稿受理日 平成25年10月3日)

把持機構を有する磁気駆動オンチップロボットによる卵細胞の除核

市川 明彦¹⁾ 佐久間 臣耶²⁾ 新井 史人³⁾ 赤木 悟史⁴⁾

Enucleation of Oocyte by On-chip robot driven by magnet with gripping mechanism

Akihiko ICHIKAWA¹⁾, Shinya SAKUMA²⁾, Fumihito ARAI³⁾, Satoshi AKAGI⁴⁾

Abstract

We developed a highly-functional untethered on-chip robot for cell handling and micro-knife made by Si to cut zona pellucida of oocyte. The on-chip robot has a gripping mechanism which can grasp a cell or micro-object with sufficient power. The position and handling force of the robot are controlled independently by the magnetic force. The permanent magnets and electrical magnet are assembled together, and they are put under the microfluidic chip. The micro-knife had made by grayscale lithography technique. We demonstrated a cutting of zona pellucida and pushing out a part of cytoplasm of bovine oocyte.

1. はじめに

近年、バイオ研究分野、特にクローニング等の細胞操作が必要な分野において、細胞単体を顕微鏡観察下にて高精度でハンドリングを行う技術が求められている。オンチップマイクロロボットは、手動操作に比べ、高精度な繰り返し操作を実現している[1]-[3]。マイクロロボットの駆動力として、磁力による操作は強い力で非接触操作が可能であり、また、低コストでシステム作成が可能である。それ故、磁気により駆動するマイクロロボットの研究が盛んに行われている[4-11]。

従来、我々は磁気により駆動する Magnetically-driven Micro-Tool(MMT)による細胞ローディング、ソーティング、そしてバルブやドロップレット発生をマイクロ流体チップ中で実現する研究を行ってきた[12-14]。これら操作はマイクロ流体チップ外部からの磁場制御によって行われていたが、磁場の on-off を行うのみであった。このような磁場の制御を精密に行うためにヘルムホルツコイルにより、高精度にマイクロロボットの3次元位置制御を行う研究が進められている[15]が、電磁石による磁場では十分な操作力を発生させることは難しく、例えば直径100ミクロンのウシ卵子の操作は困難である。そこで、我々は、永久磁石の強い磁場に着目し、永久磁石をステージ操作によって駆動させることで、電磁石での操作に比べ10倍の力で MMT を駆動させることに成功した[16]。現在では最小移動精度 1.1 μm 、応答速度 0.02 sec の制御を実現している[17][18]。

この MMT を2本協調作業させること、細胞のハンドリング、回転、位置決め操作が可能である。しかしながら、2本の MMT が必要となるため、より複雑な操作、例えば、透明帯付きの卵子を固定し除核するような操作は困難である。そのため、細胞を単一の MMT にて固定する技術が求められて

いる。これに対し、細胞を吸引して固定するための吸引機構付きマイクロロボットについて研究を行った[19-21]。この吸引機構付きマイクロロボットは、厚膜レジストにより中空構造を持つよう作成され、その構造体に高分子で作成した薄膜を貼り付け、さらに永久磁石を薄膜に取り付け、その磁石をツールの下部から電磁石により操作することで、吸引を吐出の機能を MMT に組み入れることを実現した。これにより、ウシ卵子を1本の MMT にて操作することを実現した。

しかしながら、この機構は卵子のようなある程度柔軟な細胞に対して操作を行うことは可能であるが、例えば硬い細胞や柔らかすぎる細胞を操作した場合、細胞が固定されない、あるいは細胞を吸引しきってしまう問題が生じた。

本研究では、これら問題を解決するために、把持機構を有する非接触磁気駆動オンチップロボットを提案する。このロボットは、先端で細胞を挟み込むため、硬い細胞であっても細胞の操作が可能である。また、細胞が柔軟である場合も、保持力を制御することで操作が可能になる。ロボットの下部に設置した電磁石により磁力を制御することで、ロボット中央部の永久磁石を操作し、先端部の開閉が可能となる。このロボットを用いて、クローニングのための除核作業を行う。

また、このロボットを用いて除核を行うために、先端が鋭利でかつマイクロ流体チップに設置可能なマイクロナイフを提案する。従来、卵子の穿刺にはガラス管を熱により伸長したガラスニードルを用いている。しかしながら、ニードルにより透明帯を切開するには、卵子の透明帯にニードルを穿刺した後に、ニードルの側面を何かしに当て透明帯を切開する必要がある、操作が煩雑となる。先鋭なマイクロナイフを用いることで、透明帯への穿刺から切開までを卵子を固定したままで行うことが可能である。

本稿では、把持機構を有するロボットの特性評価、およびマイクロナイフの設計、作製方法、および、両者を用いた卵子の切開操作について報告する。

1)名城大学 メカトロニクス工学科

2)大阪大学 機械工学科

3)名古屋大学 マイクロナノシステム工学科

4)畜産草地研究所

1) Dept. of Mechatronics Engineering, Meijo University

2) Dept. of Mechanical Engineering, Osaka University

3) Dept. of Micro-nano systems engineering, Nagoya University

4) Animal Breeding and Reproduction Research Division, NILGS

2. 卵子除核作業

オンチップロボットとマイクロナイフを用いた除核の概要を Fig.1 に示す。図は、マイクロ流体チップ内部のものである。オンチップロボットは、梁構造の中心に永久磁石を横置きに設置しており、ロボット下部の電磁石から発せられる磁場により、この永久磁石がスライドすることで先端部分のグリップングが可能となる。また、ロボットに取り付けた4個の磁石が、ロボット下部の4個の磁石に吸引されて動くことで、平面を2自由度で駆動することが可能である。マイクロナイフは流体チップの底面に固定されている。

卵子は透明帯付きのウシ卵子を用いる。ウシ卵子の直径は約 150 μm で、透明帯の厚みは約 20 μm である。ウシ卵子の除核を行う際には、極体が発生している卵子を用いる必要がある。この極体に核が隣接している。そこで、除核のためには、透明帯の切除後に、極体および周辺の細胞質を透明帯外に押し出す必要がある。これにより、除核が実現する。Fig.2 にこの工程をオンチップロボット及びマイクロナイフで実現するプロセスを示す。オンチップロボットにより卵子を把持し、その後マイクロナイフ先端に近づけ透明帯を切除する。従来の除核の手法は、ガラスニードルとガラスピペットを用

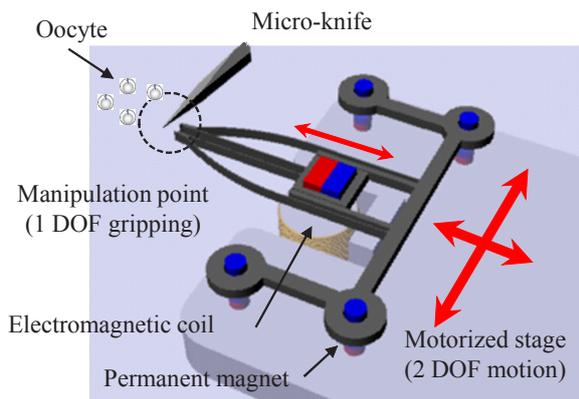


Fig.1 Concept of the enucleation by using on-chip robot and micro-knife.

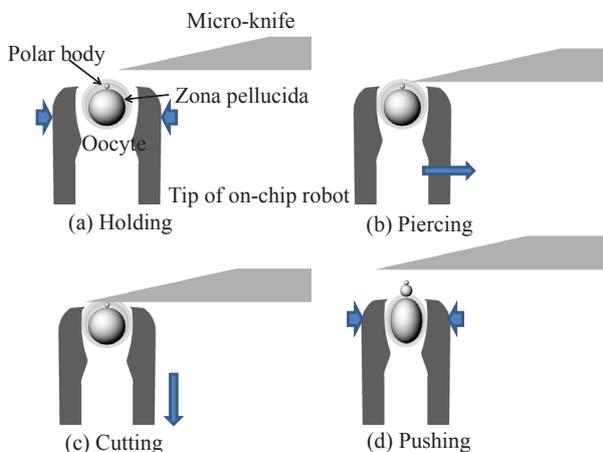


Fig.2 Eenucleation process by using on-chip robot and micro-knife. This method reduces the process of the enucleation.

いており、透明帯にガラスニードルを穿刺した後に、ガラスピペットの壁面にニードルを押し付けることで透明帯を切除する。その後、切除面が顕微鏡で観察できるような子を回転し、極体と周辺細胞質が切除面から押し出されるよう調整する。本手法は、細胞を切除した後に、卵子を把持したまま卵子に力を加えて細胞質を押し出すことにより、卵子を再度回転する必要がなく、従来手法に比べ工程が短縮されている。

3. オンチップロボット及びマイクロナイフ作製

3.1 オンチップロボット製作

オンチップロボットの素材としてシリコンを用いる。オンチップロボットは、マイクロ流体チップ内部で駆動することができるように薄型に作製する必要がある。また、駆動機構をミクロンオーダーの精度で加工する必要がある。また、細胞を操作するため、細胞への害が無いように生体適合性材料を用いる。以上の理由から、素材としてシリコンを用いる。シリコンをMEMSプロセスにより加工することで、大面積の高精度加工が可能である。

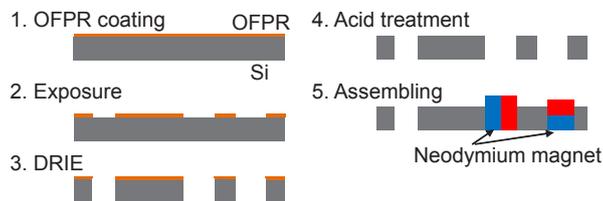
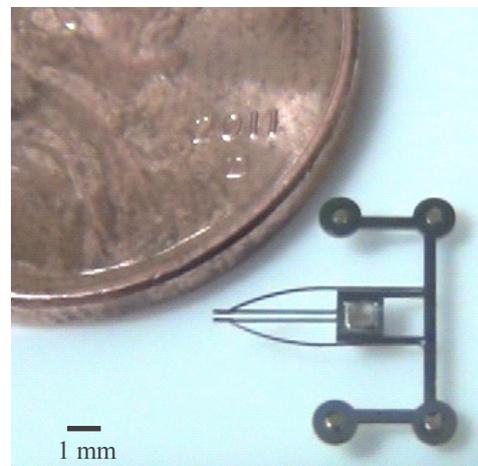
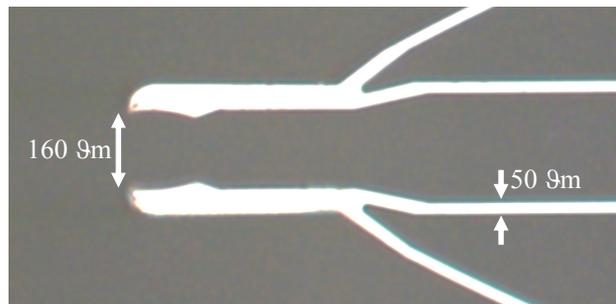


Fig.3 Fabrication process of on-chip robot.



(a) On-chip robot which was assembled neodymium magnets.



(b) Microscopic image of tip of the on-chip robot. Fig.4 Over view and microscopic image of fabricated on-chip robot.

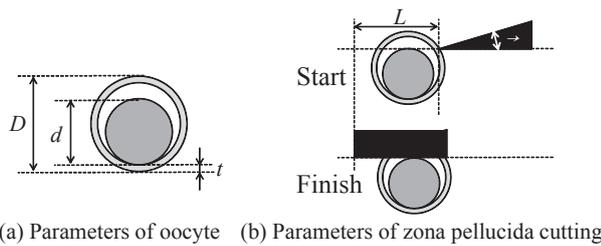


Fig.4 Parameters for design of the micro-knife. D is diameter of the zona pellucida, d is diameter of cytoplasm, and t is thickness of the zona pellucida. We measured bovine oocytes, and D is about 150 μm, d is from 80 μm to 110 μm, and t is 20 μm.

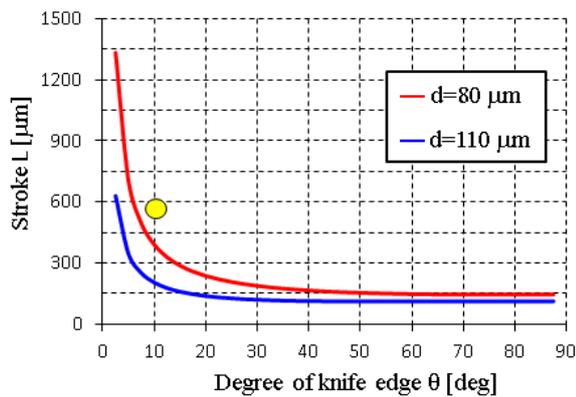


Fig.5 Relationship between degree of knife edge and stroke. From this graph, we decided θ is 10 deg.

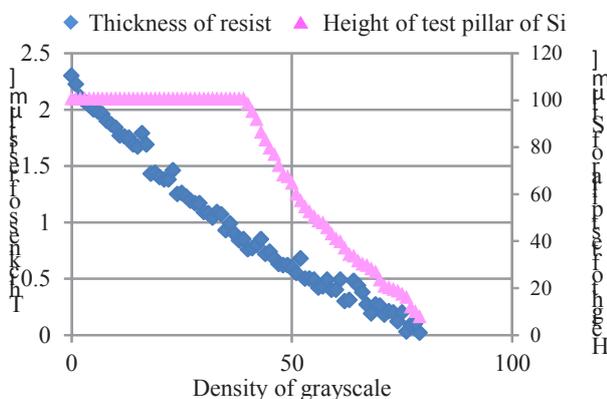


Fig.6 Gray-scale calibration data.

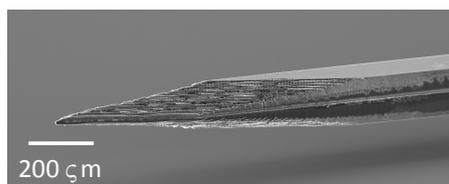


Fig.7 SEM image of fabricated micro-knife.

ツール作製方法を Fig. 3 に、作製したツールを Fig. 4 に示す。シリコンへレジスト OFPR-800(200cp, 東京応化工業)を塗布し、露光することで、マイクロハンドのパターンをレジストでシリコン上部に作製する。次に、Deep Reactive-Ion

Etching(D-RIE)によりウェハをパターン通りに掘削する。ツールを洗浄し、最後に作製したツールにネオジウム磁石を取り付ける。ウェハは厚み 200 μm の物を使用しているため、マイクロハンドの厚みも 200 μm となる。これは、マイクロ流体チップ内部での作業は十分に可能な薄さである。駆動機構の梁の幅は 50 μm である。使用した永久磁石は、オンチップロボット中心のものは 1.0 mm × 1.0 mm × 1.0 mm のネオジウム磁石を、駆動用には φ 0.5 mm × 0.5 mm の円柱ネオジウム磁石を用いた。オンチップロボットの位置決め精度は、底面のガラス面の状態によるが、最小で約 5 μm、最大で約 20 μm であった。また、把持機構部分の精度は約 3 μm である。対象を把持と同時にオンチップロボットそのものを駆動させることで、対象を把持したまま操作が可能となる。把持機構の先端形状については、実験的に形状を定め、透明帯付き卵子の大きさが約 150 μm であるため、間隙を 160 μm にし、また、透明帯切断時に卵子が把持機構から抜けられないよう先端部分に突起を作成した。

3.2 マイクロナイフ製作

クローニングのための卵子切開において、細胞質の膜を破損しないことが重要となる。マイクロナイフは、透明帯のみを切開し、細胞質部分へ傷を付けないよう透明帯を切開する。Fig.4 に示すように、卵子の透明帯と細胞質に隙間がある部分をマイクロナイフに近づけ、卵子を把持して動かし、透明帯のみを切断する。この手法を用いるにあたって、マイクロナイフの設計では、卵子のパラメータを考慮してマイクロナイフの設計値を決定した。マイクロナイフに必要な刃のストローク L と先端の角度 θ の関係は式(1)で表され、δ は式(2)で定義する。

$$L = \begin{cases} \frac{D}{2\theta} + \frac{\delta}{2\cos\theta} - \frac{\delta}{2\sin\theta\cos\theta} + \frac{\sqrt{D^2 - \delta^2}}{2} & (L \leq \sqrt{D^2 - \delta^2}) \\ \frac{\sqrt{D^2 - \delta^2}}{2} & (L > \sqrt{D^2 - \delta^2}) \end{cases}$$

$$\delta = 2d + 2t - D \tag{2}$$

Fig.5 に(1)式をグラフ化したものを示す。卵子の各パラメータは、卵子を画像により計測し、卵子の直径は D=150 μm、透明帯の厚さは t=20 μm とした。ストローク L は短いほどよいが、θ が大きいほどナイフの切れ味が悪くなる。そこで、Fig.5 より、細胞質が小さいものの場合を考慮し、先端の角度 θ=10 deg、ストローク L=550 μm とした。

マイクロナイフを作製する手法には、大量生産性があり、任意の形状を作製できるという理由でグレースケールリソグラフィーを用いる。作製にあたり、まずグレースケールリソグラフィーのキャリブレーションを行った。その結果、OFPR-800 を 7000 rpm、30 sec でスピコートし、90℃で 30 min プリベークする、という膜厚条件で、露光装置 μ-PG 101(UV_N, Heidelberg Co., LTD)の出力が 2 mW、デューティ比 70%、h 線フィルター-OFF という露光条件で、現像時間は 2 min が適当であるという条件を出した。その条件を利用し、レジストを露光、現像した Si 基板を、DRIE 加工で 100 μm 程度削った結果を Fig. 6 に示す。ここでグレー度は光量を割り振ったものであり、まったく露光されない部分がグレー度 0 で、最も露光が強い部分がグレー度 255 である。Fig. 6 から、DRIE による Si とレジストの選択比が 120:1 程度であることが確認できる。これによって、グレー度が 0 から 40 の部分のレジストはエッチング後も残っており、Si が削られないので、グレー度 40 前後から 75 を用いて、厚さ 200 μm

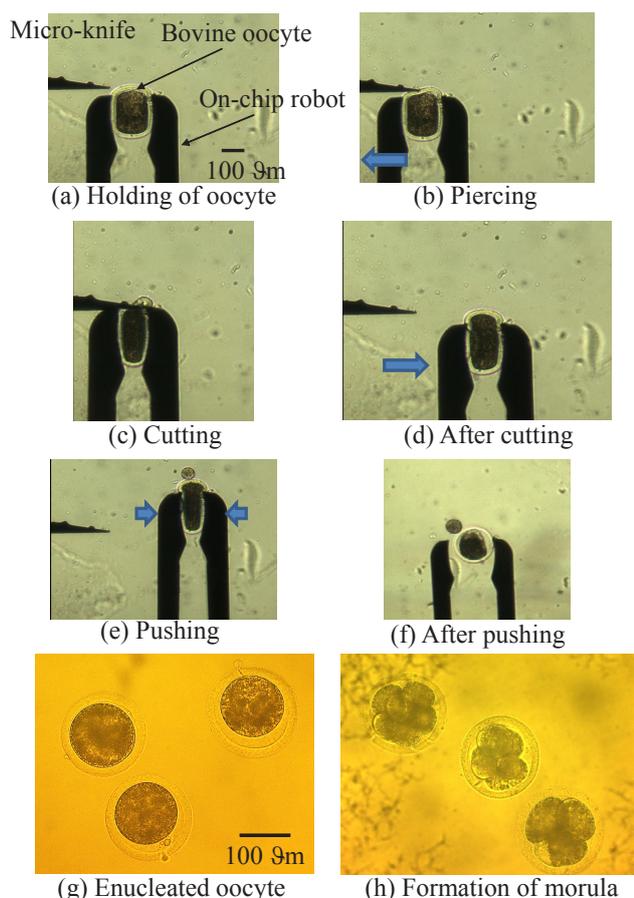


Fig.8 Result of enucleation and growth test of bovine oocyte. We succeeded in enucleation of three oocytes. These oocytes were grown to morula.

のSi基板を両側から100 μmのDRIE加工を行うことでニードル部分にテーパをつけて削り、作製した。作製したマイクロナイフのSEM画像をFig.7に示す。

4. ウシ卵子の透明帯切開実験

作製したオンチップロボット並びにマイクロナイフを用いて、ウシ卵子の透明帯切除と細胞質の押し出し実験を行った(Fig.8)。ウシ卵子は、ウシ卵巣から取得して48時間培養した。その後、卵丘細胞を除去した。培地にはウシ血清入り培地(FBS, Sigma-aldrich CO., LTD)を用いた。

ウシ卵子を投入し、オンチップロボットにより把持する。(Fig.8(a))ウシ卵子を把持し、透明帯と細胞質間に隙間がある部分にマイクロナイフ先端を穿刺する。(Fig.8(b))さらにオンチップロボットをマイクロナイフ方向に移動し、透明帯を切開する。(Fig.8(c))切開した状態から、把持機構を更に駆動させて、切開した透明帯部分から細胞質を押し出す(Fig.8(d))。この際に、押し出された細胞質が球形になっていることが顕微鏡画像から分かる。これにより、細胞質表面の細胞膜への破損が無いことが分かる。以上の実験より、作製したオンチップロボット並びにマイクロナイフにより、細胞膜の破損が無く細胞質の一部除去に成功した。

この手法を用いて、畜産草地研究所にてウシ卵子の除核実験を行った。3個の卵子を行い、3個の卵子の除核に成功した。除核された卵子をFig.8(g)に示す。この卵子に繊維芽

細胞を移植して融合し、その後約100時間培養することで桑実胚にまで成長した(Fig.8(h))。以上の結果より、本手法の有効性を確認した。

5. 結言

本研究では、把持機構を有するオンチップロボットとマイクロナイフを用いて卵子のオンチップ除核動作を実現した。オンチップロボットは、永久磁石と梁構造を用いて先端部分の閉開制御を実現した。マイクロナイフは透明帯切開のためのパラメータ設定ならびに作製手法を確立した。両者を用い、卵子の透明帯切除並びに細胞質の押し出しに成功した。今後の課題として、透明帯切開量の制御並びに、押し出す細胞質の制御を行う。

謝辞

本研究は JST-SENTAN ならびに名古屋グローバル COE の助成を得て行われた。

文献

[1] J. Castillo, M. Dimaki and W. E. Svendsen, *Integr. Biol.*, 1, 30-42, 2009.
 [2] J. P. Desai, A. Pillarisetti and A. D. Brooks, *Annu. Rev. Biomed. Eng.*, 9, 35-53, 2007.
 [3] W. S. N. Trimmer, *Sens. Actuators*, 19, 267-287, 1988.
 [4] M. Gauthier, and E. Piat, *Journal of Micromechatronics*, 2, 87-119, 2004.
 [5] G. A. Mensing, T. M. Pearce, M. D. Graham, and D. J. Beebe, *Phil. Trans. R. Soc. London, Ser. A*, 362, 1059-1068, 2004.
 [6] J. Atencia, and D. J. Beebe, *Lab on a Chip*, 4, 598-602, 2004.
 [7] M. Roper, R. Dreyfus, J. Baudry, M. Fermigier, J. Bibette, and H. A. Stone, *Journal of Fluid Mechanics*, 554, 167-190, 2006.
 [8] J. J. Abbott, K. E. Peyer, M. C. Lagomarsino, L. Zhang, L. Dong, I. K. Kaliakatsos and B. J. Nelson, *Int. J. Rob. Res.*, 28, 1434-1447, 2009.
 [9] A.-L. Gassner, M. Abonnenc, H.-X. Chen, J. Morandini, J. Josserand, J. S. Rossier, J.-M. Busnel and H. H. Girault, *Lab Chip*, 9, 2356-2363, 2009.
 [10] L. Gao, N. J. Gottron, L. N. Virgin and B. B. Yellen, *Lab on a Chip*, 10, 2108-2114, 2010.
 [11] L. Zhang, K. E. Peyer and B. J. Nelson, *Lab Chip*, 10, 2203-2216, 2010.
 [12] Y. Yamanishi, L. Feng and F. Arai, *Advanced Robotics*, 24, 2005-2018, 2010.
 [13] Y. Yamanishi, S. Sakuma, Y. Kihara and F. Arai, *J. Microelectromech. Syst.*, 19, 350-356, 2010.
 [14] Y. Yamanishi, S. Sakuma, K. Onda, F. Arai, *Biomed Microdevices*, 12, 745-752, 2010.
 [15] C. Pawashe, S. Floyd, and M. Sitti, *International Journal of Robotics Research*, 28, 1077-1095, 2009.
 [16] N. Inomata, T. Mizunuma, Y. Yamanishi and F. Arai, *J. Microelectromech. Syst.*, 20, 383-388, 2010.
 [17] M. Hagiwara, et al., *APL*, 97, 013701, 2010.
 [18] M. Hagiwara, et al., *Lab on a Chip*, 12, 2049-2054, 2011.
 [19] A. Ichikawa, F. Arai, *The 15th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ-TAS2011)*, 1131-1133, 2011.
 [20] A. Ichikawa, F. Arai, *International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science*, 38-40, 2011.
 [21] A. Ichikawa, F. Arai, *Proc. of the 25th IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems Technical Digest (MEMS2012)*, 1081-1084, 2012.

(原稿受理日 平成25年10月3日)

ロボット用ミドルウェアを用いたロボットシステム開発

大原 賢一¹⁾

Robot System Development with RT Middleware

Kenichi Ohara¹⁾

Abstract

To solve the reusability of robot control software, middleware platforms for robot have been developed. The robot middleware has possibilities to decrease working time for robot system programming. RT middleware, which is one of the major middleware platforms, is focused in this paper. To show the activities for RT middleware-based robot system development, several approaches based on RT middleware, which include service robot systems and intelligent home automation system, are introduced.

1. はじめに

ロボットシステムは、センサ、アクチュエータなど、様々な要素から構成される。これらの要素を用いて、所望の機能を実現するためには、アクチュエータの制御、センサ情報の取得、センサ情報の処理、システム全体として統括など、様々なソフトウェアが必要となる。ロボットシステムは実世界とのインタラクションを行うため、アームや、グリッパー、移動台車などのハードウェアの存在は無視することができず、これらのハードウェアが個々の仕様を有していることから、それぞれのロボット向けに開発されたソフトウェアの再利用は困難である。ロボットを研究開発レベルから実用化レベルにシフトさせ、製品を創出していくためには、ハードウェアのコストダウンはだけでなく、ソフトウェア開発の工数削減も合わせて重要な課題といえる。

この課題に対し、ソフトウェアの再利用性を高めることを目的として、ロボット用ミドルウェアの開発が行われてきている。特にこれらのミドルウェアはオープンソースソフトウェアとして提供されていることが多く、広く研究開発に利用されるようになってきている。

WillowGrageにより開発されてきたROS[1]は現在世界で幅広く利用されているロボット用ミドルウェアの1つである。国内においてもロボット用ミドルウェアの開発は行われており、産業用ロボットを対象としたORiN[2]が策定されている。また、ロボットによるサービス実現

に向けた基盤プラットフォームとして、ロボットサービスイニシアチブ(RSi)により、RSNPが提案されている[3]。これらに加えて、産業技術総合研究所を中心として、RTミドルウェアの開発が進められてきている[4][5]。

RTミドルウェアはオープンソースソフトウェアであり、ロボットを構成するハードウェアレベルの制御から、ロボットシステム全体の制御まで、幅広いレベルで利用できるミドルウェアである。開発支援ツールも多く開発されており、ロボットシステム開発者によるRTミドルウェアの導入を手助けしている。

本稿では、ロボットシステム開発における再利用性向上を目的として開発されているRTミドルウェアに注目し、その概要を示す。また、RTミドルウェアを適用したシステムとして、著者がこれまで開発に携わったロボットシステムについて紹介する。

2. RTミドルウェア

RTミドルウェアはロボットシステムを構成するソフトウェアの再利用性の向上を目的として、産業技術総合研究所を中心として開発が進められているロボット用ミドルウェアである。2002年から開発が行われ、2004年からソフトウェアの国際標準化団体であるOMG(Object Management Group)において、RTミドルウェア上で動作するソフトウェア部品であるRTコンポーネント(RTC)の標準仕様の策定が行われ、2006年にRT Component Specificationとして採択され、国際標準仕様となった。こ

1) メカトロニクス工学科

1) Department of Mechatronics Engineering

の仕様に基づいた RT コンポーネントが動作する環境として、産業技術総合研究所を中心に RT ミドルウェアの開発が行われており、現在では、産業技術総合研究所以外でも標準仕様に従ったミドルウェアが開発され、公開されている[6][7].

RT ミドルウェアは分散アーキテクチャに基づいており、ネットワーク透過性が高いミドルウェアである。そのため、ロボットシステムを構成する要素がネットワーク上に分散していても、ネットワーク構成を意識することなく、システムを構築・運用することができる。

RT ミドルウェア上で動作する RTC は、ロボットシステムに求められる機能を実現するために、下記の4つの機能を有している。

- 1) データポート
- 2) サービスポート
- 3) コンフィグレーション
- 4) アクティビティ

RTC の持つ機能の概略を Fig.1 に示す。

データポートは RTC 間での連続的なデータ送信 (たとえばカメラ画像やアームの各軸の情報など) を送受信に適したポートであり、InPort と OutPort で構成される。サービスポートは機能を提供する ServiceProvider と機能を利用する ServiceConsumer に機能分けされ、ServiceProvider を提供する RTC の挙動を別の RTC から制御することが可能である。そのため、コンポーネント間で連動させた動作の実現などに利用できる。コンフィグレーションは、RTC 内部で使われるパラメータを動的に変更できる機能であり、モータの回転速度など、システム動作時にパラメータ変更したい場合などに利用できる。アクティビティは RTC の振る舞いを規定する機能であり、ロボットシステムの状態遷移に基づき、Inactive (RTC が動作していない状態)、Active (RTC が動作している状態)、Error (RTC で不具合が起こっている状態) を中心にいくつかの状態が規定されている。

ロボットシステム開発者は、他の RTC との関連性、再利用性を考えながら、データポート、サービスポート、コンフィグレーションにより RTC 全体のデザインを行い、アクティビティに具体的な処理を実装していくことで、RTC を開発していくことになる。開発した RTC は Fig.2 に示すように MATLAB/SimLink と同じような形で、線でつなぎ合わせていくことで、データの送受信が可能になり、必要な RTC を組み合わせることで、ロボットシステムが構築できるようになる。

3. RTC 普及に向けた共通インタフェースの策定

RT ミドルウェアで動作する RTC は前述のように4つの機能を持っている。現状の RT ミドルウェアはこの4つの機能の実装について、細かい制約を設けずに、開発者に自由度を与えている。そのため、開発グループ毎のコンセプトに基づいた RTC の設計が行われている。RTC の数を増加させ、RTC の再利用時の選択肢を増やすことは重要であるが、開発グループ毎で実装が異なることで、

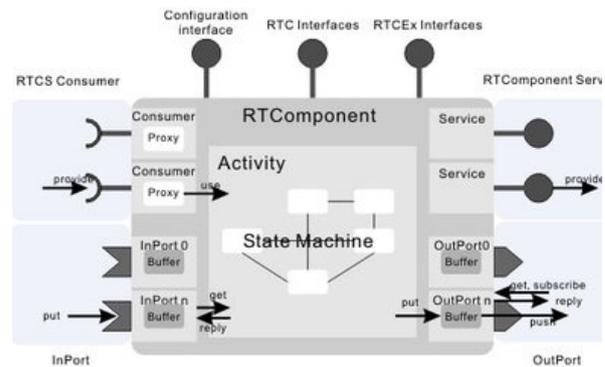


Fig. 1 RT component basic architecture

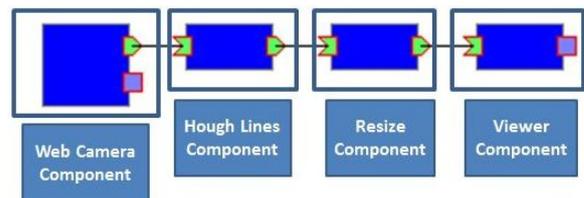


Fig. 2 Example of RTC-based system

これらのグループで開発された RTC 同士を組み合わせたシステムの構築が行えないと言った不具合が生じる。こうした問題を解決し、各グループで開発された RTC を有効に再利用していくためには、RTC 間のインタフェース仕様を各機能に合わせて厳密に取り決めていく必要がある。

NEDO の事業として行われた「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」では、RTC の再利用性向上に、標準となる RTC 間のインタフェース仕様が必要という観点から、特にロボットでも重要な機能である、移動機能、マニピュレーション機能、操作インタフェース、センシング機能に対して、プロジェクト内共通インタフェースの策定が進められた。著者はこの中でセンシング機能として、ロボットシステムで広く用いられるセンサであるカメラに関連する共通インタフェースの策定に取り組み、共通カメラインタフェースとして、仕様の公開を行っている[8]。世の中には多くのメーカーからカメラが販

売されており、各カメラによって仕様は異なるものの、カメラから得られる画像を用いて処理を行う部分については、再利用が可能である。そこで、共通カメラインタフェースでは、Fig.3に示すように、ロボットでよく利用される単眼のカメラ、複眼のカメラに対応したデータの扱いを可能としているだけでなく、カメラ画像ではなく、静止画を扱う場合にも適用可能なものとなっている。また、ロボットビジョンでは、距離情報なども必要になることから、この導出に必要となるカメラパラメータも扱える仕様となっている。さらには、レンズの歪み補正に利用可能な歪みパラメータも同時に扱うことができる。

共通カメラインタフェースを普及させていくためには、仕様の策定だけでなく、開発事例を多く提供していく必

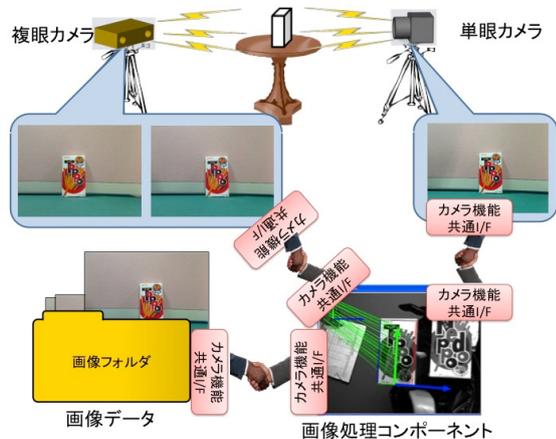


Fig. 3 Overview of common camera interface

要がある。そこで、共通カメラインタフェースに対応させた RTC を開発し、公開を行っている[9]。ここで公開している RTC は、OpenCV[10]が提供する基本的な画像処理を RTC 化しており、共通カメラインタフェースの実装や利用方法の参考となるだけでなく、画像処理の教育用ツールとしても利用可能な形態になっている。このほかにも産業技術総合研究所では、ステレオカメラによる 3 次元計測と物体認識機能を有する RTC 群を OpenVGR[11]として公開しており、この中のカメラコンポーネントは共通カメラインタフェースに対応している。

今後は、さらなる普及を図るために、OpenRTM-aist のサンプルプログラムへの採用や、共通カメラインタフェースに対応する様々な優良なコンテンツを開発・公開していくことで、さらなる普及を行っていく予定である。

4. RT ミドルウェアを適用したロボットシステム

4.1 RT ミドルウェアを用いたサービスロボット開発

RT ミドルウェアの特徴として、他機関で開発されたソ

フトウェアリソースを再利用して、自身のシステムに運用できる点が挙げられる。このことが RT ミドルウェアの最大のメリットである。そこで、他機関と著者らが開発した RT コンポーネントを統合したサービスロボットシステムの構築を行った。

本サービスロボットは、音声認識によりユーザから指示された物体をロボットのカメラからの情報を元に認識し、推定される位置・姿勢情報を用いて、指定物体を把握、搬送するシステムである。対称とするロボットとして、NEDO「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト」内で開発されたリファレンスハードウェア 2 号機および川田工業によって開発された HIRO を用いている。

ロボットによる作業の様子を Figs. 4, 5 に、本システム



Fig. 4 Example of service robot system based on RTCs with HIRO



Fig. 5 Example of service robot system based on RTCs with reference hardware version 2.

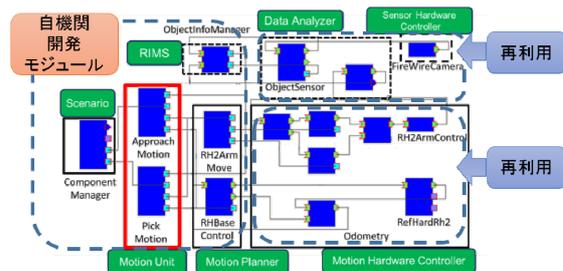


Fig. 6 Example of RT components on reference hardware version 2.

で用いた RT コンポーネントの例を Fig. 6 に示す. 本システムはサービスロボットに求められる多くの機能を有したシステムといえ, RT コンポーネントの数も多い, 大規模なシステムとなっている. しかし, ロボットの制御部分, 音声認識部分は他機関で開発されたものを運用しており, 著者らが開発したものは, 物体認識部, およびシステム統合化の部分である. 従来のサービスロボットの開発では, 再利用することなく, 全て自前で用意していたことから, 人的リソースを多く求められたが, 再利用を行うことで, 真に開発すべき部分に人的リソースを割くことができるようになり, 開発効率の向上できることを確認した.

これらの成果の一部は参考文献[12][13]として公開されているため, 興味を持たれたら是非利用していただきたい.

4.2 RT ミドルウェアによる知的居住空間の実現

現状の住宅に設置する機器は, 各メーカーで通信方式などが異なることがあり, A 社と B 社の機器を導入したい場合は, A 社用, B 社用それぞれのコントローラを導入する必要がある. ユーザの立場に立つと, 複数のコントローラを制御することは手間がかかる. そこで, 通信規格を統一し, 1 つのコントローラで全ての機器を制御できる枠組みが望まれてきた. 通信規格の統一は, 大手メーカー以外の市場への参入を手助けし, 市場を活性化させることができるというメリットも有する. この課題に対して, 著者らは, NEDO「オープンイノベーション基盤」の元で RT ミドルウェアをベースとした知的居住空間実現に向けた研究開発を行った. 本研究では, Fig. 1 に示すような階層的なシステムの開発を目指した[12]. 本システムでは, 住宅に設置する設備機器レベルの制御を可能にする基盤通信モジュール, 一定のエリアの機器を統括し, 各機器の状態を管理する要素部品管理モジュール, 住宅システム全体を制御するホームコントローラから構成される. 産業技術総合研究所で開発される OpenRTM-aist は, 一般的なロボットの制御に主眼を置いており, これらの制御系は PC クラスの処理能力を有するコンピュータと想定している. 一方で, 住宅設備機器に設置するコントローラは低コスト化が望まれており, PC のようなものを 1 つ 1 つの機器に設置することは現実的ではない. そのため, 一般的には組み込みマイコンが用いられている. しかし, 組み込みマイコンの処理能力は高くはないことから, OpenRTM-aist を動作させることは困難である. この課題に対して, 組み込みマイコン用ミドルウェアである miniRTCs, microRTCs の開発を行った. これらのミドルウェアは, RT ミドルウェアに準拠して作

られているため, 一般的な RTC とも運用することが可能である. これらのミドルウェアの開発に加え, 住宅における省配線, ロボットシステムにおける基盤配線としての可能性を模索することを目的として, PLC(Power Line Communication)を採用したことも本研究の特徴といえる. さらに, 長期間運用が求められる住宅システムにおけるメンテナンス性向上のために, 国際標準規格に基づくモデリング言語である SysML を用いたシステム記述と, そのもとのリスク分析を行った.

本研究において実現した模擬実験住宅の様子を Fig. 7 に示す. この図のように, 実験住宅にはアクチュエータ付きの窓や天窓, 温度センサ, 赤外線通信で制御可能なエアコン, シーリングファンが設置されており, これら

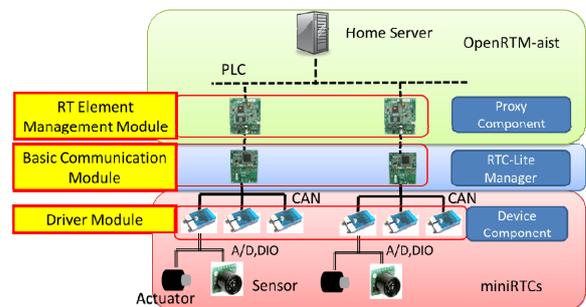


Fig. 6 System architecture for intelligent home automation system based on RT middleware

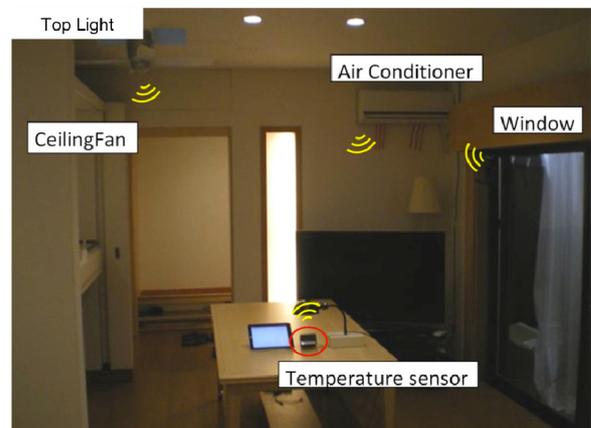


Fig. 7 Constructed experimental home environment



Fig. 8 User interface as web application

全てに基盤通信モジュールが設置されている。Figure 8 のような Web アプリケーションを用意することで、iPad などのタブレット端末からも制御が可能になっている。個々の要素が RTC 化していることで、住宅システム開発者は、これらの接続を組み替えるだけで住宅購入者所望のサービスを構築することができる。また、今後ユーザーインタフェースを整備し、システム構築を行いやすくなれば、DIY 的に住人自身が新たな要素を住宅システムに参加させることができる。このように、RT ミドルウェアを住宅システムに導入することで、住宅システム開発において、大きなメリットが得られることを確認した。課題として、実用化するためには住宅設備メーカーに RT ミドルウェアを普及させていく必要があることが挙げられる。今後は事例を示し、かつコンソーシアムなどをたちあげていくことで、普及の足がかりの構築を目指す。

5. おわりに

本稿では、ロボットシステムにおけるソフトウェア再利用性の改善を目的として開発が進められている RT ミドルウェアについて紹介すると共に、著者のこれまでの取り組みの一例を示した。RT ミドルウェアのようなミドルウェア技術は、ロボットのソフトウェアリソースの再利用性向上に向けて、非常に有効な技術といえる。しかしながら、有効性を発揮するためには、コミュニティを拡大し、幅広い RT コンポーネントが開発されていく必要がある。

今後は、現在公開を行っている RT コンポーネントの改良を進めるだけでなく、入手がしやすいロボットをリファレンスハードウェアに据え、基盤となる RT コンポーネントパッケージの開発と、このパッケージの普及を進めていく。

参考文献

- 1) Morgan Quigley, Brian Gerkey, Ken Conley, Josh Faust, Tully Foote, Jeremy Leibs, Eric Berger, Rob Wheeler, Andrew Ng, “ROS:(an open-source Robot Operating System)”, *In Open-Source software workshop of the international conference on robotics and automation (ICRA)*, 2009.
- 2) Makoto Mizukawa, Hideo Matsuka, Toshihiko, Koyama, Toshihiro Inukai, Akio Noda, Hirohisa Tezuka, Yasuhiko Noguchi, Nobuyuki Otera, “ORiN: Open Robot Interface for the Network -The Standard and Unified Network Interface for Industrial Robot Applications-”, *SICE Annual Conference 2002*, pp.1160-1163, 2002.
- 3) 成田雅彦, 村川賀彦, 植木美和, 中本啓之, 日浦良太, 平野線治, 蔵田英之, 加藤由花, “普及期のロボットサービス基盤を目指す RSNP(Robot Service Network Protocol)2.0 の開発”, *日本ロボット学会誌*, Vol. 27, No. 8, pp.857-867, 2009.
- 4) Noriaki Ando, Takashi Suehiro, Kosei Kitagaki, Tetsuo Kotoku and Woo-Keun Yoon, “RTMiddleware: Distributed Component Middleware for RT (Robot Technology)”, *Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp.3933-3938, 2005.
- 5) OpenRTM-aist official website, <http://openrtm.org/openrtm/ja/content/openrtm-aist-official-website>
- 6) 村永和哉, 三之宮遵, 池添明宏, 中本啓之, 長瀬雅之, “OpenRTM Platform/Android プラットフォームにおける RT ミドルウェアの開発”, 第 11 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会予稿集, 3B1_5, 2010.
- 7) 池添明宏, 中本啓之, 長瀬雅之, “OpenRT Platform/OpenRTM.NET ~ RTC フレームワークと通信ミドルウェアの分離による効用~”, 第 10 回計測自動制御学会講演会予稿集, 3D1_5, 2010.
- 8) 大原賢一, 川端聡, 河井良浩, “共通カメラインタフェースの提案”, 第 29 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 3B2-7, 2011.
- 9) Common Camera Interface, <http://www-arailab.sys.es.osaka-u.ac.jp/CameraIF/>
- 10) OpenCV, <http://opencv.willowgarage.com/wiki/>
- 11) OpenVGR, <http://code.google.com/p/openvgr/>
- 12) 音声認識による物体認識システムの開発, <http://openrtm.org/openrtm/ja/node/4574>
- 13) 知能化プロジェクト成果公開サイト, http://robotics.naist.jp/nedo_project/index.php
- 14) Kenichi Ohara, Tamio Tanikawa, Mitsuhiro Toyoda, Hiroyuki Nakamoto, Masato Iijima, Yoshimasa Endo, Toru Takahashi, Takeshi Sakamoto, Tetsuo Kotoku, Kohtaro Ohba, and Tatsuo Arai, “Smart Home Network System Integration with RT Middleware for Embedded Controller”, *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol. 24, No. 6, pp. 1014-1022, 2012.

(原稿受理日 平成 25 年 9 月 20 日)

Explosion problems for symmetric Markov chains

Kanji ICHIHARA¹⁾

Abstract

This paper discusses the explosion problem for continuous time Markov chains associated with a class of difference operators of self adjoint form. In order to do this, we apply some techniques based on the theory of Dirichlet forms.

1. Introduction

Let S be a denumerably infinite set. In this paper we shall investigate explosion properties of a continuous time Markov chain defined on S whose transition probability matrix $\{p_t(x, y)\}_{x, y \in S}$ satisfies the following condition:

every state is stable i.e. for each x in S ,

$$q(x) := \lim_{t \downarrow 0} \frac{1}{t} \{1 - p_t(x, x)\}$$

(which always exists) is finite.

Our basic tools are certain techniques based on the Dirichlet form theory, which was introduced in Ichihara[6]. In Section 2 we prove some general criteria for conservativeness and explosion of minimal reversible Markov chains on S which are associated with a class of Dirichlet forms. These criteria are applied to give tests for conservativeness and explosion of the processes in terms of their jump rates and invariant measures in Section 3. Finally Section 4 is devoted to a discussion of conservativeness for a class of Markov chains which are not necessarily symmetric. It will be shown there that conservativeness is invariant under a small perturbation of the corresponding coefficients in the infinitesimal generators.

2. Criteria for conservativeness and explosion of reversible Markov chains

Let $a(x, y)$ and $m(x)$ for $x, y \in S$ be nonnegative numbers satisfying the following conditions:

(A.1) for any $x, y \in S$

$$a(x, y) = a(y, x) \geq 0, \quad a(x, x) = 0,$$

(A.2) for any $x \in S$

$$0 < a(x) := \sum_{y \in S} a(x, y) < \infty,$$

(A.3) for any $x \in S$

$$m(x) > 0.$$

Throughout this paper, m is viewed as a measure on S . Define a nonnegative definite symmetric bilinear form \mathcal{E} by

$$\mathcal{E}(u, v) = \frac{1}{2} \sum_{x, y \in S} a(x, y) \{u(x) - u(y)\} \{v(x) - v(y)\}$$

for $u, v \in C_0(S)$, the set of real valued functions on S with finite support. The bilinear form \mathcal{E} defined above is called a symmetric form on $L^2(S, m)$, the set of square integrable, real valued functions on (S, m) . Since the symmetric form \mathcal{E} on $L^2(S, m)$ is closable, the smallest closed extension $\bar{\mathcal{E}}$ of \mathcal{E} is a regular Dirichlet form. Consequently there exists a unique minimal, m -symmetric, stable Markov chain (X_t, ζ, P_x) whose Dirichlet form is $\bar{\mathcal{E}}$, where ζ denotes the life time of the process X_t . Let $p_t(x, y)$ denote the transition matrix of the chain X_t . Note that the process (X_t, ζ, P_x) coincides with Feller's minimal Markov chain associated with the infinitesimal generator L defined by

$$Lu(x) = \frac{1}{m(x)} \sum_{y \in S} a(x, y)(u(y) - u(x)), \quad x \in S.$$

In fact, the transition probability $p_t(x, y)$ satisfies;

$$\lim_{t \downarrow 0} \frac{p_t(x, y)}{t} = \frac{a(x, y)}{m(x)} \quad \text{for } x \neq y,$$

1) 数学科

1) Department of Mathematics

$$\lim_{t \downarrow 0} \frac{1 - p_t(x, x)}{t} = \frac{a(x)}{m(x)},$$

$$m(x)p_t(x, y) = m(y)p_t(y, x).$$

See Feller[2] and Silverstein[9] for the details.

Denote by $\{\sigma_n(\omega), n \geq 1\}$ the successive times for jumps of $X_t(\omega)$ until the life time $\zeta(\omega)$. This is an increasing infinite sequence such that $\zeta(\omega) = \lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_n(\omega)$. Let $\sigma_0(\omega) := 0$. Set $Y_n(\omega) := X_{\sigma_n(\omega)}(\omega)$. It follows that $\{Y_n, n \geq 1\}$ is a Markov chain with the transition matrix defined by

$$P(x, y) = \begin{cases} \frac{a(x, y)}{a(x)}, & \text{for } x \neq y, \\ 0, & \text{for } x = y. \end{cases}$$

The chain Y_n is called the embedded jump process of X_t . See for example Chung[1]. From now on, we put the following hypothesis on the Markov chain:

$$(A.4) \quad Y_n, n \geq 1 \text{ is irreducible.}$$

Remark 1. *The hypothesis (A.4) guarantees that the $\alpha(> 0)$ - order Green function*

$$G_\alpha(x, y) = \int_0^\infty e^{-\alpha t} p_t(x, y) dt$$

is positive for any x and y in S .

Fix a point x_0 in S and define the hitting time of x_0 by

$$\tau_0(\omega) = \begin{cases} \inf \{t \geq 0 \mid X_t(\omega) = x_0\}, & \text{if such } t \text{ exists,} \\ \infty, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

The α -equilibrium potential of the set $\{x_0\}$ is defined by

$$e_\alpha(x) = \begin{cases} E_x[e^{-\alpha \tau_0}], & \text{for } \alpha > 0, \\ P_x[\tau_0 < \zeta], & \text{for } \alpha = 0, \end{cases}$$

for x in S where E_x denotes the expectation with respect to the probability law P_x . Let (\cdot, \cdot) denote the inner product in the Hilbert space $L^2(S, m)$. Set $\mathcal{E}_\alpha(u, v) = \mathcal{E}(u, v) + \alpha(u, v)$, $\alpha \geq 0$, for u, v in $C_0(S)$. Let $\mathcal{F}_\alpha = \mathcal{F}_\alpha(S)$ be the closure of $C_0(S)$ relative to the norm \mathcal{E}_α . For $\alpha > 0$, $(\mathcal{F}_\alpha, \mathcal{E}_\alpha)$ is a Hilbert space and $(\mathcal{F}_0, \mathcal{E}_0)$ is a Hilbert space if X_t is transient. Let us define the α -capacity of the set $\{x_0\}$ as follows: for $\alpha > 0$,

$$C_\alpha(\{x_0\}) := \inf \{\mathcal{E}_\alpha(u, u) \mid u \in \mathcal{F}_\alpha, u(x_0) \geq 1\} > 0$$

and for $\alpha = 0$, X_t being transient,

$$C_0(\{x_0\}) := \inf \{\mathcal{E}_0(u, u) \mid u \in \mathcal{F}_0, u(x_0) \geq 1\} > 0.$$

We have the following lemma due to Fukushima[3].

Lemma 1. (1) *For $\alpha > 0, e_\alpha \in \mathcal{F}_\alpha$ and*

$$C_\alpha(\{x_0\}) = \mathcal{E}_\alpha(e_\alpha, e_\alpha) > 0.$$

(2) *For $\alpha = 0$ and X_t being transient, $e_0 \in \mathcal{F}_0$ and*

$$C_0(\{x_0\}) = \mathcal{E}_0(e_0, e_0) > 0.$$

From the minimizing property of e_α , we obtain

Remark 2. *For each $u \in \mathcal{F}_\alpha$ with $u(x_0) \geq 0$, $\mathcal{E}_\alpha(e_\alpha, u) \geq 0$. In particular, if $u(x_0) = 1$, it holds that $\mathcal{E}_\alpha(e_\alpha, u) = \mathcal{E}_\alpha(e_\alpha, e_\alpha) = C_\alpha(\{x_0\})$.*

We are now in a position to state our general criteria for conservativeness and explosion.

Theorem 1. *The following statements are equivalent.*

(1) *X_t is conservative i.e. $P[\zeta = \infty] = 1$ on S .*

(2) *For some $\alpha > 0$,*

$$\sum_{x \in S} \alpha e_\alpha(x) m(x) = C_\alpha(\{x_0\}).$$

(3) *For all $\alpha > 0$,*

$$\sum_{x \in S} \alpha e_\alpha(x) m(x) = C_\alpha(\{x_0\}).$$

Theorem 2. *Suppose X_t is transient. Then the limit of $\sum_{x \in S} \alpha e_\alpha(x) m(x)$ as $\alpha \downarrow 0$ exists and*

$$\lim_{\alpha \downarrow 0} \sum_{x \in S} \alpha e_\alpha(x) m(x) \begin{cases} = C_0(\{x_0\}), & \text{if } P[\zeta = \infty] = 1 \text{ on } S, \\ \in (0, C_0(\{x_0\})), & \text{if } 0 < P[\zeta = \infty] < 1 \text{ on } S, \\ = 0, & \text{if } P[\zeta = \infty] = 0 \text{ on } S. \end{cases}$$

As a simple consequence of Theorem 2, we have the following

Corollary 2.1. *Suppose X_t is transient. If*

$$\sum_{x \in S} e_0(x) m(x) < \infty,$$

then $P[\zeta < \infty] = 1$ on S .

The next lemma which is an immediate consequence of Remark 2 plays an important role in the proofs of Theorems 1 and 2.

Lemma 2. (1) For $\alpha > 0$,

$$\mathcal{E}_\alpha(e_\alpha, u) = u(x_0)C_\alpha(\{x_0\}), \quad u \in \mathcal{F}_\alpha.$$

(2) For $\alpha = 0$ and X_t being transient,

$$\mathcal{E}_0(e_0, u) = u(x_0)C_0(\{x_0\}), \quad u \in \mathcal{F}_0.$$

Proof of Theorem 1. Let f be a function in $C_0(S)$.

Set

$$G_\alpha f(x) = \sum_{y \in S} G_\alpha(x, y)f(y), \quad \alpha > 0.$$

Then $G_\alpha f \in \mathcal{F}_\alpha$. Consequently we get by virtue of Lemma 2 (1),

$$\begin{aligned} \sum_{x \in S} \alpha e_\alpha(x)f(x)m(x) &= \alpha(e_\alpha, f) \\ &= \alpha \mathcal{E}_\alpha(e_\alpha, G_\alpha f) \\ &= \alpha G_\alpha f(x_0)C_\alpha(\{x_0\}). \end{aligned}$$

Letting $f \uparrow 1$, we obtain from the monotone convergence theorem,

$$\sum_{x \in S} \alpha e_\alpha(x)m(x) = \alpha G_\alpha 1(x_0)C_\alpha(\{x_0\}).$$

Since $\alpha G_\alpha 1(x_0) = \alpha \int_0^\infty e^{-\alpha t} P(t, x_0, S) dt$

$$= E_{x_0} \left[\int_0^\zeta \alpha e^{-\alpha t} dt \right] = 1 - E_{x_0}[e^{-\alpha \zeta}],$$

we obtain

$$\sum_{x \in S} \alpha e_\alpha(x)m(x) = C_\alpha(\{x_0\})(1 - E_{x_0}[e^{-\alpha \zeta}]).$$

If the condition (1) holds, $E[e^{-\alpha \zeta}] = 0$ on S . Thus the conditions (2) and (3) are valid.

Conversely, suppose the condition (2) in Theorem 1 holds. Then $E_{x_0}[e^{-\alpha \zeta}] = 0$, i.e. $P_{x_0}[\zeta = \infty] = 1$. Introduce $p_0(x) := P_x[\zeta = \infty]$. Then

$$\begin{aligned} p_0(x) &= E_x[P_{X_t}[\zeta = \infty], \quad t < \zeta] \\ &= E_x[p_0(X_t), \quad t < \zeta] \\ &= \sum_{y \in S} p_t(x, y)p_0(y). \end{aligned}$$

Performing the Laplace transform, we get

$$p_0(x) = \alpha G_\alpha p_0(x), \quad x \in S.$$

Thus $p_0(x_0) = 1$ implies that $p_0(x) = 1$, $G_\alpha(x_0, \cdot) - a.e.$ on S . Since the support of the measure $G_\alpha(x_0, \cdot)$ coincides with the space S and $\alpha G_\alpha(x_0, S) \leq 1$, $p_0(x)$ is identically equal to the constant 1 on S . \square

In order to prove Theorem 2, we need the following lemma which can be verified in the same way as in Ichihara[5], Proposition 1.2.

Lemma 3. Suppose X_t is transient. Then

$$\lim_{\alpha \downarrow 0} C_\alpha(\{x_0\}) = C_0(\{x_0\}) > 0$$

Proof of Theorem 2. As was shown in the proof of Theorem 1, we have

$$\sum_{x \in S} \alpha e_\alpha(x)m(x) = C_\alpha(\{x_0\}) \{1 - E_{x_0}[e^{-\alpha \zeta}]\}.$$

Letting α tend to zero together with Lemma 3 shows

$$\lim_{\alpha \downarrow 0} \sum_{x \in S} \alpha e_\alpha(x)m(x) = C_0(\{x_0\}) P_{x_0}[\zeta = \infty].$$

The proof of Theorem 2 is now completed by the same argument as that of Theorem 1. \square

3. Tests for conservativeness and explosion

Our objective here is to give sufficient conditions for conservativeness and explosion of the chain X_t in terms of the coefficients $a(x, y)$ and $m(x)$ of the infinitesimal generator L .

We start with the following theorem for conservativeness, which is a special case of Theorem 1, II.19. in Chung[1].

Theorem 3. The chain X_t is conservative, if the following condition is satisfied:

$$(*) \quad \sup_{x \in S} \frac{a(x)}{m(x)} < \infty.$$

Proof. First note that $e_\alpha(x)$ is the unique solution of the Dirichlet problem:

$$\begin{cases} Lu(x) - \alpha u(x) = 0, & x \in S \setminus \{x_0\} \\ u(x_0) = 1. \end{cases}$$

Using the α -harmonicity of e_α , we obtain

$$\infty > \sum_{x \in S} \alpha e_\alpha(x)m(x) = \alpha m(x_0)$$

$$+ \sum_{x \in S \setminus \{x_0\}} \left\{ \sum_{y \in S} a(x, y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x)) \right\},$$

from the assumptions (A.2) and (*)

$$\begin{aligned} &= \alpha m(x_0) + \sum_{x \in S \setminus \{x_0\}} \sum_{y \in S} a(x, y) e_\alpha(y) \\ &\quad - \sum_{x \in S \setminus \{x_0\}} \sum_{y \in S} a(x, y) e_\alpha(x) \\ &= \alpha m(x_0) + \sum_{y \in S} e_\alpha(y) \sum_{x \in S \setminus \{x_0\}} a(x, y) \\ &\quad - \sum_{x \in S \setminus \{x_0\}} a(x) e_\alpha(x) \\ &= \alpha m(x_0) + \sum_{y \in S} e_\alpha(y) (a(y) - a(x_0, y)) \\ &\quad - \sum_{x \in S \setminus \{x_0\}} a(x) e_\alpha(x) \\ &= \alpha m(x_0) + a(x_0) - \sum_{y \in S} e_\alpha(y) a(x_0, y). \end{aligned}$$

On the other hand, for the function u_0 defined by

$$u_0(x) = \begin{cases} 1, & \text{for } x = x_0, \\ 0, & \text{otherwise,} \end{cases}$$

Remark 2 gives

$$\begin{aligned} C_\alpha(\{x_0\}) &= \frac{1}{2} \sum_{x, y \in S} a(x, y)(e_\alpha(x) - e_\alpha(y)) \\ &\quad \times (u(x) - u(y)) + \sum_{x \in S} \alpha m(x) e_\alpha(x) u(x) \\ &= \sum_{x \in S} a(x_0, x)(e_\alpha(x) - 1)(-1) + \alpha m(x_0) \\ &= a(x_0) - \sum_{x \in S} a(x_0, x) e_\alpha(x) + \alpha m(x_0) \end{aligned}$$

These imply that the condition (3) in Theorem 1 is satisfied. \square

In case of linear birth and death processes, Karlin and McGregor[7] have obtained a necessary and sufficient condition for conservativeness. We shall recover it from our point of view. Let S denote the set consisting of all the nonnegative integers. Suppose the infinitesimal generator of the chain given by

$$Lu(x) = \alpha(x)(u(x+1) - u(x)) + \beta(x)(u(x-1) - u(x)),$$

where $\alpha(x) > 0$ for all x in S , $\beta(x) > 0$ for all x in $S \setminus \{0\}$ and $\beta(0) = 0$. Let $(X_t, \zeta, P_x), x \in S$ be the minimal birth and death process corresponding the difference operator L . Set

$$a(x, y) = \begin{cases} \frac{\alpha(x)\alpha(x-1) \cdots \alpha(1)\alpha(0)}{\beta(x)\beta(x-1) \cdots \beta(1)}, & y = x+1, \\ \frac{\alpha(x-1) \cdots \alpha(1)\alpha(0)}{\beta(x-1) \cdots \beta(1)}, & y = x-1, \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

and

$$m(x) = \begin{cases} \frac{\alpha(x-1) \cdots \alpha(1)\alpha(0)}{\beta(x)\beta(x-1) \cdots \beta(1)}, & x \geq 1 \\ 1, & x = 0. \end{cases}$$

It is evident that $a(x, y) = a(y, x), \sum_{y \in S} a(x, y) < \infty$ and that $\alpha(x) = a(x, x+1)/m(x)$, $\beta(x) = a(x, x-1)/m(x)$. Thus the above linear birth and death process is the symmetric stable Markov chain associated with the Dirichlet form endowed with $a(x, y)$ and $m(x)$ defined above. Let e_0^∞ denote the hitting probability of $x = 0$ by the chain X_t .

We have

Lemma 4.

$$P[\zeta = \infty] = \begin{cases} 1, & \text{if } \sum_{x \in S} e_0^\infty(x) m(x) = \infty, \\ 0, & \text{if } \sum_{x \in S} e_0^\infty(x) m(x) < \infty. \end{cases}$$

Proof. By virtue of Corollary 2.1, it is obvious that $P[\zeta = \infty] = 0$ if $\sum_{x \in S} e_0^\infty(x) m(x) < \infty$. In order to verify the other case, we introduce

$$\sigma_y = \inf \{t \geq 0 \mid X_t = y\}, \quad y \in S$$

and

$$\tau_1 = \inf \{t \geq 0 \mid X_t = 0\}.$$

Set

$$\begin{aligned} \tilde{e}_y(x) &= E_x[e^{-\sigma_y}; \tau_1 > \sigma_y], & x \in S, \\ e_o^y(x) &= P_x[\tau_1 < \sigma_y], & x \in S. \end{aligned}$$

The Dirichlet Principle ensures

$$\begin{aligned} \mathcal{E}(e_o^y, e_o^y) &= \mathcal{E}(e_o^y, 1 - \tilde{e}_o^y) \\ &= - \sum_{x=0}^{y-1} a(x, x+1)(e_o^y(x) - e_o^y(x+1)) \\ &\quad \times (\tilde{e}_y(x) - \tilde{e}_y(x+1)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \sum_{x=1}^{y-1} [a(x, x+1)(\tilde{e}_y(x+1) - \tilde{e}_y(x))e_0^y(x) \\
&\quad + a(x, x-1)(\tilde{e}_y(x-1) - \tilde{e}_y(x))e_0^y(x)] \\
&\quad - a(0, 1)(\tilde{e}_y(0) - \tilde{e}_y(1))e_0^y(0) \\
&\quad - a(y, y-1)(\tilde{e}_y(y) - \tilde{e}_y(y-1))e_0^y(y) \\
&= \sum_{x=1}^{y-1} m(x)\tilde{e}_y(x)e_0^y(x) + a(0, 1)(\tilde{e}_y(1) - \tilde{e}_y(0)),
\end{aligned}$$

since \tilde{e}_y is the solution of the Dirichlet problem:

$$\begin{cases} Lu(x) = u(x), & x = 1, 2, \dots, y-1, \\ u(0) = 0, & u(y) = 1. \end{cases}$$

Suppose that X_t is not conservative. Observe that $\tilde{e}_y(x)$ is nonincreasing in y and convergent to $E_x[e^{-\zeta}; \tau_1 > \zeta]$ as $y \rightarrow \infty$. Since $E_x[e^{-\zeta}; \tau_1 > \zeta]$ is positive for all $x \geq 1$ and has a nondecreasing property in x , there exists a positive constant C_1 such that

$$\tilde{e}_y(x) \geq E_x[e^{-\zeta}; \tau_1 > \zeta] \geq C_1$$

for $x = 1, 2, \dots, y$. Therefore we obtain

$$\mathcal{E}(e_0^y, e_0^y) \geq C_1 \sum_{x=1}^{y-1} e_0^y(x)m(x) + a(0, 1)(\tilde{e}_y(1) - \tilde{e}_y(0)).$$

Letting y tend to ∞ , we obtain

$$\sum_{x=1}^{\infty} m(x)e_0^\infty(x) < \infty,$$

since $\mathcal{E}(e_0^y, e_0^y)$ is nonincreasing as y tends to ∞ . \square

It is easy to see that

$$e_0^\infty(x) = \begin{cases} \sum_{y=x}^{\infty} a(y, y+1)^{-1} / \sum_{y=0}^{\infty} a(y, y+1)^{-1} & (\text{when } X_t \text{ is transient}), \\ 1, & (\text{when } X_t \text{ is recurrent}). \end{cases}$$

Combining all of this, we finally obtain

Theorem 4. *The linear birth and death process is conservative if and only if*

$$\sum_{x=1}^{\infty} m(x) \sum_{y=x}^{\infty} a(y, y+1)^{-1} = \infty.$$

Let X_t be a general symmetric stable Markov chain in $S = \mathbb{Z}^1$ (1 dimensional square lattice). For this case, we have a very crude sufficient condition for explosion.

Theorem 5. *If*

$$\sum_{x=1}^{\infty} m(x) \sqrt{\sum_{y=x}^{\infty} a(y, y+1)^{-1}} < \infty$$

and

$$\sum_{x=-1}^{-\infty} m(x) \sqrt{\sum_{y=x}^{-\infty} a(y, y+1)^{-1}} < \infty,$$

then $P[\zeta < \infty] = 1$ on S .

Let $e_0^\infty(x)$ be the hitting probability of $x = 0$ by the chain X_t as above. For the proof of Theorem 5, it suffices to verify that X_t is transient and satisfies

$$\sum_{x=-\infty}^{\infty} e_0^\infty(x)m(x) < \infty.$$

Thus the theorem is immediate from the following lemma.

Set $\tilde{\sigma}_z = \inf \{t \geq 0 \mid |X_t| \geq z\}$ and define $\tilde{e}_0^z(x) = P_x[\tau_1 < \tilde{\sigma}_z]$.

Lemma 5. *Under the assumption in Theorem 5, the following bounds are valid.*

$$e_0^\infty(x) \leq \begin{cases} \sqrt{C_0(\{0\})} \sqrt{\sum_{y=x}^{\infty} a(y, y+1)^{-1}}, & x \geq 1 \\ \sqrt{C_0(\{0\})} \sqrt{\sum_{y=x}^{-\infty} a(y, y+1)^{-1}}, & x \leq -1, \end{cases}$$

and therefore X_t is transient.

Proof. Compute the zero-order capacity of $\{0\}$ with respect to the killed process

$\{X_t, t \leq \tau_0 \wedge \tilde{\sigma}_z\}$ for $z \geq 1$:

$$\begin{aligned}
C_0^z(\{0\}) &:= \frac{1}{2} \sum_{x, y=-\infty}^{\infty} a(x, y)(\tilde{e}_0^z(x) - \tilde{e}_0^z(y))^2 \\
&\geq \sum_{y=t}^{z-1} a(y, y+1)(\tilde{e}_0^z(y) - \tilde{e}_0^z(y+1))^2 \\
&\geq \left(\sum_{y=t}^{z-1} (\tilde{e}_0^z(y) - \tilde{e}_0^z(y+1)) \right)^2 \left(\sum_{y=t}^{z-1} a(y, y+1)^{-1} \right)^{-1} \\
&= \tilde{e}_0^z(t)^2 \left(\sum_{y=t}^{z-1} a(y, y+1)^{-1} \right)^{-1}.
\end{aligned}$$

Thus we get

$$\tilde{e}_0^z(t)^2 \leq C_0^z(\{0\}) \sum_{y=t}^{z-1} a(y, y+1)^{-1}.$$

Noting that $\lim_{z \rightarrow \infty} \tilde{e}_0^z(t) = e_0^\infty(t)$, it is easy to show that

$$\lim_{z \rightarrow \infty} C_0^z(\{0\}) = \begin{cases} 0, & \text{if } X_t \text{ is recurrent} \\ C_0(\{0\}), & \text{if } X_t \text{ is transient.} \end{cases}$$

(See Ichihara [6]) Therefore X_t is transient under the assumption and the first inequality in Lemma 5 follows immediately. The other inequality is also proved in the same way. \square

In what follows, we assume the embedded chain Y_n is an n dimensional simple random walk in \mathbb{Z}^n (n dimensional square lattice). Hence the infinitesimal generator of the chain X_t is expressed as

$$\begin{aligned} & Lu(x) \\ &= \frac{1}{m(x)} \sum_{i=1}^n \frac{1}{2n} \{u(x + e_i) + u(x - e_i) - 2u(x)\} \end{aligned}$$

where $e_i = (0, \dots, \overset{i}{1}, \dots, 0)$, $i = 1, \dots, n$. In this case we have

Theorem 6. *If*

$$\sum_{x \in \mathbb{Z}^n \setminus \{0\}} \frac{m(x)}{|x|^{n-2}} < \infty,$$

then the explosion of the Markov chain X_t is sure.

This theorem also follows from Corollary 2.1 combined with P1, page 308, Spitzer[10].

We shall next give a new criterion for conservativeness of symmetric stable Markov chains. To state it, we assume that S can be partitioned as $S = \cup_{j=0}^\infty \Lambda_j$ so that whenever $x \in \Lambda_j$ and $a(x, y) > 0$, then $y \in \Lambda_{j-1} \cup \Lambda_j \cup \Lambda_{j+1}$ ($\Lambda_0 = \phi$). Furthermore we assume $\sum_{x \in \Lambda_k} a(x) < \infty$. Finally for convenience, we assume that $\Lambda_0 = \{x_0\}$. If $S = G$ = a graph and if X_t is a chain on G which can only jump from a site to neighboring sites, then it is natural to take

$$\begin{aligned} \Lambda_j &= \{j - \text{neighbors of } x_0\} \\ &= \{x \in G \mid \text{the minimal number of edges} \\ &\quad \text{in a chain connecting to } x \text{ is } j\}. \end{aligned}$$

Set

$$A_k = \sum_{x \in \Lambda_k, y \in \Lambda_{k+1}} a(x, y),$$

$$B_k = \sup_{x \in \Lambda_k} \frac{a(x)}{m(x)}, \quad \text{for } k \geq 1.$$

Then we have

Theorem 7. *If it holds that for some $\alpha > 0$*

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{\prod_{j=1}^N \frac{1}{1 + \sqrt{2\alpha/B_j}}}{\sum_{j=N}^\infty A_j^{-1}} = 0,$$

then the chain X_t is conservative.

It should be remarked here that X_t is recurrent if $\sum_{j=1}^\infty A_j^{-1} = \infty$. See Nash-Williams[8] or Griffeath and Liggett[4] for the details.

Proof. As was shown in the proof of Theorem 3, we have

$$\begin{aligned} C_\alpha(\{x_0\}) &= \mathcal{E}_\alpha(e_\alpha, e_\alpha) \\ &= a(x_0) + \alpha m(x_0) - \sum_{y \in S} a(x_0, y) e_\alpha(y). \end{aligned}$$

On the other hand,

$$\sum_{x \in S} \alpha e_\alpha(x) m(x) = \sum_{j=0}^\infty \sum_{x \in \Lambda_j} \alpha e_\alpha(x) m(x).$$

Using the α -harmonicity of e_α in $S \setminus \{x_0\}$, we get for $x \in \Lambda_j$, $j \geq 1$,

$$\sum_{y \in \Lambda_{j-1} \cup \Lambda_j \cup \Lambda_{j+1}} a(x, y) (e_\alpha(y) - e_\alpha(x)) = \alpha m(x) e_\alpha(x).$$

Hence

$$\begin{aligned} & \sum_{j=0}^N \sum_{x \in \Lambda_j} \alpha e_\alpha(x) m(x) \\ &= \alpha m(x_0) + \sum_{j=1}^N \sum_{x \in \Lambda_j} \sum_{y \in \Lambda_{j-1} \cup \Lambda_j \cup \Lambda_{j+1}} a(x, y) (e_\alpha(y) - e_\alpha(x)) \\ &= \alpha m(x_0) + \sum_{j=1}^N \left[\sum_{x \in \Lambda_j, y \in \Lambda_{j-1}} a(x, y) (e_\alpha(y) - e_\alpha(x)) \right. \\ &\quad + \sum_{x \in \Lambda_j, y \in \Lambda_j} a(x, y) (e_\alpha(y) - e_\alpha(x)) \\ &\quad \left. + \sum_{x \in \Lambda_j, y \in \Lambda_{j+1}} a(x, y) (e_\alpha(y) - e_\alpha(x)) \right] \\ &= \alpha m(x_0) + \sum_{x \in \Lambda_N, y \in \Lambda_{N+1}} a(x, y) (e_\alpha(y) - e_\alpha(x)) \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} & - \sum_{y \in \Lambda_1} a(x_0, y)(e_\alpha(y) - 1). \\ & + \sum_{y \in \Lambda_{N-1}} a(x, y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x)) \end{aligned} \right]$$

Consequently we obtain

$$\begin{aligned} & \sum_{x \in S} \alpha m(x) e_\alpha(x) \\ & = \alpha m(x_0) + a(x_0) - \sum_{y \in \Lambda_1} a(x_0, y) e_\alpha(y) \\ & + \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{x \in \Lambda_N, y \in \Lambda_{N+1}} a(x, y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x)). \end{aligned}$$

In view of the proof of Theorem 1, we have thus arrived at the following criterion for conservativeness.

Proposition 1. *The Markov chain X_t is conservative if and only if*

$$a_\alpha := \lim_{N \rightarrow +\infty} \sum_{x \in \Lambda_N, y \in \Lambda_{N+1}} a(x, y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x)) = 0.$$

Therefore in order to complete the proof of Theorem 7, it suffices to show that $a_\alpha = 0$ under the assumption. Set

$$\begin{aligned} V_N^\alpha & := \frac{1}{2} \sum_{x, y \in \cup_{j=N}^\infty \Lambda_j} a(x, y)(e_\alpha(x) - e_\alpha(y))^2 \\ & + \alpha \sum_{x \in \cup_{j=N+1}^\infty \Lambda_j} m(x) e_\alpha(x)^2. \end{aligned}$$

It is obvious that

$$\begin{aligned} V_N^\alpha & = \mathcal{E}_\alpha(e_\alpha, e_\alpha) - \frac{1}{2} \sum_{x, y \in \cup_{j=0}^N \Lambda_j} a(x, y)(e_\alpha(x) - e_\alpha(y))^2 \\ & - \alpha \sum_{x \in \cup_{j=0}^N \Lambda_j} m(x) e_\alpha(x)^2 + \frac{1}{2} \sum_{x, y \in \Lambda_N} a(x, y)(e_\alpha(x) - e_\alpha(y))^2. \end{aligned}$$

On the other hand, making use of the α -harmonicity of e_α , we have

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} \sum_{x, y \in \cup_{j=0}^N \Lambda_j} a(x, y)(e_\alpha(x) - e_\alpha(y))^2 \\ & = - \sum_{x \in \cup_{j=0}^N \Lambda_j} e_\alpha(x) \sum_{y \in \cup_{j=0}^N \Lambda_j} a(x, y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x)) \\ & = - \sum_{x \in \cup_{j=1}^{N-1} \Lambda_j} e_\alpha(x) \sum_{y \in \cup_{j=0}^N \Lambda_j} a(x, y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x)) \\ & \quad - \sum_{y \in S} a(x_0, y)(e_\alpha(y) - 1) \\ & - \sum_{x \in \Lambda_N} e_\alpha(x) \left[\sum_{y \in \Lambda_N} a(x, y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x)) \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \left. - \sum_{x \in \cup_{j=1}^{N-1} \Lambda_j} m(x) e_\alpha(x)^2 - \sum_{y \in S} a(x_0, y)(e_\alpha(y) - 1) \right. \\ & \quad + 1/2 \sum_{x, y \in \Lambda_N} a(x, y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x))^2 \\ & - \sum_{x \in \Lambda_N} e_\alpha(x) \sum_{y \in \Lambda_{N-1}} a(x, y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x)) \\ & = \mathcal{E}_\alpha(e_\alpha, e_\alpha) - \alpha \sum_{x \in \cup_{j=0}^{N-1} \Lambda_j} m(x) e_\alpha(x)^2 \\ & \quad + 1/2 \sum_{x, y \in \Lambda_N} a(x, y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x))^2 \\ & \quad - \sum_{x \in \Lambda_N} e_\alpha(x) \sum_{y \in \Lambda_{N-1}} a(x, y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x)). \end{aligned}$$

Thus we have,

$$\begin{aligned} V_N^\alpha & = - \sum_{x \in \Lambda_N} \alpha e_\alpha(x) m(x) \\ & + \sum_{x \in \Lambda_N} e_\alpha(x) \sum_{y \in \Lambda_{N-1}} a(x, y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x)). \end{aligned}$$

Hence

$$\begin{aligned} V_N^\alpha & \leq \sum_{x \in \Lambda_N} e_\alpha(x) \sum_{y \in \Lambda_{N-1}} a(x, y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x)) \\ & = \sum_{x \in \Lambda_N} \sqrt{\alpha m(x)} e_\alpha(x) \sqrt{\frac{2}{\alpha}} \sqrt{\frac{a(x)}{m(x)}} \sqrt{\frac{1}{2}} \\ & \times \sum_{y \in \Lambda_{N-1}} \sqrt{a(x, y)}(e_\alpha(y) - e_\alpha(x)) \sqrt{\frac{a(x, y)}{a(x)}}, \end{aligned}$$

by the Schwarz inequality,

$$\begin{aligned} & \leq \sum_{x \in \Lambda_N} \sqrt{\alpha m(x)} e_\alpha(x) \sqrt{\frac{2}{\alpha}} \sqrt{\frac{a(x)}{m(x)}} \\ & \quad \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{y \in \Lambda_{N-1}} a(x, y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x))^2} \\ & \leq \sqrt{\frac{B_N}{2\alpha}} \left\{ \sum_{\substack{x \in \Lambda_N \\ y \in \Lambda_{N-1}}} \frac{1}{2} a(x, y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x))^2 \right. \\ & \quad \left. + \sum_{x \in \Lambda_N} \alpha m(x) e_\alpha(x)^2 \right\} \leq \sqrt{\frac{B_N}{2\alpha}} (V_{N-1}^\alpha - V_N^\alpha). \end{aligned}$$

Thus

$$V_N^\alpha \leq \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{2\alpha}{B_N}}} V_{N-1}^\alpha \leq \prod_{j=1}^N \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{2\alpha}{B_j}}} V_0^\alpha. \quad (1)$$

Turning to the lower bound for V_N^α ,

$$\begin{aligned} V_N^\alpha &\geq 1/2 \sum_{x,y \in \cup_{j=N}^{\infty} \Lambda_j} a(x,y)(e_\alpha(x) - e_\alpha(y))^2 \\ &\geq \sum_{j=N}^{\infty} \sum_{\substack{x \in \Lambda_j \\ y \in \Lambda_{j+1}}} a(x,y)(e_\alpha(x) - e_\alpha(y))^2. \end{aligned}$$

Since the Schwarz inequality gives

$$\begin{aligned} &\sum_{\substack{x \in \Lambda_j \\ y \in \Lambda_{j+1}}} a(x,y)(e_\alpha(x) - e_\alpha(y))^2 \sum_{\substack{x \in \Lambda_j \\ y \in \Lambda_{j+1}}} a(x,y) \\ &\geq \left\{ \sum_{\substack{x \in \Lambda_j \\ y \in \Lambda_{j+1}}} a(x,y)(e_\alpha(x) - e_\alpha(y)) \right\}^2, \end{aligned}$$

we get

$$\begin{aligned} &\sum_{\substack{x \in \Lambda_j \\ y \in \Lambda_{j+1}}} a(x,y)(e_\alpha(x) - e_\alpha(y))^2 \\ &\geq \frac{\left\{ \sum_{\substack{x \in \Lambda_j \\ y \in \Lambda_{j+1}}} a(x,y)(e_\alpha(x) - e_\alpha(y)) \right\}^2}{A_j} \geq \frac{a_\alpha^2}{A_j} \end{aligned}$$

because of the fact that

$$\sum_{\substack{x \in \Lambda_j \\ y \in \Lambda_{j+1}}} a(x,y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x)) \uparrow a_\alpha \leq 0$$

as j tends to ∞ . Thus we obtain,

$$\begin{aligned} V_N^\alpha &\geq \sum_{j=N}^{\infty} \sum_{\substack{x \in \Lambda_j \\ y \in \Lambda_{j+1}}} a(x,y)(e_\alpha(y) - e_\alpha(x))^2 \\ &\geq a_\alpha^2 \sum_{j=N}^{\infty} 1/A_j. \end{aligned}$$

Consequently it follows that

$$a_\alpha^2 \leq \frac{\prod_{j=1}^N \frac{1}{1 + \sqrt{2\alpha/B_j}}}{\sum_{j=N}^{\infty} 1/A_j} V_0^\alpha,$$

which implies $a_\alpha = 0$ by virtue of the assumption in our theorem. \square

The following example illustrates Theorems 6 and 7.

Example 3.1 Let $S = \mathbb{Z}^n$. Suppose the embedded chain Y_n is a simple random walk in \mathbb{Z}_n as in Theorem 6. If

$$(i) \quad m(x) \geq \frac{C_2}{1 + |x|^2}, \quad x \in \mathbb{Z}^n$$

with a positive constant C_2 , then the chain X_t is conservative. As for explosion, if $n \geq 3$ and if

$$(ii) \quad m(x) \leq \frac{C_3}{(1 + |x|^2)^{1+\varepsilon}}, \quad x \in \mathbb{Z}^n$$

with positive constants C_3 and ε , then the chain X_t is explosive a.s..

Indeed in view of Theorem 6, it is obvious that (ii) implies the explosion of X_t . In order to prove conservativeness, set $\Lambda_k = \{k - \text{neighbours of } 0\}$ and apply Theorem 7.

4. A perturbation of conservative Markov chains

In this section we shall make a remark on conservativeness for a stable Markov chain which is not necessarily reversible.

Let $(X_t^i, P_x^i), i = 1, 2$ be Markov chains on a denumerable set S as before. Denote by L_i the infinitesimal generator of the chain X_t^i and assume L_i is expressed as

$$L_i f(x) = \sum_{y \in S} a_i(x,y)(f(y) - f(x)), \quad x \in S$$

where

$$a_i(x,y) \geq 0, \quad 0 < a_i(x) := \sum_{y \in S} a_i(x,y) < \infty.$$

We now have

Theorem 8. *Suppose*

$$\sup_{x \in S} \sum_{y \in S} |a_1(x,y) - a_2(x,y)| < \infty.$$

If the chain X_t^1 is conservative, so is X_t^2 .

Denote by ξ the life time of X_t^2 and introduce two semigroups $T_t^i, i = 1, 2$ on $C_b(S)$, the set of bounded continuous functions on S as follows:

$$T_t^1 f(x) = E_x[f(X_t^1)], \quad T_t^2 f(x) = E_x[f(X_t^2) : t < \xi]$$

and set

$$L_B f(x) = L_1 f(x) - L_2 f(x).$$

In order to prove Theorem 8, we need the following.

Lemma 6. For a bounded function $f(x)$ on S , we have

$$T_t^2 f(x) - T_t^1 f(x) = \int_0^t T_{t-s}^2 L_B T_s^1 f(x) ds$$

Proof. Let K be a finite subset of S and τ_i^K be the first leaving time of X_t^i from K . Set

$$T_t^{i,K} f(x) = E_x[f(X_t^i); t < \tau_i^K], \quad x \in K$$

for a bounded function f . Then the infinitesimal generators of $T_t^{i,K}$ are expressed as

$$L_i^K f(x) = \sum_{y \in K} a_i(x, y) f(y) - a_i(x) f(x), \quad x \in K.$$

Now we have for $x \in K$,

$$\begin{aligned} & \frac{d}{dt} \left(T_t^{2,K} f(x) - T_t^{1,K} f(x) \right) \\ &= L_2^K T_t^{2,K} f(x) - L_1^K T_t^{1,K} f(x) \\ &= L_2^K \left\{ T_t^{2,K} f(x) - T_t^{1,K} f(x) \right\} + L_B^K T_t^{1,K} f(x), \end{aligned}$$

where $L_B^K = L_2^K - L_1^K$. Duhammel's formula gives

$$T_t^{2,K} f(x) - T_t^{1,K} f(x) = \int_0^t T_{t-s}^{2,K} L_B^K T_s^{1,K} f(x) ds.$$

First note that for a bounded function $f(x)$,

$$\lim_{K \uparrow S} T_t^{i,K} f(x) = T_t^i f(x) \quad i = 1, 2.$$

Since L_B is bounded on $C_b(S)$ and $\lim_{K \uparrow S} \tau_2^K = \xi$ a.s., we obtain

$$\begin{aligned} & \lim_{K \uparrow S} T_{t-s}^{2,K} L_B^K T_s^{1,K} f(x) \\ &= \lim_{K \uparrow S} E_x[L_B^K T_s^{1,K} f(X_{t-s}^2); t-s < \tau_2^K] \\ &= E_x[L_B T_s^1 f(X_{t-s}^2); t-s < \xi]. \end{aligned}$$

Thus we get

$$T_t^2 f(x) - T_t^1 f(x) = \int_0^t T_{t-s}^2 L_B T_s^1 f(x) ds$$

□

Now letting $f \equiv 1$ in Lemma 6, we obtain

$$T_t^2 1(x) - T_t^1 1(x) = \int_0^t T_{t-s}^2 L_B T_s^1 1(x) ds.$$

From the assumption that X_t^1 is conservative, it follows that $T_s^1 1(x) = 1$ and so $L_B T_s^1 1(x) = 0$. Thus

$$T_t^2 1(x) - T_t^1 1(x) = 0,$$

which implies $T_t^2 1(x) = 1$. This completes the proof of Theorem 8.

References

- [1] K.L. Chung: Markov Chains with Stationary Transition Probabilities, Springer, Berlin, 1960.
- [2] W. Feller: On boundaries and lateral conditions for the Kolmogoroff differential equations, Ann. Math. 65(1957), 527-570.
- [3] M. Fukushima: Dirichlet Forms and Markov Processes, North Holland, Kodansha, 1980.
- [4] D. Griffeath and T.M. Liggett: Critical phenomena for Spitzer's reversible nearest particle systems, Ann. Prob. 10(1982), 881-895.
- [5] K. Ichihara: Some global properties of symmetric diffusion processes, Publ. R.I.M.S.14 (1978), 441-486.
- [6] K. Ichihara: Explosion problems for symmetric diffusion processes, Trans. Amer. Math. Soc. 298(1986), 515-536.
- [7] S. Karlin and J.L. McGregor: The differential equations of birth and death processes and the Stieltjes moment problem, Trans. A. M. S. 85(1957), 489-546.
- [8] C.St.J.A. Nash-Williams: Random walk and electric current in networks, Proc. Cambridge Philo. Soc. 55(1959), 181-194.
- [9] M.L. Silverstein: Classification of symmetric stable markov chains, Indiana Univ. Math. J.24(1974), 29-77
- [10] F. Spitzer: Principles of Random Walk, Van Nostrand, Princeton, 1964.

(原稿受理日 平成 25 年 10 月 3 日)

素数べきを法とする多項式の根の分布について

北岡良之

On the distribution of roots of a polynomial modulo prime powers

Yoshiyuki KITAOKA¹⁾

Abstract

Let f be a monic polynomial with integer coefficients. The aim is to state several observations on the distribution of roots of f modulo prime powers. They give new but difficult problems.

整数を係数とする多項式 $f(x) = x^n + a_{n-1}x^{n-1} + \dots + a_1x + a_0$ を考える. 以後, 文字 p で素数を表すことにする. $f(x)$ が p を法として完全分解するような素数 p の密度は $f(x) = 0$ のすべての根を有理数体 \mathbb{Q} 上に添加した体 $\mathbb{Q}(f)$ の \mathbb{Q} 上の拡大次数分の 1 であることがチェボタレフの密度定理として知られている. ここでは更にその根がどのように分布するかについて計算機実験による観察結果の一部を報告する. これを見ると未だ一変数の多項式に関しても新たな手の付きそうにない問題があることに驚かされる. 基本的な記号を定義する.

$$Spl_X(f) := \{p \leq X \mid f(x) \text{ は } \mathbb{Q}_p \text{ で完全分解}\}$$

とし, $p \in Spl_X(f)$ に対して

$$f(x) \equiv \prod_{i=1}^n (x - r_{i,p^m}) \pmod{p^m} \quad (1)$$

と分解する. ここで r_{i,p^m} は整数で以下の順序付けを満たすとする:

$$0 \leq r_{1,p^m} \leq \dots \leq r_{n,p^m} \leq p^m - 1. \quad (2)$$

局所的な解にこのような大局的な順序付けを行うのは納得できかねるかも知れないが実験結果は自然というか綺麗な形になるので結果的には上の順序付けは不自然ではないと思われる (更に理論的説明があればよいのだが...). このとき

$$a_{n-1} + \sum_i r_{i,p^m} \equiv 0 \pmod{p^m}, \quad (3)$$

従って

$$k_{p^m} p^m := a_{n-1} + \sum_i r_{i,p^m}$$

となる整数 k_{p^m} があり, これは以後重要な量となる. $f(x)$ が一次の因子を持たなければ p^m がある程度大きいとき k_{p^m} は 1 以上 $n-1$ 以下である. ここで考えるのは p, m のどちらかは固定して他方を無限大に飛ばす場合である. さて根 r_{i,p^m} の間には (3) なる関係があるが更なる関係があれば事情が複雑になるのでそれは今後のこととして当面は省いておきたい. どの様な場合が考えられるかという, まず $f(x) = g(x)h(x)$ と可約なら上の f に対すると同様に (f の根の部分集合である) g, h の根に対してそれぞれ (3) に対応する線形な関係式が生ずる. それを省くために f は既約とする. 次に $f(x) = g(h(x))$ ($1 < \deg h < n$) となっているとしよう. $h(x) = x^v + h_{v-1}x^{v-1} + \dots + h_0$ とし, 更に $f(x) \pmod{p^m}$ の分解を $g(x) \equiv \prod (x - s_i) \pmod{p^m}$ と分解して,

$$f(x) \equiv \prod_{i=1}^{\deg g} (h(x) - s_i) \pmod{p^m},$$

$$h(x) - s_i \equiv \prod_{j=1}^v (x - r_{i,j}) \pmod{p^m}, \quad (4)$$

として根の番号を付け直すと, $1 \leq \exists k_i \leq v-1$ に対し

$$h_{v-1} + \sum_j r_{i,j} = k_i p^m \quad (1 \leq \forall i \leq \deg g)$$

という (3) に対応する更なる関係が生ずる. この場合も省くことにする. この $f(x) = g(h(x))$ となる場合を退化, そうでない場合を非退化ということにしよう. 退化多項式は, 例えば $f_1(f_2(\dots(f_i(\dots))))$ の括弧の括り方を変えればいくらかでも多くの異なる分解を持つ多項式は作れるがこのような括弧を括り直したような自明な

1) 数学科

1) Department of Mathematics

ものでなく、本質的に異なる分解を持つ退化多項式がどのようなものかはよくわかっていない ([6]). (退化多項式 f と非退化多項式 g で $\mathbb{Q}(f) = \mathbb{Q}(g)$ となることはある.) 以後、多項式は既約と仮定し、明示的に証明されると書いていない限りは全て観察結果に基づく予想である.

1. 一様分布

この節は根の順序付け (2) は不要である. 根 r_{i,p^m} の分布を調べるために p が $Spl_\infty(f)$ を動くときに $r_{i,p^m}/p^m (\in [0,1])$ 達が一様分布するかどうかを見る. まず k_{p^m} が整数であることから容易に $(r_{1,p^m}/p^m, \dots, r_{n,p^m}/p^m)$ が $[0,1]^n$ では一様分布しないことがわかる ($\because -a_{n-1}/p^m (= \text{座標の和引く整数 } k_{p^m}) \rightarrow 0$). 多次元の一様分布を実験するのは大変なので時間が多少は節約できる座標の和から推察することにする (実際には逆の順序で進み, これは後付けである). 以下の観察は $f(x)$ が非退化のとき $n-1$ 個の根の $n!$ 個のすべての選び方 $(r_{\sigma(1),p^m}/p^m, \dots, r_{\sigma(n-1),p^m}/p^m)$ (σ は任意の置換) を考えるとそれらの $[0,1]^{n-1}$ での一様分布性を支持するものばかりである (知られているのは $n=2$ の時のみ, 即ち $r_{i,p}/p$ が $[0,1]$ で一様分布することが証明されている ([1],[8])). ((2) によって局所的な解の取り方を決めているので, 上で置換 σ をすべて動かすのではなく任意の一つ固定した場合の分布も気になる.) m を固定する時

$$Pr_X(f)[k] := \frac{\#\{p \in Spl_X(f) \mid k_{p^m} = k\}}{\#Spl_X(f)}$$

とおくと $Pr_\infty(f)[k] = \lim_{X \rightarrow \infty} Pr_X(f)[k]$ は存在し, その値は Eulerian number $A(n,k)$ ($1 \leq k \leq n$) を使って $E_n(k) := A(n-1,k)/(n-1)!$ で与えられる. (cf. [4],[5] ($m=1$ のとき), 3.1 節 ($m > 1$ のとき).) Eulerian number の定義は $A(1,1) = 1$, 更に帰納的に

$$A(n,k) = (n-k+1)A(n-1,k-1) + kA(n-1,k)$$

と定める. 簡単にわかることだが有限個の素数 p を除けば $k_{p^m} = \lceil r_{\sigma(1),p^m}/p^m + \dots + r_{\sigma(n-1),p^m}/p^m \rceil$ だから, もし上の一様分布性を仮定すれば密度 $Pr_\infty(f)[k]$ は $\{x \in [0,1]^{n-1} \mid \lceil x_1 + \dots + x_{n-1} \rceil = k\}$ の体積 $E_n(k)$ と一致しなければならないが, 実験ではよく合っている. 但し $\lceil x \rceil$ は x 以上の整数の中で最小のものを表す.

多項式が退化するときはどうなるのだろうか. (以後この節については $m=1$ の時しか実験していない.) $f(x) = g(h(x))$ となる分解があり, 更に $\deg(h)$ が唯ひ

とつ (= 分解が本質的に一つ) とすると, 非退化の時からの推察として ((4) の記号を使って) 各 $i = 1, \dots, \deg g$ に対して $h(x) - s_i$ の $\deg h - 1$ 個の根を並べたものが $[0,1]^{(\deg h - 1) \deg g}$ の中で一様分布すると予想すると密度は合成積 $E_v^{\deg g}$ で次のように与えられる ([5]).

$$Pr_\infty(f)[k] = \sum_{i_1 + \dots + i_{\deg g} = k} E_v(i_1) \cdots E_v(i_{\deg g}). \quad (5)$$

これも実験結果とよく合っている.

退化分解が二つ以上あるときの様子はわからない. 例を挙げておこう. $f(x) = h_1^3 + d = h_2(h_2 + c)^3 + d$ ($h_1 = x^4 + cx, h_2 = x^3$) の形の時, 密度は $(Pr_\infty(f)[4], \dots, Pr_\infty(f)[8]) = (1/15, 7/30, 2/5, 7/30, 1/15)$ でこれ以外の k については $Pr_\infty(f)[k] = 0$ である. これは根の間に関係式が二つ以上あるから (5) と違っていて不思議はないが数値の意味はわからない. 不思議なのは $f(x) = (x^3)^5 + 2 = (x^5)^3 + 2$ の密度が (5) で ($\deg h = 3, \deg g = 5$ として) 与えられることである. 関係式が二つあるのだが $f(x) = (x^5)^3 + 2$ からくる関係式は無視され, あたかもこの退化分解がないように振舞っている. この観察は根の和 k_p の分布についてであり, 根自身の分布がどのような振る舞いをしていいるかは調べていないし, 大体こんな多次元のを何を目標としてどうやって調べたらよいのだろうか? 更に $f(x) = g(h(x)), \deg(h) = 2$ のときは他にどんな退化分解を持っていても密度は (5) で $\deg h = 2$ として与えられる (証明済み).

上の三種の多項式の違いは何なのか? また, 多くの退化分解がある時の状況は?

2. 合同条件付き

2.1.

まずあまり知られていないと思われる分数の循環小数展開についての次の定理から始めよう ([2]).

Theorem 1. a, b を自然数で, $(10a, b) = 1, a < b$ とする. a/b の最小循環節の長さを $e = nk$ (n, k は整数) とし, $n \geq 2$ とする. このとき

$$L = (10^k - 1, b), b = BL$$

とおき,

$$a/b = 0.\dot{c}_1 \cdots \dot{c}_e$$

と表すとき

$$\begin{aligned} & c_1 \cdots c_k + c_{k+1} \cdots c_{2k} + \cdots + c_{(n-1)k+1} \cdots c_{nk} \\ & = \kappa \cdot (10^k - 1)/L \end{aligned}$$

となる。但し、 κ は

$$\kappa = \sum_{i=0}^{n-1} r_i/B, r_i \equiv 10^{ki}a \pmod{b} \quad (0 \leq r_i < b) \quad (6)$$

で定義される自然数である。もし $a = 1, n = 2$ なら κ は

$$B\kappa \equiv 2 \pmod{L}, 1 \leq \kappa \leq L$$

で一意的に決る。

注意 $10^k \equiv 1 \pmod{L}$ だから E を $10 \pmod{L}$ の位数として $k = KE$ と分解すると、

$$\begin{aligned} & (10^k - 1)/L \\ &= (10^E - 1)((10^E)^{K-1} + (10^E)^{K-2} + \dots + 1)/L \end{aligned}$$

は $1/L = 0.\dot{C}_1 \dots \dot{C}_E$ の周期 $C_1 \dots C_E = (10^E - 1)/L$ を K 回繰り返して並べたものである。特に $L = 1$ なら $(10^k - 1)/L = 9 \dots 9$ である。また κ は一般にランダムであり、それを調べるのがこの一連の研究の発端である。

ここで $f(x) = x^n - a^n$ と置くと (6) から $f(r_i) \equiv 0 \pmod{B}, r_i \equiv a \pmod{L}$ であり、 $B = p^m$ とすれば $\kappa = k_p^m$ となっている。この状況を一般化して以下の密度を考える。

$p \nmid L$ である $p \in Spl_\infty(f)$ に対して、 $f(x) \equiv 0 \pmod{p}$ の根 r_i を

$$\begin{cases} f(r_i) \equiv 0 \pmod{p}, \\ r_i \equiv 0 \pmod{L}, & (i = 1, \dots, n) \\ 0 \leq r_i \leq pL - 1, \end{cases} \quad (7)$$

を満たすように取る (中国剰余定理)。上との対応で言えば $B = p, b = BL$ で $r_i \equiv a \pmod{L}$ の代わりに $r_i \equiv 0 \pmod{L}$ とずらしている。この時 $a_{n-1} + \sum r_i = k_p p$ ($k_p \in \mathbb{Z}$) で k_p を定め

$$Pr_X(f, L)[k] := \frac{\#\{p \in Spl_X(f) \mid k_p = k\}}{\#Spl_X(f)}$$

と置くと $Pr_\infty(f, L)[k]$ が予想できる。それを述べるために次の関数 $F_n(x)$ を導入する。

$$F_n(x) := \frac{1}{(n-1)!} \sum_{0 \leq i \leq x} (-1)^i \binom{n}{i} (x-i)^{n-1},$$

ここで i は整数である。これは

$$\{(x_1, \dots, x_{n-1}) \in [0, 1)^{n-1} \mid x - 1 < \sum_{i=1}^{n-1} x_i \leq x\}$$

の体積であり

$$E_n(k) = F_n(k) \quad (1 \leq k \leq n-1, k \in \mathbb{Z})$$

となっている。このとき、 $N = (a_{n-1}, L), T = L/N$ と置くと $Pr_X(f, L)[j] \neq 0$ なら (i) $j < nT$, (ii) $(j, L) = N$, (iii) a_{n-1}/N と j/N が $\mathbb{Q}(f) \cap \mathbb{Q}(\zeta_T)$ 上同じ自己同型を引き起こす、の三条件が成立するすることがわかり、更に予想として f が非退化なら

$$Pr_\infty(f, L)[jN] = \begin{cases} \frac{[\mathbb{Q}(f) \cap \mathbb{Q}(\zeta_T) : \mathbb{Q}]}{\varphi(T)} F_n(j/T) \\ \quad ((j, T) = 1 \text{ and } [[j]] = [[a_{n-1}/N]] \text{ のとき}), \\ 0 \quad (\text{その他}). \end{cases}$$

ここで ζ_T は 1 の原始 T 乗根であり、 $[[a]]$ は円分体 $\mathbb{Q}(\zeta_T)$ で $\zeta_T \mapsto \zeta_T^a$ が引き起こす同型写像である。 f が退化の時は奇妙な分布表が得られる ([7])。

この密度は分数の循環小数展開から自然に生ずる問題で予想も綺麗であるが数論的には次節、または素数 p 自身ではなく、そのべき p^m を動かし、(7) の代わりに m, R_i を固定して

$$\begin{cases} f(r_i) \equiv 0 \pmod{p^m}, \\ r_i \equiv R_i \pmod{L}, & (i = 1, \dots, n) \\ 0 \leq r_1 \leq \dots \leq r_n \leq p^m L - 1, \end{cases} \quad (8)$$

を調べるのが面白いと思われる ($\deg f = 1$ の時から推察すると問題としては次節のほうがはるかに難しい)。

2.2.

ここからは解の順序付け (2) が生きてくる。解 r_{i,p^m} に次のような付帯条件をつける。 L を 1 より大きい整数とする。0 以上 $L-1$ 以下の整数の組 (R_1, \dots, R_n) に対して

$$r_{i,p^m} \equiv R_i \pmod{L} \quad (i = 1, \dots, n) \quad (9)$$

とし

$$\begin{aligned} Pr_X(f, m, L, \{R_i\}) \\ := \frac{\#\{p \in Spl_X(f) \mid (1), (2), (9)\}}{\#Spl_X(f)} \end{aligned}$$

を考える。 $n = 1$ のときは $Pr_\infty(f, m, L, R_1)$ は求まるが、それは Dirichlet の算術級数中の素数定理という深い定理の言い換えである。 $n \geq 2$ のときは安直な推論から

$$pr(f, m, L, \{R_i\}) := \sum_{K,q} E_n(K) \cdot L^{-(n-1)} \cdot [\mathbb{Q}(\zeta_L) : \mathbb{Q}(f) \cap \mathbb{Q}(\zeta_{L/d})]^{-1}$$

と置くと、 n が 5 以下と比較的度数が小さいとき $Pr_\infty(f, m, L, \{R_i\}) = pr$ である。ここで $d := (K, L)$, $R_f := a_{n-1} + \sum R_i$ と置き、 K, q は以下の条件を満たす整数を動く。

$$\begin{cases} 1 \leq K \leq n-1, \\ 1 \leq q \leq L, (q, L) = 1, \\ R_f \equiv Kq^m \pmod{L}, \\ [[q]] = [[1]] \text{ on } \mathbb{Q}(f) \cap \mathbb{Q}(\zeta_{L/d}). \end{cases}$$

$[[a]]$ は円分体 $\mathbb{Q}(\zeta_{L/d})$ で $\zeta_{L/d} \mapsto \zeta_{L/d}^a$ が引き起こす同型写像である。 K, q に対するこれらの条件は密度が正とすれば必要条件として得られる。

密度が $\{R_i\}$ 自身でなくもっと弱く $R_f \pmod{L}$ にのみ因るとすれば、前節のように $E_n(K)$ が $k_{p^m} = K$ となる p の密度で、 $\{R_i\}$ は $R_f \pmod{L}$ で縛られるからその密度は $1/L^{n-1}$ であり、更に q の密度として $[\mathbb{Q}(\zeta_L) : \mathbb{Q}(f) \cap \mathbb{Q}(\zeta_{L/d})]^{-1}$ が意味付けられ、 pr の意味はわかる。しかし、残念ながら (?) $n = 6$ のときには上の推論が当てはまらない例もある (密度が R_f ではなく個々の $\{R_i\}$ に依ってしまう)。当てはまる場合とそうでない場合の多項式の見分け方はわからない。ガロアかどうかとは無関係である。例えば $\mathbb{Q}(\zeta_7)$ を与える二つの非退化既約多項式 $f(x) = x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 + x + 1$, $g(x) = x^6 - 2x^5 + 18x^4 - 22x^3 + 163x^2 - 116x + 631$ について $f(x)$ に対しては $Pr = pr$ であるが、 $g(x)$ についてはそうではない。信頼できる精度のデータを得るには時間がかかり、目下数個の例を持っているだけであるが、当てはまらない場合でも二つの変換 $(R_1, \dots, R_6) \rightarrow (L-1-R_1, \dots, L-1-R_6)$ と $(R_1, \dots, R_6) \rightarrow (R_6, \dots, R_1)$ は意味があるらしく、それらの合成で密度は不変らしい。なんとか見通しを建てたいものである。

3. m を動かす

3.1.

多項式 $f(x)$ は今までと同様、整数係数で最高次の係数は 1 とする。この節では退化であっても構わない。この時

$$\begin{aligned} & \lim_{X \rightarrow \infty} \frac{\#\{p \in Spl_X(f) \mid k_{p^m} = k\}}{\#\{p \in Spl_X(f)\}} \quad (m : \text{固定}) \\ &= \lim_{X \rightarrow \infty} \frac{\#\{\ell \leq X \mid k_{q^\ell} = k\}}{\#\{\ell \leq X\}} \quad (q : \text{固定}) \end{aligned}$$

が勝手な素数 $q \in Spl(f)$ と任意の自然数 k に対して成り立つ。これは (1) の解 r_{i,p^m} の分布の状況が m を固定して p をどんどん大きくすると、逆に $q \in Spl(f)$ を固定して m をどんどん大きくするのが同じであるこ

とを示唆している。

3.2.

$p (\in Spl(f))$ を一つ任意に固定し、 $L (> 1)$ を自然数で p と互いに素とし、 $0 \leq R_1, \dots, R_n \leq L-1$ を整数とする。この時、整数 c に対して、

$$Pr_X(f, p, L, \{R_i\}; c) := \frac{\#\left\{m \leq X \mid \begin{array}{l} m \equiv c \pmod{\varphi(L)}, (1), (2), \\ r_{i,p^m} \equiv R_i \pmod{L} \ (i = 1, \dots, n) \end{array} \right\}}{\#\{m \leq X \mid m \equiv c \pmod{\varphi(L)}\}}$$

と置く。ここで前のように $f(x)$ は既約と仮定する。この時 $Pr_\infty(f, p, L, \{R_i\}; c) \neq 0$ と、ある $1 \leq \exists k \leq n-1$ に対して $R_f \equiv kp^c \pmod{L}$ となることが同値で、その時

$$Pr_\infty(f, p, L, \{R_i\}; c) = 1/(n-1)L^{n-1}. \quad (10)$$

f が 3 次式の時でも $X = 5 \cdot 10^5$ 位までの計算が必要で 4 次式の時は $X = 10^6$ でも正確なデータは得られなくて、どれくらい時間がかかるかわからず 4 次以上の時は実験していない。恐らく非退化まで仮定すれば (10) は成り立つと思うが、これは希望的観測である。退化した場合の例として $f(x) = x^4 + 1 = (x^2)^2 + 1$ 位は何とかしたいが。

4.

実験的にまだまだやり残したことはあるが時間がかかることが難点である。理論的には全然手がついていない。また、今まで考えていたのは一変数の多項式であり、多変数の多項式については考えていない。

References

[1] W. DUKE, J.B. FRIEDLANDER AND H. IWANIEC: *Equidistribution of roots of a quadratic congruence to prime moduli*, ANN. OF MATH., 141(1995), 423-441.

[2] 北岡良之: 代数入門, 金苑書房 (2012).

[3] T. HADANO, Y. KITAOKA, T. KUBOTA, M. NOZAKI: *Densities of sets of primes related to decimal expansion of rational numbers*, NUMBER THEORY: TRADITION AND MODERNIZATION, PP. 67-80, W. ZHANG AND Y. TANIGAWA, EDs. ©2006 SPRINGER SCIENCE + BUSINESS MEDIA, INC.

- [4] Y. KITAOKA: *A statistical relation of roots of a polynomial in different local fields*, MATH. OF COMP. **78**(2009), 523-536.
- [5] Y. KITAOKA: *A statistical relation of roots of a polynomial in different local fields II*, NUMBER THEORY : DREAMING IN DREAMS (SERIES ON NUMBER THEORY AND ITS APPLICATION VOL. 6), PP. 106-126, WORLD SCIENTIFIC, 2010.
- [6] Y. KITAOKA: *A statistical relation of roots of a polynomial in different local fields III*, OSAKA J. MATH. 49 (2012), 393-420.
- [7] Y. KITAOKA: *A statistical relation of roots of a polynomial in different local fields IV*, UNIFORM DISTRIBUTION THEORY 8 (2013), no.1, 17-30.
- [8] Á. TÓTH: *Roots of Quadratic congruences*, INTERNAT. MATH. RES. NOTICES 2000, 719-739.

(原稿受理日 平成 25 年 10 月 3 日)

小型風力発電機のMPPT制御

林 和彦¹⁾

MPPT Control for Small Wind Turbine

Kazuhiko HAYASHI¹⁾

Abstract

This paper deals with MPPT (Maximum Power Point Tracking) control method for a commercially available small wind turbine. The characteristics under the rectified wind produced by a large wind blower are much the same as that of the direct drive rotated by a motor. Following properties at the maximum power points are made clear by the analysis of the measured characteristics. (1) The product of wind speed and output load resistance becomes approximately constant. (2) Output voltages are approximately proportional to the wind speed. (3) The maximum output power is proportional to the wind speed cubed. A MPPT control method taking account of such properties is proposed. The MPPT control characteristics compared with the measured and simulated results are described. The characteristics by the proposed method are well tracking.

御法と制御特性^{9),10)}などについて報告する。

1. はじめに

風力エネルギーは古くから世界各地で利用されてきた^{1), 2)}。近年になってから、再生可能エネルギーが注目されるようになり、各種の風力発電機について色々な制御法が研究、提案され応用されている^{3)~5)}。

本研究では小型風力発電機を扱う。小型風力発電機は高所にある公園などに太陽電池と併用して、保安用電源などに利用可能である。その基礎特性を次の2種類の方法で測定し、MPPT (Maximum Power Point Tracking) 制御法を検討した。

(1)自然風の下では①渦流があること、②風速を任意に変えられないことなどのため、風速の変化に伴う正確な発電特性を得るのは困難である。そこで、自然風の影響を受けない広い部屋を借用し、大型のプロワーを可変速運転して、一方向の風に整流し、その下で発電特性を測定した^{6), 7)}。

(2) 風力発電機を直流電動機に直結し、可変速運転をして、発電特性を測定した⁸⁾。

上記 (1), (2) の測定結果を分析した結果から、風速の3乗に比例した出力が得られるMPPT制御法を考案した。この制御系についてのシミュレーション結果と実験結果を比較したところ両者の特性はほぼ一致することが解った。本文では風力発電機の基礎特性およびMPPT制

2. 小型風力発電機の基礎特性

2.1 風力発電機の仕様

風力発電機(クレイ工業製, PS3-K31)の仕様を表1に示す。

Table 1 Specifications of the Wind Turbine

発電機の形	水平軸型
ロータ	3枚翼型 木製ウレタン塗装仕上げ
ロータ直径	1.58m
発電機	永久磁石式三相同期発電機(16極)
定格出力	300W (定格風速 12.5m/s のとき)
最大出力電力	500W
整流回路	三相ダイオードブリッジ整流回路
強風対策	ロータ上方向偏向方式 (風速 15m/s 以上)

2.2 整流された風の下での発電特性

Fig.1に可変速大型プロワー(ブレード数: 8, 直径 1.75 m)と風の整流装置から成る実験装置を示す。プロワーの回転速度を変えて風速を可変にする。蜂の巣状の整流装置は、風の流れを同図のX軸方向への一様な流れにするために必要である。3次元(3D)のデジタルアネモメータを用いて風速を測定した結果の一例をFig.2に示す。また、自然風の下での風速の3次元分布例をFig.3に示す。

1) 電気電子工学科

1) Department of Electrical and Electronic Engineering

す。自然風の下では風速は各方向にランダムに変化するのに対し、実験装置の環境下では、風速のX軸、Y軸方向成分が小さくなり、X軸方向に一樣に整流されていることが分る。Fig.1に示すように、実験は整流装置の前面から風力発電機ブレードの回転面前面までの距離を2mに設定して行った。

Fig.4に風力発電機の出力回路を示す。発電機の出力電圧を三相ダイオードブリッジ回路で整流し、直流出力側にコンデンサCと負荷抵抗Rを接続した。

ブロワーの回転速度を調整して風速Vを1~13[m/s]までに変えるとともに、負荷抵抗R[Ω]の値を変化させ、

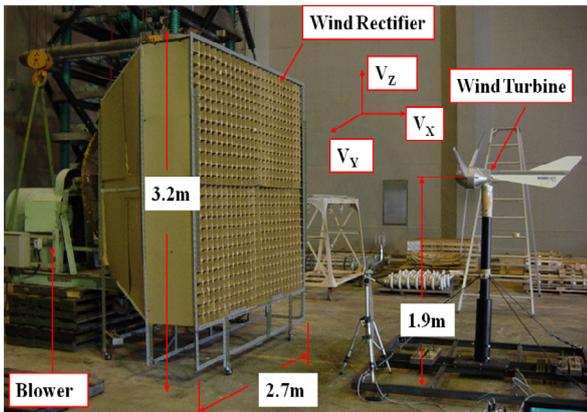


Fig.1 Fundamental setup using wind blower and wind rectifier

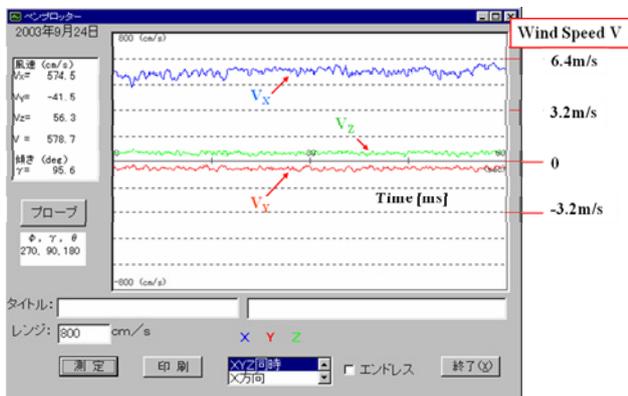


Fig.2 Wind distributions in the 3D measurement space

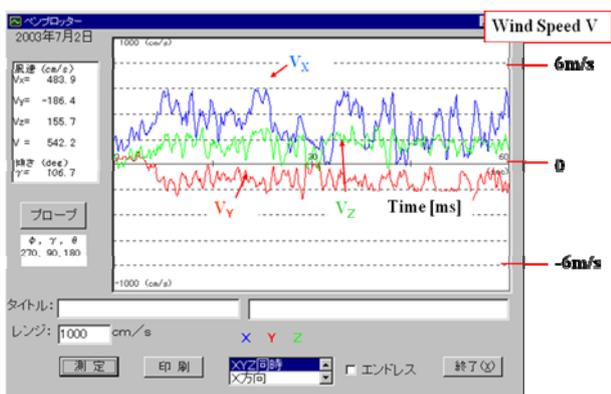


Fig.3 Natural wind distributions

各風速の下において、風力発電機の回転速度n[rpm]、整流器出力電圧Eo[V]、出力電流Io[A]を測定した。

測定は風速を上げていく場合と下げていく場合の両者について行っている。風速Vに対する回転速度nの特性をFig.5に示す。負荷抵抗値Rが小さく負荷が重くなるほど、風力発電機が始動するカットイン風速は大きくなっている。また、Fig.5に示すように、ヒステリシス特性が現れた。これは風力発電機の慣性エネルギーによるものと考えられる。風速が高くなると、回転速度は風速に比例する特性になっている。

各風速において負荷抵抗Rに供給した出力電力特性をFig.6に示す。R=4[Ω]以下では、風速を高くしていてもブレードは静止したままであった。また、一定風速の下では、出力電力が最大になる負荷状態が存在することが分った。Fig.6の特性から、最大出力電力点における風速Vと負荷抵抗Rの関係は式(1)で近似できる。

$$RV = K_R \quad (K_R = 78.6) \quad (1)$$

回転速度nに対する出力電力の特性をFig.7に示す。最大出力電力Pmaxは風速Vの3乗に比例し、供試風力発電機では、式(2)で近似できることが分った。

$$P_{max} = K_P V^3 \quad (K_P = 0.212) \quad (2)$$

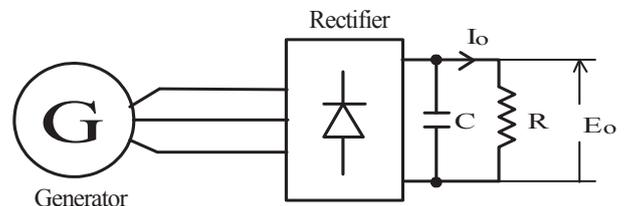


Fig.4 Output circuit of the wind generator

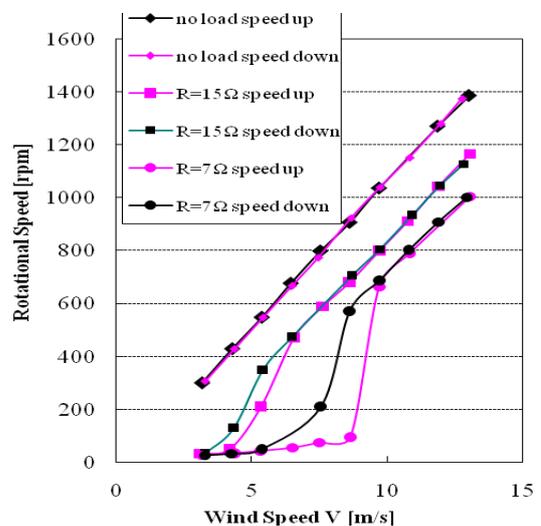


Fig.5 Rotational speed n to the wind speed V

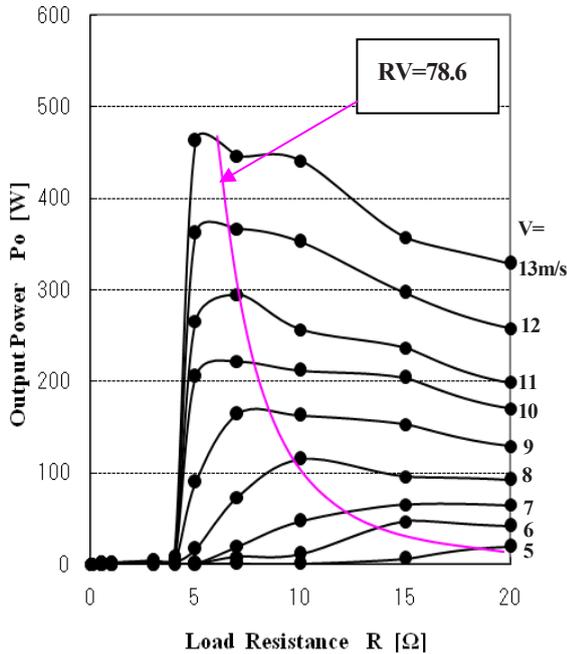


Fig.6 Output power P_o to the load resistance R

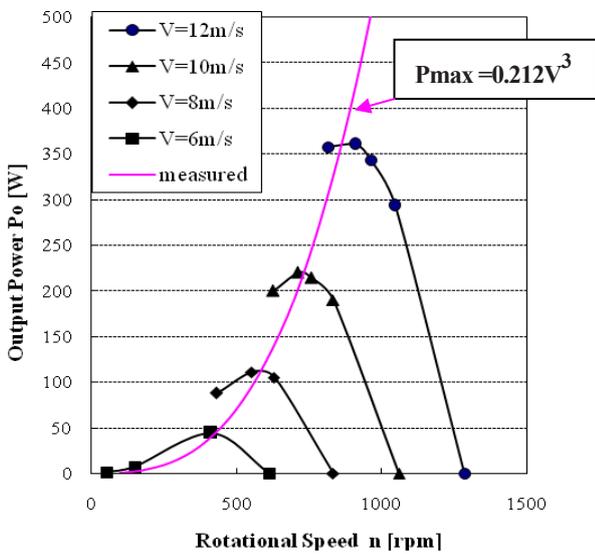


Fig.7 Output power P_o to the rotational speed n

2.3 モータ駆動による発電特性

整流された風の下での発電特性と比較するために、風力発電機の回転軸を直流電動機の回転軸に直結し、発電特性を測定した。風力発電機の出特性測定システムをFig.8に示す。直流電動機の回転速度を変えて測定した結果をFig.9, Fig.10に示す。同図には整流された風の下で測定した結果も合わせて示した。両者の特性はほぼ一致している。これらの結果から、次のことが分る。

- (1) 整流器出力電圧 E_o の値は回転速度 n に正比例し、負荷抵抗 R が小さいほど E_o は小になる(Fig.9).
- (2) 出力電力 P_o は回転速度 n の2乗に比例して増加する(Fig.10).

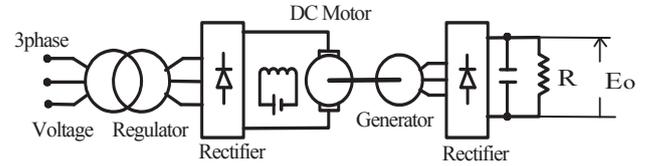


Fig.8 Output characteristics measurement system

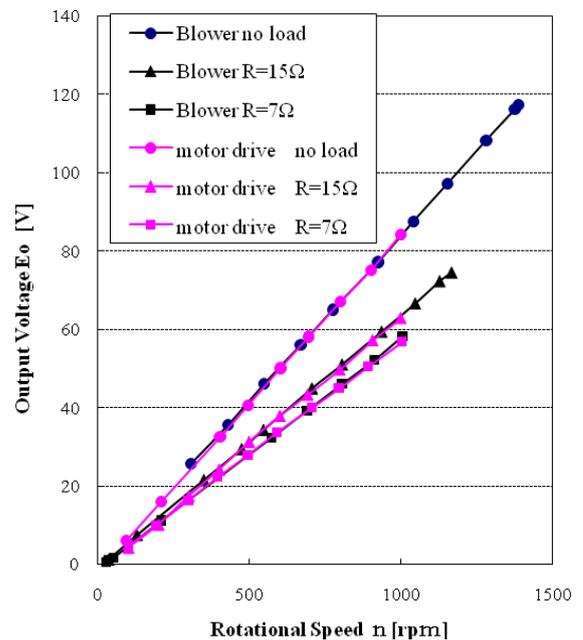


Fig.9 Output Voltage E_o to the rotational speed n

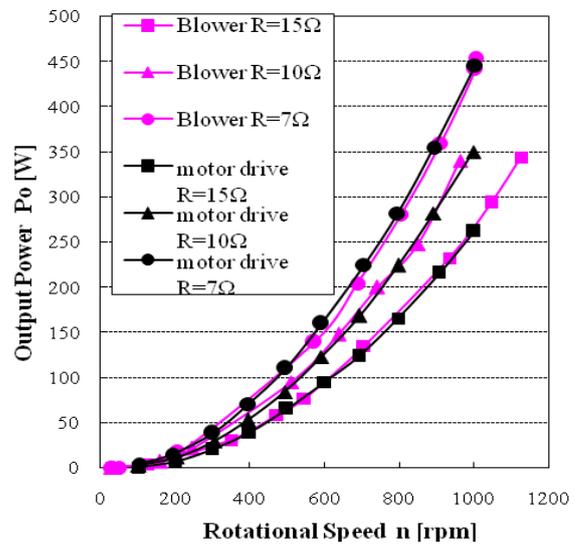


Fig.10 Output Power P_o to the rotational speed n

2.4 最大電力点における特性

最大電力点における風速 V と回転速度 n の関係を Fig.11 に示す. 両者は正比例の関係になり, その間の関係は式(3)で表せる.

$$n = K_n V \quad (K_n = 72.4) \quad (3)$$

最大電力点における風速と整流器出力電圧 E_o の特性を Fig.12 に示す. 両者もほぼ正比例の関係になり, その間の関係は式 (4) で表せる.

$$E_o = K_E V \quad (K_E = 4.09) \quad (4)$$

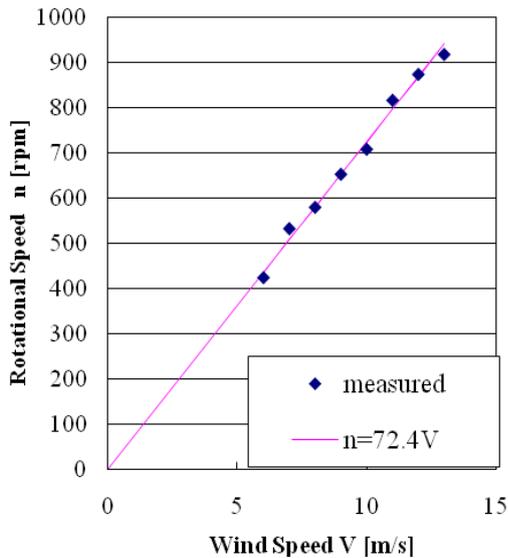


Fig.11 Rotational speed n to the wind speed V At the Maximum Power Point

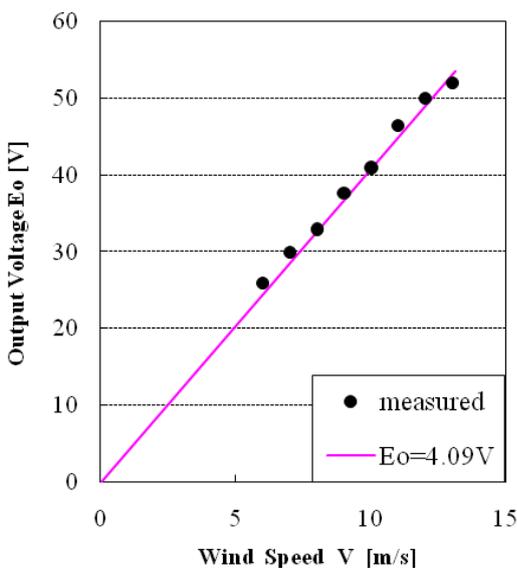


Fig.12 Output Voltage E_o to the wind speed V At the Maximum Power Point

3. MPPT 制御法

3.1 MPPT 制御法

これまでに得られた最大電力点における特性をまとめると, 次のようになる.

- (1) 風力発電機が発生する最大電力は風速の3乗に比例する【式(2)].
- (2) 風速と負荷抵抗の積はほぼ一定である【式(1)].
- (3) 風力発電機の回転速度は風速に正比例する【式(3)].
- (4) 整流器の出力電圧は風速に正比例する【式(4)].

式(1), 式(4)および $E_o = R I_o$ の関係から, 最大出力電力 P_{max} を求めると, 式(5)となり, 式(2)と同じ結果が得られる.

$$P_{max} = E_o I_o = \frac{E_o^2}{R} = \frac{K_E^2}{K_R} V^3 = K_P V^3 \quad (5)$$

従って, 式(1)と式(4)の関係を満たしていれば, 風力発電機の出力電力は風速の3乗に比例し, 最大電力点を追従制御できることになる.

式(1)と式(4)の関係から, 式(6)の関係が得られる. 本文では式(6)の関係を用いて MPPT 制御する方法を提案している.

$$E_o^2 - K I_o = 0 \quad (K = K_R K_E = 321.5) \quad (6)$$

3.2 MPPT 制御システム

MPPT 制御系の構成を Fig.13 に示す. 整流器の出力電圧 E_o を電圧センサ V_S で, 出力電流 I_o を電流センサ CT で検出し, $E_o^2 - K I_o = 0$ に制御する.

風速の変化に伴って, 整流器の出力電圧 E_o は変化する. そこで, Fig.13 のような昇圧チョップを用いた制御系を考案した. 式(6)の関係を満たすように, 昇圧チョップのデューティファクタ $d(t)$ を制御する. $d(t)$ の制御により出力電圧 V_o を制御し, バッテリー (本研究では $V_b = 150[V]$) と負荷側に流れる電流を制御する.

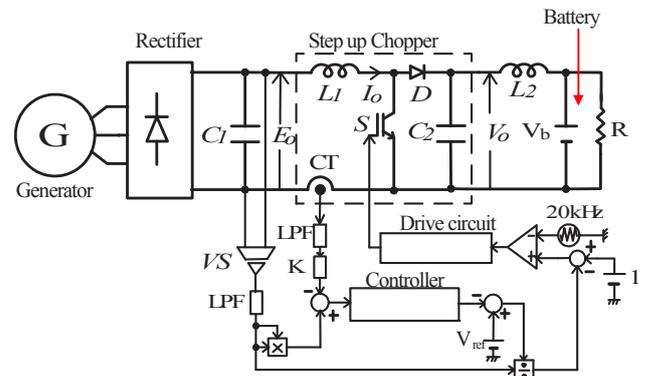


Fig.13 MPPT control system of the wind turbine

昇圧チョップの制御信号 $S(t)$ は次に示す計算から求めた。Fig.13 から式(7)が成り立つ。

$$L_1 \frac{dI_0}{dt} + V_0(1 - S(t)) = E_0 \quad (7)$$

定常状態では I_0 の微分値は0になるので、信号波 $S(t)$ は式(8)のようになる。

$$S(t) = 1 - \frac{E_0}{V_0} \quad (8)$$

この信号波と 20[kHz]の搬送波（三角波）を比較してデューティファクタ $d(t)$ の信号を発生し、IGBT(S)を制御する。コントローラとしてはPI制御器を用いた。

3.3 シミュレーション結果

シミュレーションを行うに当たって、システムに設定した制御系各部の定数を Table2 に示す。

Table 2 Parameters of the MPPT control system

チョップ部インダクタンス L_1	1mH (抵抗: 0.05 Ω)
出力インダクタンス L_2	1mH (抵抗: 0.05 Ω)
整流器出力側コンデンサ C_1	1000 μ F
チョップ部出力コンデンサ C_2	200 μ F
IGBT S の順電圧降下	2.5V
ダイオード D の順電圧降下	1.0V
バッテリー電圧	150V
チョップの昇圧基準電圧	150V
搬送波周波数	20kHz
LPF のカットオフ周波数	1000Hz

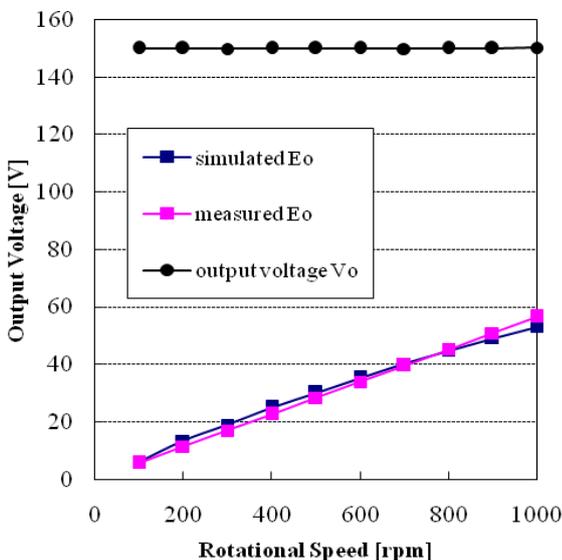


Fig.14 Characteristics of E_o and V_o (simulation)

風力発電機の定数の測定結果は、一相分当りの電気子巻線抵抗が 1.3 [Ω]、直軸インダクタンスが 0.6 [mH]、横軸インダクタンスが 0.7 [mH] であった。

定常状態における昇圧チョップの出力電圧 V_o [V] と整流器出力電圧 E_o [V] の特性を Fig.14 に示す。 E_o の特性は整流された風の下で測定した結果とほぼ一致している。

最大出力電力 P_{max} の特性を Fig.15 に示す。回転速度の高い領域を除いて、ほぼ一致する結果が得られた。

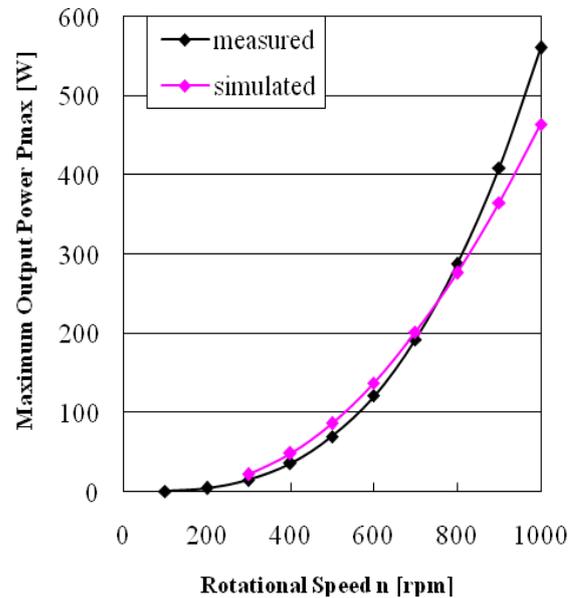


Fig.15 Characteristics of maximum output power

3.4 実機の運転特性¹⁾

実機での実験は、Fig.8 のように風力発電機を直流電動機に直結し、直流電動機を可変速運転して行った。負荷としては抵抗 R の代わりに電子負荷装置(マイウエイ技研製 APL2)を用いた。Fig.13 の制御回路部分はアナログ回路で作成し、実機のシミュレーションと運転特性の測定をした。システムに設定した定数は Table2 と同様である。Fig.16 に実機の定常状態における E_o と V_o の特性を、Fig.17 に最大出力電力の特性を示す。シミュレーションはアナログ制御回路を含めて行っているため、Fig.14 および Fig.15 の特性とは若干異なった特性になっている。実機での実験特性から、シミュレーション特性に近似した測定結果が得られることを確認した。

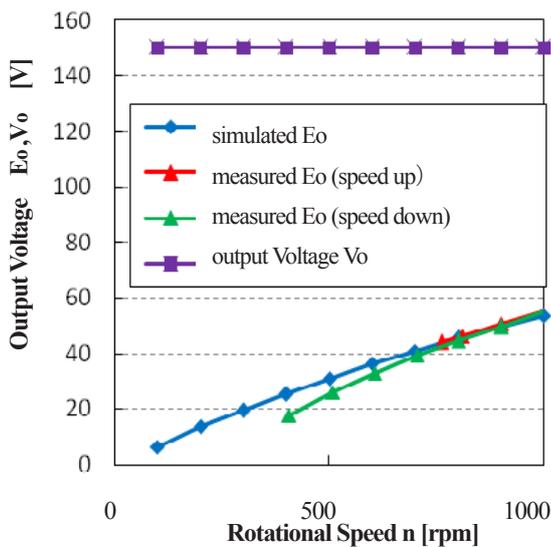


Fig.16 Characteristics of measured E_o and V_o for target wind turbine

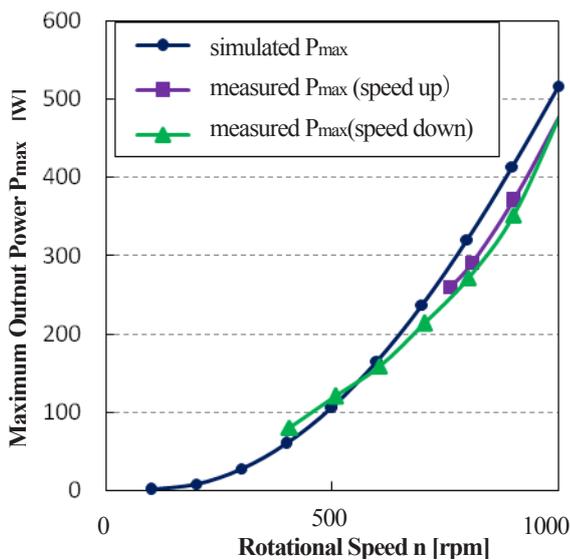


Fig.17 Characteristics of measured maximum output power for target wind turbine

4. まとめ

小型風力発電機の基礎特性を調べるため、整流された風の下での測定結果と直流電動機を可変速運転して測定した結果と比較した。両者の特性はほぼ一致することを確認した。これらの特性を分析し、風速を検出することなく、風速の変化に追従して最大電力点を追従制御できる新しいMPPT制御法を提案した。この制御系についてシミュレーションを行うとともに、実機を製作して実験を行った。これらの特性から次のようなことが分った。

- (1) 風速と風力発電機に接続する整流器出力側負荷抵抗の両者の値の積はほぼ一定になる。
 - (2) 最大電力点における回転速度は風速に正比例する。
 - (3) 最大電力点における整流器出力電圧は近似的に風速に比例する。
 - (4) 提案したMPPT制御系では、風速の3乗に比例した出力電力を発生できる。
- 今後は他の機種 of 風力発電機についてもMPPT制御特性を検証する必要がある。

謝辞

大型ブローヤや風の整流装置を設けた実験は、日本ガイシ(株)超高压研究所の広い一室を借用して行った。深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 牛山泉：風車入門，三省堂，2004
- 2) Paul Gipe:Wind Power, Chelsea Green Publishing Company, 1993
- 3) 清水幸丸：風力発電技術，パワー社，1999
- 4) Tony Burton, David Sharpe, Nick Jenkins, Ervin Bossanyi: WIND ENERGY HANDBOOK, Jon Wiley & Sons, 2001
- 5) Mukund R. Patel: Wind and Solar Power Systems, CRC Press, 1999
- 6) 林和彦, バードル・ウーラド・ナサル, 内藤克彦：小型風力発電機に関する基本的研究，名城大学総合研究所紀要, No.10, pp.61-66, 2005
- 7) 中川高志, 掛布晴保, 三村和史, 林和彦, 内藤克彦：永久磁石式風力発電機の出力特性に関する検討，平成17年電気関係学会東海支部連合大会, P-055, 2005
- 8) 山田隆志, 林和彦：小型風力発電機の等価モデルの検証，平成24年電気関係学会東海支部連合大会, F1-6, 2012
- 9) 林和彦, 内藤克彦：小型風力発電機の簡易MPPT制御法，平成20年電気学会全国大会, 7-024, 2008
- 10) Hayashi, Naito: A Study on MPPT Control Method for Small Wind Turbine, High Voltage and Electrical Insulation Conference, ALTAE 07, Paper141, pp 1-6, 2007
- 11) 山田隆志, 林和彦：小型風力発電機のMPPT制御特性，平成23年電気関係学会東海支部連合大会, 2011

(原稿受理日 平成25年10月3日)

私の 50 年間の研究において特筆すべきこと

安藤義則¹⁾

Specialized Results in My 50 Years' Research

Yoshinori ANDO¹⁾

Abstract

In my 50 years' research after graduate school in Nagoya University, I had done many world-class studies. First of all, I could provide carbon specimens which Prof. S. Iijima found carbon nanotubes. Here, I describe eight specialized results, which should be said as "the first in the world" in chronological order.

1. はじめに

私は、名古屋大学大学院工学研究科修士課程・博士課程の5年間で、それに続く名古屋大学工学部の助手の5年間、そして名城大学に移ってからの40年間、合わせて50年もの長い間、研究を続けてくることができました。その研究生活の中で、“世界初”とも言える少なくとも八つの成果を得ることができました。飯島澄男教授に、カーボンナノチューブ発見の基になる試料を提供できたことは、その最たるものです。ここでは、それらの八つの“世界初”を、年代順に記述することにします。

2. 名古屋大学における10年間の研究

私の大学院5年間は、加藤範夫教授の指導のもと、弾性歪を持つ結晶のX線回折現象を明らかにする研究を行いました。実験は、X線回折装置のLangカメラのゴニオメーターにセットした試料のX線トラバース写真やセクション写真を撮って行いました。試料は、 $\langle 111 \rangle$ 軸方向に引き上げたSiの単結晶棒から切り出した円板や正方形板であり、一軸圧縮が加えられる簡単な治具に取り付けられています。得られたX線回折強度を説明するために、Katoによってなされた歪んだ結晶によるX線回折の動力学理論¹⁻³⁾をさらに発展させました。その結果、X線回折強度は、完全結晶のそれと比較したとき、歪み勾配の大きさ(Z)とその符号、そして吸収因子(M)に依存して変化し、1より大きくなったり小さくなったりすることが分かりました⁴⁾。Fig. 1に、規格化されたX線回折強度の Z と M に対する変化の様子を示します。それ

らの実験と理論の結果は、発刊間もないJournal of Applied Crystallographyに16ページの論文として掲載されました⁴⁾。その論文の結果は、歪んだ結晶によるX線回折強度を議論するとき、今でも、しばしば引用されています。これが、1番目の世界初と言える成果です。

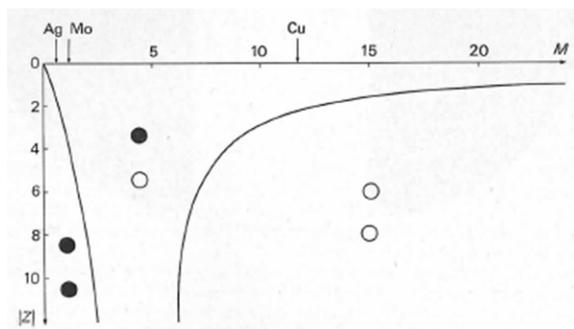


Fig. 1 Integrated intensity of absorbing distorted crystal in thickness 0.8mm. Black and white means larger and lower intensity compared to perfect crystal, respectively. Upper and lower circles correspond to positive and negative signs of Z .

その後の5年間の助手のときは、当時の美浜和弘助教授に電子顕微鏡の使い方を師事させて頂き、Al-2%Cu合金やAl-4%Cu合金の透過型電子顕微鏡研究の成果をいくつか発表しています^{5,6)}。しかし、それらは、世界初とまで言うことができるほどのことではありません。

3. 名城大学における40年間の研究

3.1 金属超微粒子の研究からSiC超微粒子の作製へ

1974年に名城大学に移ってからは、比較的手軽に電子顕微鏡試料が作製できる方法ということで、ガス蒸発法で金属の超微粒子を作製することを始めました。その

1) 材料機能工学科

1) Department of Materials Science and Engineering

装置は、日本真空製の油回転ポンプと油拡散ポンプがセットになった真空排気装置の上に、名古屋大学工学部応用物理学科工作室の平野憲一氏にお願いして作製してもらった真空ベルジャーを載せたものです。その写真を、Fig. 2 に示します。この装置は、以下に示します私の名城大学における 40 年間の研究生活で、非常に重要な役割を果たすことを確認いただけます。

また、私が名城大学に赴任した 1 年後には、上田良二教授が名古屋大学を定年退官して名城大学に移ってこられました。それを機に、日製産業の方から、上田先生のためにとって、新しい透過型の電子顕微鏡(HU-12A)を納入して頂くことができました。その電子顕微鏡の費用の原価(1,500 万円)だけでも支払えるようにという配慮を、当時の石橋新太郎理工学部長が、して頂きました。そして、1976 年に、理工学部の実験実習費で支払って貰えました。理工学部では、実験実習費の 1 割を高額物品購入費として、各学科に毎年順番に配布されていますが、その先駆けとなる制度を作って支払って頂いた訳です。また、その配布の順番の回り方が、教養教育が最初で、通常とは逆の順番になっている所以です。



Fig. 2 Arc evaporating vacuum bell-jar.

その頃(1978 年)、名古屋大学理工学部の上田研の卒業生で、豊田中央研究所に勤務されていた上垣外修巳博士(後に豊田中央研究所所長)が、上田先生の所に来られ

てニューセラミックスの話をされる機会があり、私も一緒に聞かせて頂きました。その話では、「 Si_3N_4 や SiC はファインセラミックスとも言われ、耐熱材料として、大変注目されている。」とのことでした。

そこで我々も、金属の超微粒子を作製する装置で、ファインセラミックスの超微粒子も作ってみようということになりました。手元にあった Si の単結晶の表面に黒鉛電極を接触させて通電し、Si を蒸発させようと思いました。ところが、丁度 Si が加熱されて溶けはじめようとするときに、電源ボックスの中のヒューズが飛んでしまうことが立て続けに起きました。どうしてかと疑問に思って理科年表で調べてみたら、Si が融点近くの高温になると急激に抵抗が下がるため、それまでスライダックを使って印加していた電圧のままでは、電圧が高すぎて過電流になってしまってヒューズが飛ぶらしいということが分かりました。それなら電気コンロで加熱して Si の温度を上げることによって、初めから Si を低抵抗にした状態で通電を始めれば、過電流になることはないだろうということでも試してみるということになりました。そこで真空装置の中に電気コンロを入れて、Si を加熱した状態で適当な電流を流すことによって、Si を蒸発させることに成功しました。その結果、黒鉛の電極も一緒に蒸発することができて、念願の SiC の超微粒子を作製することができた訳です⁷⁾。この方法は、1979 年に特許出願して、1984 年に特許 1191663 号として登録されています。

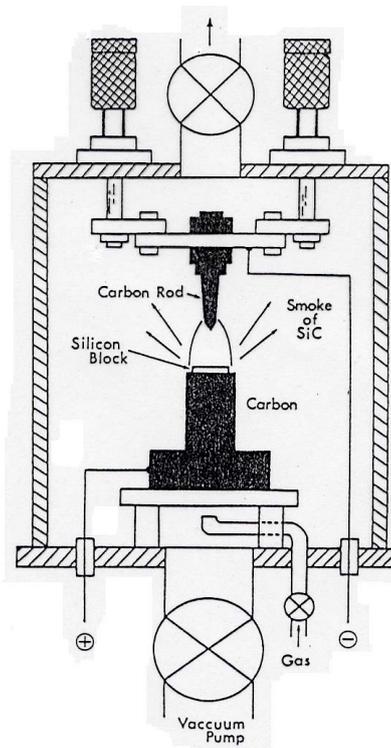


Fig. 3 Schematic diagram of arc evaporation apparatus for producing ultrafine powders of SiC.

その直接通電法による SiC の超微粒子作製の 1 年半ほど後に、分子科学研究所の装置開発室を定年退官された高橋重敏氏に、Si と黒鉛電極を少し離してアーク放電させた方がより効率的に蒸発できるのではないかと、というアイデアを頂きました。実際に、その通りであることが確認できて⁸⁾、その方法も 1981 年に特許出願し、1985 年に特許 1241048 号として登録されています。Fig. 3 に、アーク放電法による SiC 超微粒子作製装置の模式図を示します。

これら二つの特許で代表される SiC 超微粉の大量生産法の開発は、私の 2 番目の世界初と言うことができます。

3.2 フラーレン作製からカーボンナノチューブへ

1991 年の正月明けの上田シンポジウムのときに、当時三重大学の齋藤弥八助教授（現名古屋大学大学院工学研究科教授）から、上述の SiC の超微粒子作製装置を用いて、フルーレン作製の実験を一緒にやろうという呼びかけがありました。それは、ガス蒸発法で作製した炭素超微粉の中に 10% 近くものフルーレンが含まれている⁹⁾ことが、その前年に見つけられたから、我々の SiC 超微粒子作製装置を用いてフルーレンの大量作製をしようという呼びかけだった訳です。私の所では、Si を黒鉛電極で置き換えて、黒鉛と黒鉛の間のアーク放電で炭素の微粒子を作った経験もあったので、齋藤先生の呼び掛けには一も二もなく応じることができました。早速、1 月末から齋藤先生が私の研究室へ来られて、炭素煤を作製して持ち帰り、同じ三重大学の篠原久典助教授（現名古屋大学大学院理学研究科教授）の研究室で、そこからフルーレンを抽出するという実験が始まりました^{10,11)}。

たまたま、その年の 4 月から、II 部の学生のための物理学実験(4 週毎の日曜日に開講)の 1 コマを、つくばの NEC 基礎研究所の飯島澄男博士（現名城大学大学院理工学研究科教授）に非常勤講師として担当して頂くことになりました。私とペアの担当でしたので、学生への最初のガイダンスの後、私の研究室に来て頂いて、装置をお見せしながら、今、この装置でフルーレン作製をやっているのだと説明しました。飯島先生は、前年のフルーレンの大量作製法の発表以来⁹⁾、世界中でフルーレンフィーバーが起きていることはよくご存じでした。私の装置を見て、「自分は、今さらフルーレン研究の後追いをする気はないけれど、ここにある電極についているのもカーボンだね。これを持って行って、高分解能透過型電子顕微鏡(HRTEM)で調べてみては良いですか?」と尋ねられました。それは、蒸発台の上に放置されたフルーレン作製に使った使い古しの黒鉛電極(陰極)で、先端に炭(すみ)のような堆積物が数 mm の厚さに付着したものでし

た。「もちろん良いですよ。どうぞ調べてみてください。」と言ってお渡ししました。それは、私にとっては単なる廃棄物でしたが、1980 年代初頭から種々のカーボンの高分解能 TEM 像を調べて来られていた飯島先生にとっては、全く違って“宝の山”に見えたのでした。

その後、7 月終わり頃の日曜日、飯島先生と一緒に日進のテニスコートに行く途中の車中で、「この前の試料はとても面白く、今まで見たこともないファイバー状のカーボンが沢山できていたから、もっと色々な条件で作ってみてくれませんか?」と頼まれました。その時は、まだカーボンナノチューブという名前は付けられていなかったのですが、まさにカーボンナノチューブ発見の第 1 報だった訳です。その論文は、その年の 11 月に Nature に発表されました¹²⁾。その論文の最後の謝辞のところに、「I thank Y. Ando for the carbon specimens.」と私の名前を書いて頂いています。それ故、「私は、カーボンナノチューブの生みの親であり、名城大学は、カーボンナノチューブ発祥の地である」と宣伝することにしています。

このカーボンナノチューブ発見の試料を飯島先生に提供できたことが、私の第 3 の世界初と言えます。

3.3 種々の条件下でのカーボンナノチューブ作製

黒鉛を直流アーク放電で蒸発させたとき、陰極上に堆積した炭素質の固まりの中に、カーボンナノチューブができていたことが見つけられた訳です。その構造は、炭素原子が六角網目の平面状に配列したグラフェンシートを筒状に巻いた形であり、そのグラフェンの筒が同心円状に何層も重なった多層カーボンナノチューブであることが最初の論文で解明されました¹²⁾。しかもその直径は、数 nm から数 10nm とナノメートル・オーダーであり、極めて細いことが分かったのです。そのカーボンナノチューブの発見以来、私も種々の条件下でカーボンナノチューブを作製していくこととなります。

もともとカーボンナノチューブは、SiC の超微粉を作製するための Fig. 3 の装置で作製していた訳ですから、雰囲気ガスとしては、通常のガス蒸発に使われる不活性ガス(He や Ar) が導入できるように配管されています。それ以外に、SiC の超微粉の場合は、純 Si の粒子の混入を防ぎ、ストイキオメトリーを上げるために、CH₄ ガスが有効であることが分かっていたから⁸⁾、CH₄ ガスもすぐに導入できるように配管されていました。そこで、雰囲気ガスとして 3 種類のガス (He, Ar, CH₄) をそれぞれ Fig. 2 の真空容器に適当なガス圧まで充填して、直流アーク放電で黒鉛電極の蒸発を行ってみました。その結果、He や Ar ガス中の蒸発でも確かに多層カーボンナノチューブはできるけれども、CH₄ ガス中の黒鉛蒸発の

方が、より多く多層カーボンナノチューブが作製できることが分かりました¹³⁾。Fig. 4に、CH₄ガス中の黒鉛蒸発で作製した多層カーボンナノチューブ(MWNTs)のSEM像を示します。この頃、C₆₀に代表されるフラーレンは、水素原子を含む雰囲気ガス中のアーク蒸発では作製できないことが分かっていたので、カーボンナノチューブとフラーレンでは、作製条件に決定的な違いがあることが明らかになったのです¹⁴⁾。

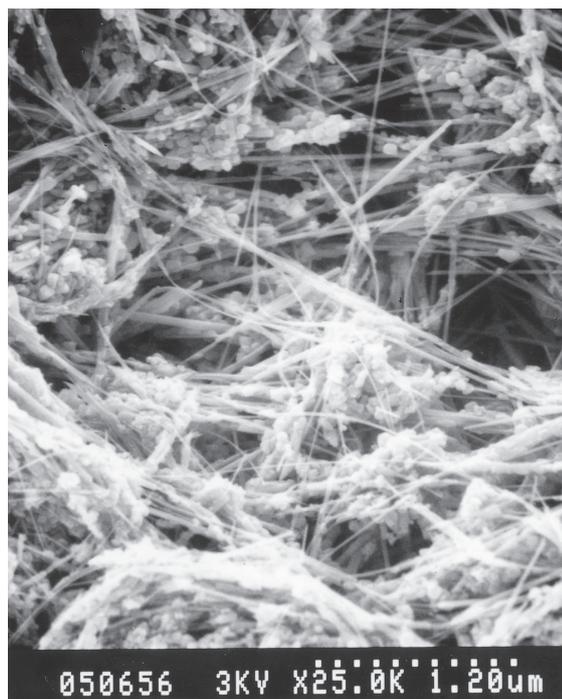


Fig. 4 SEM image of MWNTs and carbon nanoparticles produced by CH₄ ambient arc discharge.

CH₄ ガス中の黒鉛蒸発の利点を明らかにするために、CH₄ ガス中蒸発後の雰囲気ガスを質量分析して成分を調べてみました。その結果、CH₄ ガスがアーク放電後に熱分解して、次式(1)のような化学反応が生じていることが分かりました¹⁵⁾。



そうだとしたら、CH₄ ガス中アーク放電のみならず、C₂H₂ ガス中のアーク放電も意味があるのではないかと思われましたので行ってみました。結果として、C₂H₂ ガス中蒸発の場合でも、CH₄ ガスの場合と同じく多層カーボンナノチューブが多く作製できることが明らかになりました。それでは、純粋な H₂ ガス中のアーク放電ではどうなるかを確かめてみたところ、CH₄ ガスや C₂H₂ ガスよりも、さらに良質の多層カーボンナノチューブが作製できることが明らかになりました¹⁶⁻¹⁷⁾。そして、その純粋な H₂ ガス中のアーク放電は、以下に記述するいくつかの世界初につながっていくのです。しかし、後になって分かったことなのですが、H₂ ガス中でアーク放

電を行うということ自体は、我々よりも前にアメリカで行われていた¹⁸⁾という報告がありますので、我々が世界初という訳ではありません。

3.4 グラフェンの発見

H₂ ガス中アーク放電で作製した陰極堆積物を詳しく調べた結果、堆積物の中心を含む数mmの厚さの部分には結晶性の高い高品質の多層カーボンナノチューブができていたことが分かりました。その分厚い堆積物の外側に、薄くではありますが、陰極表面の色が黒く変わる程度に堆積物ができていたことが分かりました。その部分を走査型電子顕微鏡(SEM)で観察すると、Fig. 5に示すようなバラの花のような粒子状の物質が無数に集まっていることがわかりました¹⁶⁾。我々は、それを“炭素のバラ”と名付けましたが、個々の一片は数枚のグラフェン層が不規則に集合して構成されたものです。

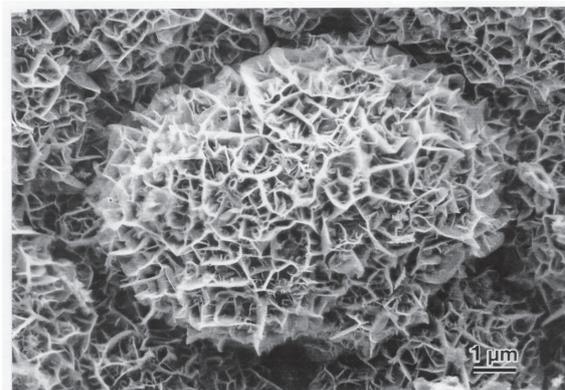


Fig. 5 SEM image of “carbon rose” (graphene layer).

類似の構造を持つ物質は、後に全く異なる方法で作製され、“カーボンナノウォール”といった名前も付けられています¹⁹⁾。さらに、2004年には、究極の1枚のグラフェン層が作られ²⁰⁾、それを作った人たちは2010年にノーベル物理学賞を受賞しています。

我々も、そのグラフェン膜の先駆けとなる試料を作ることができたという意味で、これは、私の第4の世界初とすることができます。

3.5 最内殻の極めて細い多層カーボンナノチューブ

H₂ ガス中アーク放電で作製した陰極堆積物の主要部分には、高結晶性の多層カーボンナノチューブが作製できています。Fig. 6(a)に、H₂ ガス中アーク放電で作製したMWNTsのSEM像を示します。Fig. 6(b)には、500°Cで20分間赤外線照射して、ナノ粒子が除去できて精製できたMWNTsのSEM像を示します²¹⁾。

個々の多層カーボンナノチューブを高分解能TEMで観察すると、内側まで間隔0.34nmで規則正しく詰まった多層カーボンナノチューブができていたことが確認さ

れます¹⁶⁻¹⁷⁾。最内殻の直径は極めて細く、1nm を切るものもあることが分かってきました。

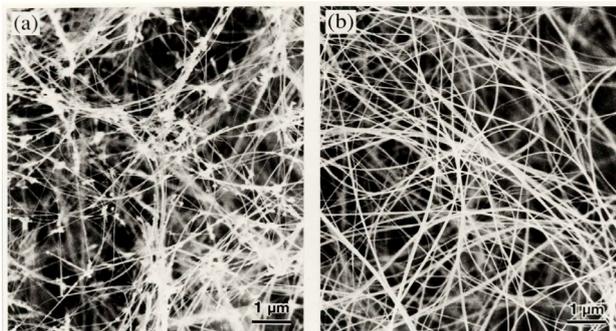


Fig. 6 SEM micrographs of MWNTs produced by H₂ arc discharge. (a) as grown, (b) thermally purified.

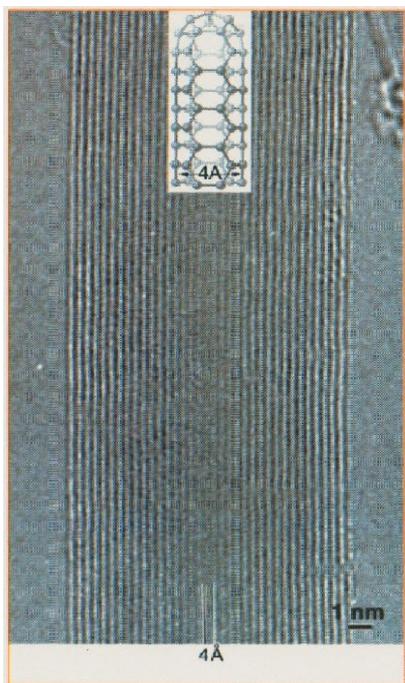


Fig. 7 HRTEM image of 4 Å innermost diameter tube.

Fig. 7 に最内殻の直径 4 Å の多層カーボンナノチューブの高分解能 TEM 像を示します²²⁾。後に、4 Å よりさらに細い最内殻の直径 3 Å の多層カーボンナノチューブも作製できていることを報告することになります²³⁾。

また、これらの最内殻の極めて細い多層カーボンナノチューブにレーザー光を照射して、ラマンスペクトルをとると、最内殻の直径の逆数に比例した 500cm⁻¹ を超える大きな波数の所にまで、ラジアルブリージングモード (RBM) と呼ばれるピークがちゃんと観測できることが確認できました²⁴⁾。このように、多層カーボンナノチューブの最内殻が極めて細いことによって、その逆数に比例する RBM ピークが観測できたのも我々が最初でした。

このようにして、最内殻の極めて細い 4 Å を切る多層カーボンナノチューブが作製できたことは、私の第 5 の世界初と言うことができます。

3.6 カーボンナノワイヤの作製

H₂ ガス中アーク放電で作製した最内殻の極めて細い多層カーボンナノチューブ(MWNT)の中には、最内殻の中心に一本の炭素チェーンを含むものまであることが分かりました。我々は、それをカーボンナノワイヤ(CNW)と名付けました²⁵⁾。Fig. 8(a)と(b)に、CNW の高分解能 TEM 像の二つの例を示します。C-chain と書かれているのは、最内殻の中心に挿入された炭素チェーン(C-chain)の高分解能 TEM 像であることを示します²⁵⁾。Fig. 8(a)は、右側半分は C-chain が挿入された CNW であるのに対し、左側半分には C-chain が挿入されていないことが分かります。また、Fig. 8(b)では、先端まで C-chain が挿入されて、キャップが閉じた二つの CNW が同時に一つの MWNT の中に取り込まれていることが分かります。

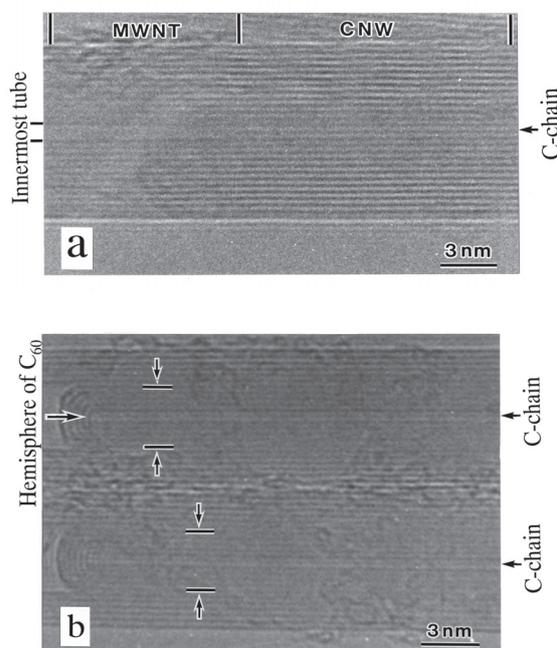


Fig. 8 (a) and (b). Two HRTEM images of CNWs.

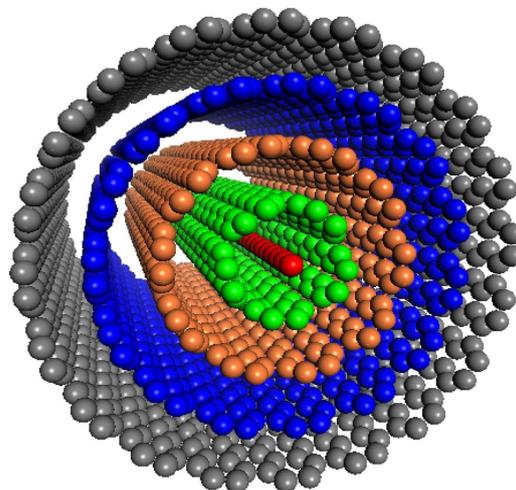


Fig. 9 Atomic model of CNW including C-chain.

中心に炭素チェーンを含む CNW の原子モデルを, Fig. 9 に示します²⁵⁾. このような試料にレーザー光を照射して, ラマンスペクトルをとると, 通常のグラファイトや多層カーボンナノチューブでは観測されない 1800cm^{-1} を超える高い波数の領域に, 2 または 3 本の強いラマンピークが生じることを見出しました. Fig. 10 に, そのラマンスペクトルの例を示します. その図では, 雰囲気ガスとして H_2 ガスを使っても, その同位元素である D_2 ガスを使っても, ほとんど同じようにピークが現れることが確認できます²⁶⁾. この結果, 1800cm^{-1} を超える高い波数のピークは, それ自身の構造に由来すると考えられます.

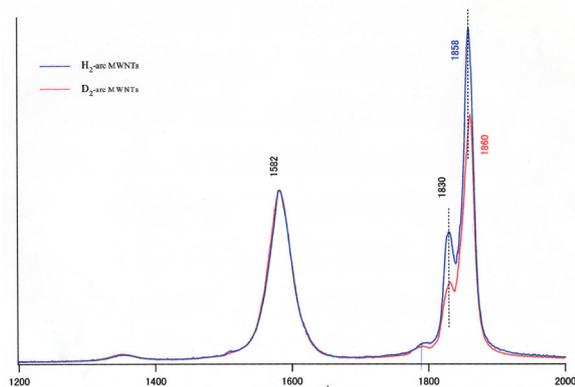


Fig. 10 Raman spectrum of CNWs in high frequency range.

Transverse axis is wave number in the unit of cm^{-1} .
y-axis is Raman intensity in arbitrary unit. Blue line and red lines mean H_2 -arc and D_2 -arc, respectively.

このように, 中心に炭素チェーンを含む CNW が作製できたことが, 私の第 6 の世界初です.

3.7 単層カーボンナノチューブ巨大ネットの作製

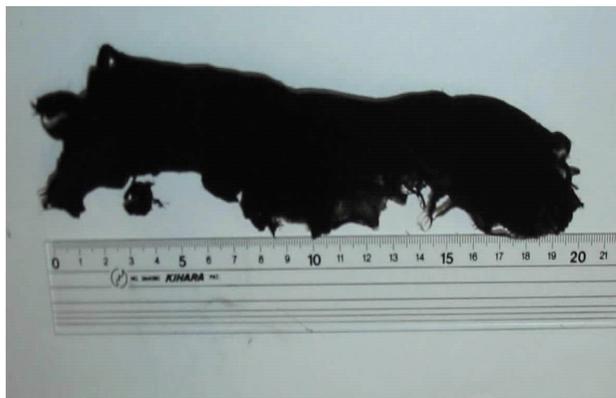


Fig. 11 Photograph of macroscopic net of SWNTs.

2000 年頃までは, 我々はカーボンナノチューブの発見の経緯にこだわって, 多層カーボンナノチューブの作製に主力を注いでいました. しかし, グラフェンシートが 1 重にだけ巻いた単層カーボンナノチューブ(SWNT)が, 金属触媒入りの黒鉛電極を適当な雰囲気ガス中でアーク

蒸発することによって作製できることが, MWNT の発見の 2 年後(1993 年)に見つけられていました²⁷⁻²⁸⁾. 1995 年に中国から来日して以来, 我々の研究室でポスドクをしていた趙新洛博士が, 2000 年頃に, 「我々の研究室でも, SWNT の作製もやりましようよ。」と持ちかけてきましたので, 応じることにしました. そして, Journet らによって行われた Ni4%+Y1%の触媒を用いる方法²⁹⁾を発展させ, 電極を 30° の鋭角に対置させてアーク放電して, SWNT が大量に作製できる APJ 法を開発しました³⁰⁾.

さらに, 金属触媒として Fe を選び, 雰囲気ガスとして $\text{H}_2 + \text{Ar}$ の混合ガスを用いることにより, SWNT の 10cm 以上に広がる巨大ネットを作製することに成功しました³¹⁾. Fig. 11 に, 数分間の蒸発で作製した SWNT の巨大ネットの写真を示します. これだけの SWNT の巨大ネットの質量は, わずか 20mg です. このような SWNT の巨大ネットを 1 ㍉の容器に入れた写真を Fig. 12 に示します. その質量はわずか 1g です. いかに, かき密度が小さいかを確認頂けます.

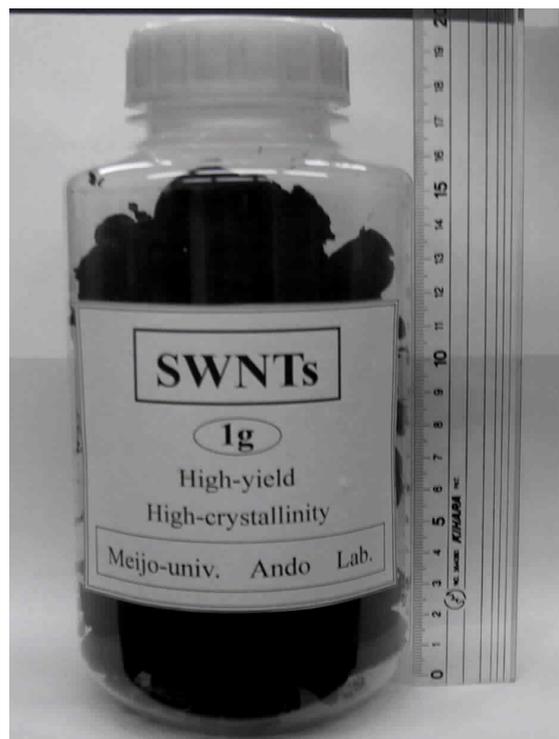


Fig. 12 Photograph of macroscopic SWNTs net bottled in 1liter bottle, which mass is only 1g.

このように, SWNT の巨大ネットが作製できたことが, 私の第 7 の世界初です.

3.8 樟脳を先駆体とするカーボンナノチューブ作製

ここまで述べてきたカーボンナノチューブの作製法は, MWNT の場合も SWNT の場合も, アーク放電法に限られていました. それに対して, 2000 年 11 月に IIT

Bombay から日本学術振興会の外国人特別研究員として私の研究室に来た Mukul Kumar 博士は、化学気相成長法 (CVD) でカーボンナノチューブを作製することを試みました。通常の CVD 法と異なるのは、炭素源として樟脳 (camphor: $C_{10}H_{16}O$) を用いたことです³²⁻³³⁾。そして、下地を用いた場合は、下地の上に垂直に成長した多層カーボンナノチューブを作製することができました。Fig. 13 に、Si 基板上に垂直に配向したカーボンナノチューブの SEM 像を示します。

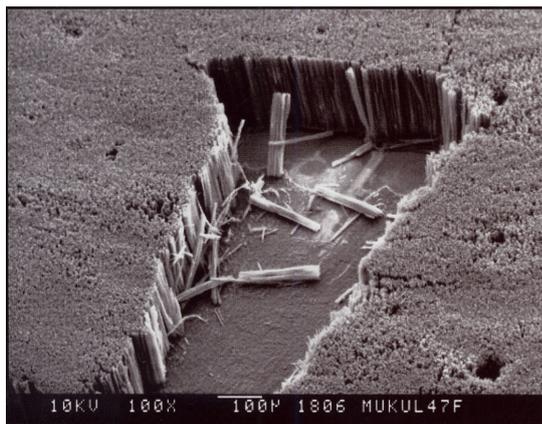


Fig. 13 SEM micrograph of MWNTs grown by CVD.

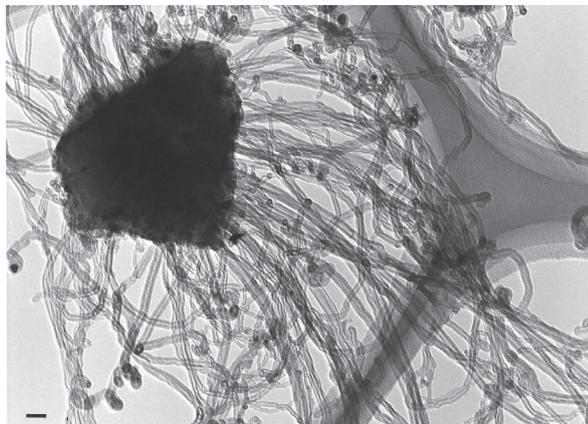


Fig. 14 TEM micrograph of CVD grown MWNTs from camphor using Fe-Co/zeolite support.



Fig. 15 Rotary kiln apparatus for mass producing MWNTs.

また、ゼオライトに Fe や Co 触媒などを含有させたときは、樟脳を先駆体とする多層カーボンナノチューブの大量作製が可能になりました³⁴⁾。Fig. 14 に、Fe-Co 触媒をゼオライトに担持させて、樟脳を前駆体として、CVD 法で作製した MWNTs の TEM 像を示します。この方法は、工業的に用いられているロータリーキルンを用いて、生産量 300g / 時間の中規模生産が可能になっています³⁵⁾。Fig. 15 は、(株)名城ナノカーボンに設置されているロータリーキルンを用いた中規模生産装置の写真です。

このように、我々のグループで、樟脳を先駆体とする CVD 法によるカーボンナノチューブの作製に成功したことは、第 8 の世界初ということができます。

4. おわりに

私の名古屋大学における 10 年間と、名城大学に移ってからの 40 年間の合計 50 年にわたる研究生活で、実に多くの、八つにまとめられるような、“世界初”とも言える成果を挙げることができました。これは、私の研究テーマが理学的なものであり、そういったことに向いていたということは間違いないでしょう。さらに、理学系と言っても、たまたま私の対象としたテーマが、成熟段階と言うよりは、比較的初期の段階で、世界初の挑戦に向いていたということも確かでしょう。おそらく、私の研究テーマが工学系の研究だったら、そのようなことは難しかったと言えるでしょう。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、多くの文部科学省の科学研究費、21 世紀 COE プログラム、知的クラスター創成事業、東海広域知的クラスター創成事業などの大型プロジェクトなど多くの援助を受けました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) N. Kato: J. Phys. Soc. Japan, Vol. **18**, p.1785, 1963.
- 2) N. Kato: J. Phys. Soc. Japan, Vol. **19**, p. 67, 1964.
- 3) N. Kato: J. Phys. Soc. Japan, Vol. **19**, p. 971, 1964.
- 4) Y. Ando, N. Kato: X-ray Diffraction Phenomena in Elastically Distorted Crystals, J. Appl. Cryst., Vol. **3**, pp.74-89, 1970.
- 5) Y. Ando, K. Mihama, T. Takahashi, Y. Kojima: Growth of Guinier-Preston Zones and the θ'' -Phase in Al-4%Cu Alloys, J. Cryst. Growth, Vol. **24/25**, pp.581-584, 1974.

- 6) 高橋恒夫, 小島陽, 美浜和弘, 安藤義則: 微量 Sn を含む Al-2%Cu 合金の析出過程について, 軽金属, Vol. **26**, pp.587-593, 1976.
- 7) Y. Ando, M. Ohkohchi, R. Uyeda: Preparation of Ultrafine Powder of SiC by a Modified Gas Evaporation Method, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. **19**, pp. L693-L694, 1980.
- 8) Y. Ando, M. Ohkohchi: Production of Ultrafine Powder of β -SiC by Arc Discharge, J. Cryst. Growth, Vol. **60**, pp. 147-149, 1982.
- 9) W. Krätschmer, L. D. Lamb, K. Fostiropoulos, D. R. Huffman: Nature, Vol. **347**, p.354, 1990.
- 10) Y. Saito, H. Shinohara, S. Saito, Y. Ando, T. Noda: X-ray Emission Spectrum of Solid C₆₀, J. Phys. Soc. Japan, Vol. **60**, pp. 2518-2521, 1991.
- 11) Y. Saito, N. Suzuki, H. Shinohara, Y. Ando: Structure and Morphology of Solid C₆₀/C₇₀ and C₆₀ Grown from Benzen Solution, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. **30**, pp. 2857-2862, 1991.
- 12) S. Iijima: Helical microtubules of graphitic carbon, Vol. **354**, pp. 56-58, 1991.
- 13) Y. Ando: The Preparation of Carbon Nanotubes, Fullerene Science & Technology, Vol. **2**, pp. 173-180, 1994.
- 14) Y. Tai, K. Inukai, T. Osaki, S. Tanemura, Y. Ando: Identification of compounds produced through contact arc vaporization of graphite under CH₄ ambience, Chem. Phys. Lett., Vol. **224**, pp.118-122, 1994.
- 15) M. Wang, X. Zhao, M. Ohkohchi, Y. Ando: Carbon Nanotubes Grown on the Surface of Cathode Deposit by Arc Discharge, Fullerene Science & Technology, Vol. **4**, pp. 1027-1039, 1996.
- 16) Y. Ando, X. Zhao, M. Ohkohchi: Production of Petal-like Graphite Sheets by Hydrogen Arc Discharge, Carbon, Vol. **35**, pp. 153-158, 1997.
- 17) X. Zhao, M. Ohkohchi, M. Wang, S. Iijima, T. Ichihashi, Y. Ando: Preparation of High-Grade Carbon Nanotubes by Hydrogen Arc Discharge, Carbon, Vol. **35**, pp. 775-781, 1997.
- 18) X. K. Wang, X. W. Lin, V. P. Dravid, J. B. Ketterson, R. P. H. Chang: Appl. Phys. Lett., Vol. **323**, pp. 580-585, 1995.
- 19) M. Hiramatsu, K. Shiji, H. Amano, M. Hori: Appl. Phys. Lett., Vol. **84**, pp. 4708- , 2004.
- 20) K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S. V. Dubonos, I. V. Grigorieva, A. A. Firsov: Science, Vol. **306**, pp. 666- , 2004.
- 21) Y. Ando, X. Zhao, M. Ohkohchi: Sponge of Purified Carbon Nanotubes, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. **37**, pp.L61-63, 1998.
- 22) L. C. Qin, X. Zhao, K. Hirahara, Y. Miyamoto, Y. Ando, S. Iijima: The smallest carbon nanotube, Nature, Vol. **408**, p50, 2000.
- 23) X. Zhao, Y. Liu, S. Inoue, T. Suzuki, R. O. Jones, Y. Ando: Smallest Carbon Nanotubes Is 3 Å in Diameter, Phys. Rev. Lett., Vol. **92**, 125502/pp.1-3, 2004.
- 24) X. Zhao, Y. Ando, L. C. Qin, H. Kataura, Y. Maniwa, R. Saito: Radial breathing modes of multiwalled carbon nanotubes, Chem. Phys. Lett., Vol. **361**, pp.169-174, 2002.
- 25) X. Zhao, Y. Ando, Y. Liu, M. Jinno, T. Suzuki: Carbon Nanowire Made of a Long Linear Carbon Chain Inserted Inside a Multiwalled Carbon Nanotube, Phys. Rev. Lett., Vol. **90**, 187401/pp.1-4, 2003.
- 26) M. Jinno, Y. Ando, S. Bandow, J. Fan, M. Yudasaka, S. Iijima: Raman scattering study for heat-treated carbon nanotubes: The origin of $\approx 1855\text{cm}^{-1}$ Raman band, Chem. Phys. Lett., Vol. **418**, pp.109-114, 2006.
- 27) S. Iijima, T. Ichihashi: Nature, Vol. **363**, pp.603-605, 1993.
- 28) D. S. Bethune, C. H. Kiang, M. S. de Vries, G. Gorman, R. Savoy, J. Vazquez, R. Beyers: Nature, Vol. **363**, pp.605-607, 1993.
- 29) C. Journet, W. K. Maser, P. Bernier, A. Loiseau, M. L. de la Chapelle, S. Lefrant, P. Daniard, R. Lee, J. E. Fisher: Nature, Vol. **388**, pp.756-758, 1997.
- 30) Y. Ando, X. Zhao, K. Hirahara, K. Suenaga, S. Bandow, S. Iijima: Mass production of single-wall carbon nanotubes by the arc plasma jet method, Chem. Phys. Lett., Vol. **323**, pp.580-585, 2000.
- 31) X. Zhao, S. Inoue, M. Jinno, T. Suzuki, Y. Ando: Macroscopic oriented web of single-wall carbon nanotubes, Chem. Phys. Lett., Vol. **373**, pp.266-271, 2003.
- 32) M. Kumar, X. Zhao, Y. Ando, S. Iijima, M. Sharon, K. Hirahara: Carbon nanotubes from camphor by catalytic CVD, Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. **387**, pp.117-121, 2002.
- 33) M. Kumar, Y. Ando: A simple method of producing aligned carbon nanotubes from an unconventional precursor - Camphor, Chem. Phys. Lett., Vol. **374**, pp.521-526, 2003.
- 34) M. Kumar, Y. Ando: Controlling the diameter distribution of carbon nanotubes grown from camphor on a zeolite support, Carbon, Vol. **43**, pp.533-540, 2005.
- 35) M. Kumar, Y. Ando: Carbon nanotube synthesis and growth mechanism, Nanotechnology Perceptions, Vol. **6**, pp. 7-28, 2010.

総合論文「摩擦圧接の基礎的圧接特性に関する研究」

小林明彦¹⁾

Comprehensive Report: Study on the Fundamental Characteristics of Friction Welding

Akiyoshi KOBAYASHI¹⁾

Abstract

Recently, it has been clarified that the friction welding has many advantages as the joining technique from the perspective of environmental protection and energy conservation. This report is summarized about the fundamental characteristics of friction welding, achieved by author et al. since 1976. The clarifications of friction welding characteristics are examined based on the joined strength, the macro and micro structure of interface, the temperature change during friction and so on under various friction welding conditions. Friction welding tests were done for the similar materials and dissimilar materials.

1. はじめに

摩擦は、いうまでもなくエネルギー消失現象である。このため、省エネルギーによる地球環境・地球温暖化問題に対応しさらなる高機能・高精度が要求される現代の各種機械においては、摩擦をいかに減ずるかまたいかにコントロールするかが最重要命題となっている。

一方、摩擦圧接は、その名が示すとおり摩擦を利用した接合技術であり、機械対偶では最もカタストロフィックな摩擦現象である「焼付き」を巧みに利用した接合技術である。摩擦圧接は、1954年にソ連の A. T. Chudikov が旋盤を改造した摩擦圧接機により、金属丸棒の接合に成功したのがその始まりである¹⁾。我が国では、新しい接合技術として注目されはじめた摩擦圧接を組織的に研究するため、1964年に「摩擦圧接懇談会（現（一社）摩擦接合技術協会）」が発足し鋭意研究がなされてきた。その結果、摩擦圧接は現在の強いニーズである環境にやさしい接合技術として、また高機能複合部材創製技術として優れた特性を有することが明らかになり、近年改めて高い注目を集め、自動車産業をはじめ土木建設分野における異形鉄筋接合技術として、さらにはリニア新幹線用

超伝導部材など、多くの分野で利用される技術となってきた。

本報告は、1975年以来筆者らが行ってきた各種同種金属および異種金属の摩擦圧接に関し、得られた摩擦圧接特性に関する基礎的特性や知見について報告する。

2. 摩擦圧接技術の特徴¹⁾

摩擦圧接は、接合に摩擦を利用していながら以下のような特長を有する。

- 1) 機械的回転エネルギーを利用し接合部を直接摩擦によって接合するため、接合に利用されるエネルギーの集中性がよく、また要するエネルギーが少ない。
- 2) 加熱領域が回転軸対象であることから、溶接変形が少なく寸法精度が高い。
- 3) 接合の主体が固相接合であるため、融接では不可能な異種材料の接合が可能である。
- 4) 他の溶接法のように溶接棒や溶剤を必要とせず、また溶接中有害ガス等を発生しない。
- 5) 一度圧接条件が定めれば、要求を満たす継手が再現性よく得られる。
- 6) 摩擦圧接過程の制御条件が、回転数、加圧力（摩擦

1) 機械工学科,

1) Department of Mechanical Engineering,

推力, アプセット推力), 寄り代または圧接時間 (摩擦時間およびアプセット時間), アプセットタイミングであることから, 制御しやすく安定度が高く自動化しやすい。

一方, 制約条件として

- 1) 少なくとも一方の母材は円形断面が望ましく, 高速回転に耐えられる材料である必要がある。
 - 2) 両素材および素材把握部は, 摩擦過程初期および回転停止時に生じる大きなトルクに耐える強度が必要である。
- 等が挙げられる。

3. SC材の摩擦圧接特性

3.1 同種SC材の摩擦圧接

筆者らが摩擦圧接の研究を進めるにあたり, まず摩擦圧接材料としては, 最も一般的で工業的利用度が高い各種機械構造用炭素鋼 (SC 材) を用いて行った。摩擦圧接機は, Fig.1 に示すように中古の小型旋盤ベッドを利用してブレーキ方式のものを製作した。最大使用圧力 200MPa, 使用電動機 5.5kW, 最高回転数 4100 min^{-1} , 回転停止方法は市販 DB ユニットによる直流励磁式である。また摩擦圧接過程中のトルクとスラストは加圧側シリンダロッドに歪みゲージを貼付し検出した。

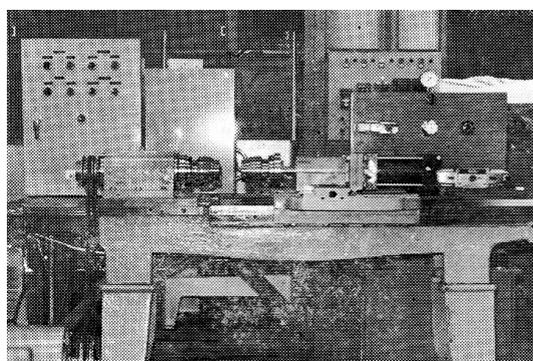


Fig.1 Friction Welding Machine

最初に行った熱間圧延 S25C 材による実験の結果²⁾, 各種摩擦圧接条件による全アプセット量と接合強度に大きく影響する熱影響部 (HAZ) の関係として, (1) アプセット量 5mm 以下では HAZ はアプセット量とともに増加するが 5mm 以上では減少すること, (2) 真応力の値はそれぞれ異なるがアプセット量 5mm 以下でも 5mm 以上の領域でもアプセット量の増加とともに真応力は減少すること, (3) 圧接材の衝撃強さ (吸収エネルギー) はアプセット量 5mm 以下の領域のほうが大きいこと, (4) 熱間圧延材の場合圧接面が最も硬度が高いこと, 等の知見を得た。

次に, 摩擦圧接法の信頼性が増すにつれ高精度部材や高加工された部材の完品摩擦圧接が行われるようになった。しかしながら, 摩擦圧接時の極めて短時間の急熱急冷作用と強加工は接合特性に大きな影響を及ぼすことが考えられた。そこで, S45C 材の熱間圧延材と冷間引抜き材の摩擦圧接を行い圧接特性の違いを検討した³⁾。その結果, (1) 引張り強さに関しては, 冷間引抜き材では圧接後は素材の引張り強さよりやや低い値となるが, 熱間圧延材は素材よりも高くなり破断は母材部で生ずること, (2) 衝撃強さに関しては, 冷間引抜き材は高压圧接条件下では素材よりも高い値を得ることができるが, 熱間圧延材は素材衝撃値の 1/2 程度となる。なお 650°C の焼鈍処理を施しても衝撃値の回復はほとんどみられなかったこと, 等の知見が得られた。

上述の摩擦圧接特性に及ぼす冷間引抜き材の予加工の影響をより詳しく調べるため, S45C 材の熱間圧延材を完全焼鈍し, 予め歪み率 20, 40, 60% の予ひずみを施した試験片による摩擦圧接実験も行った⁴⁾。その結果, (1) 予ひずみ率は全アプセット率 (mm/sec) にはほとんど影響しないが, (2) 摩擦圧接後の軸方向硬さ分布において完全焼鈍材では圧接面のごく近傍で最大硬さが生ずるのに対し, 予ひずみ材は圧接面から 3~4mm に硬さの極小点が生ずること, (3) 予ひずみ材同士の摩擦圧接後の衝撃値は圧接前の予ひずみ材 (基準材) と同様な傾向を示し再焼鈍しても基準材の衝撃強さまでしか回復しないこと, 等が明らかになった。

3.2 アプセット量実験式

前節の結果において, 摩擦圧接においては摩擦圧接過程に発生するアプセット量が圧接材の機械的性質と密接に関係することが明らかになった。このため, 摩擦圧接におけるアプセット量は, 適正摩擦圧接条件の判断基準すなわち圧接材の機械的強度を保証する重要な目安となる。しかしながら, 摩擦圧接過程は非定常な加熱冷却状態と素材の変形過程が極めて複雑なため, 適正摩擦圧接条件の判断基準となるアプセット量を容易に求めることができない。

そこで本節では, 使用頻度の高い各種 SC 材について摩擦圧接条件を広範に変化させ, 非定常なアプセット過程を精確に測定しアプセット量の実験式を算出した結果^{5),6)} について報告する。アプセット量実験式の算出に際し, ブレーキ法による実態に則し, 摩擦過程およびアプセット過程それぞれを考慮したアプセット量の実験式を求めた。

3.2.1 実験装置

本研究では、研究実験用に摩擦圧接機メーカーにより製作された摩擦圧接機 (Fig.2) を使用した。なお摩擦圧接過程中的のアプセット変化過程を正確に測定するため、固定試験片側にアプセット変化過程装置を新たに製作し、実験に供した。

3.2.2 アプセット量実験式

Fig.3 はアプセット量の変化過程の測定例を示す。また Fig.4 は、Fig.3 をモデル化した図である。両図より、摩擦圧接過程における全アプセット量 U は、摩擦過程のアプセット U_1 とアプセット過程のアプセット U_2 の和として式 (1) のように表される。

$$U = U_1 + U_2 \tag{1}$$



Fig.2 Friction welding machine

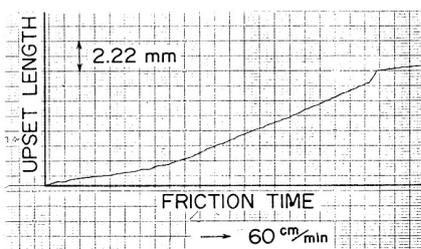


Fig.3 Measured example of upset change

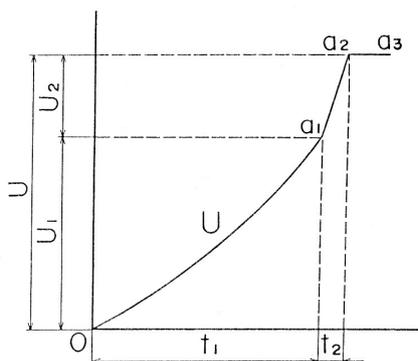


Fig.4 Model of upset change

U_1 については、摩擦時間 t_1 との関係が二次式の形となることから、次式の関係が成り立つ。

$$U_1 = \alpha t_1^2 + \beta t_1 + \gamma \tag{2}$$

式 (2) 中の各係数については、摩擦圧接条件および各鋼種の炭素量 (C%) との関連で求めた。

次に、アプセット過程のアプセット量 U_2 は、アプセット時間 t_2 の一次の関数となり、次式のように表される。

$$U_2 = (\delta t_2 + \epsilon) t_2 \tag{3}$$

式 (3) において、式中の係数は式 (2) と同様に求められ、またアプセット時間 t_2 はアプセット条件によって定まる定数である。

以上のような手順により求めた結果の一例を Fig.5 に示す。実験値と計算値は良い一致を示している。

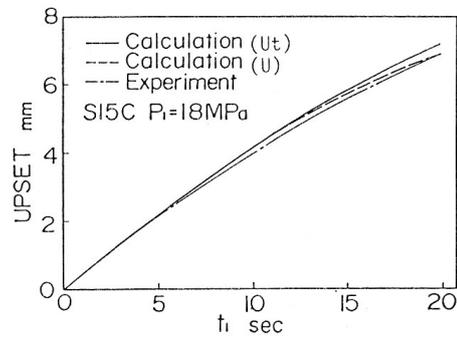


Fig.5 Comparison of calculated value with experimental result

3.2.3 異種 SC 材のアプセット量実験式^{7),9)}

同様な手法により、異種 SC 材の摩擦圧接におけるアプセット量実験式についても導出した。この場合、同種 SC 材の摩擦圧接においては、回転側試験片と固定側試験片のアプセット量はちょうど 1/2 ずつになるのに対し、異種の SC 材の組合せにおいてはそれぞれのアプセット量は異なる。そこで異種の SC 材の組合せのアプセット量を検討するため、異種 SC 材のアプセット量を同一摩擦圧接条件における各同種 SC 材の 1/2 ずつの和として実験値と比較したところ良い一致を見たのでこの検証結果に基づき、異種 SC 材の摩擦圧接におけるアプセット量の算出式も求めることができた。

4. 高温引張り特性に基づくアプセット量の推定

前章において、摩擦圧接材の機械的特性と密接に関係し摩擦圧接条件の重要な判断基準となるアプセット量について種々検討した。しかしながら、摩擦圧接による接合過程は極めて複雑なため、適正摩擦圧接条件は圧接材料および寸法形状ごとに試行錯誤的に求められているのが現状である。

そこで本章では、摩擦圧接過程は加熱軟化と強加工を伴うことから、圧接素材の高温引張り特性に着目し、圧接条件とアプセット量の関係すなわちアプセット量の推定式の導出を試みた。

4.1 純アルミニウムと純銅のアプセット量推定式¹⁰⁾¹²⁾

4.1.1 圧接面温度の測定

摩擦圧接においては、摩擦過程の進行に伴い加熱軟化した素材が順次バリとなって圧接面より外周部へはみだして行く。したがって、圧接面は相対的に常に素材軸方向に移動するため、圧接面温度を正確に測定することは極めて困難となる。そこで、このような非定常な移動熱源状態の圧接面温度を正確に測定するため、圧接素材を異種金属の組合せとした直接熱電対法を用いた。純 Al と純 Cu の起電力特性の検定は、圧接試験片を電気炉内に入れ、約 100℃ずつ上昇させ各温度で 1 時間保持しながら Al 材溶融温度の 660℃まで加熱して求めた。

Fig.6 は摩擦時間と圧接面温度の関係を、Fig.7 は圧接面温度とアプセット量の関係を示す。Fig.6 より、摩擦圧力 P_1 が高いほどより早く最高到達温度に達するが、その温度は Fig.7 に示すように Al の溶融温度である 660℃ではなく 522℃で飽和した。Cu と Al の共晶温度は 548℃であることから、共晶温度近くで接合が行われていることがわかる。

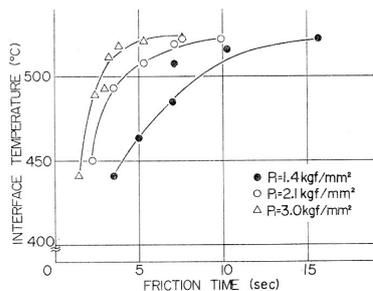


Fig.6 Relationship between friction time and interface temperature

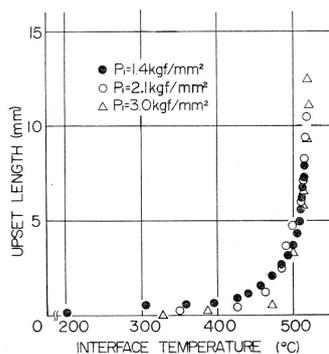


Fig.7 Relationship between interface temperature and upset length

4.1.2 純 Al の高温引張り特性とアプセット量推定式

Fig.8 は純 Al 材の高温引張り試験結果である。同図との関連において、圧接時に発生する熱量のすべてが圧接材の軸方向に伝えられると仮定した Fig.9 に示す一次元熱伝導モデルに単純化し、アプセット量を推定する。

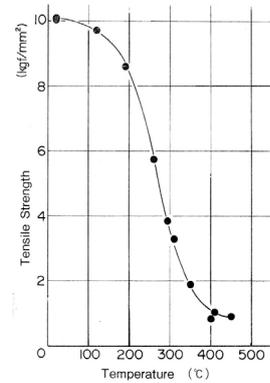


Fig.8 High temperature tensile strength of pure aluminum

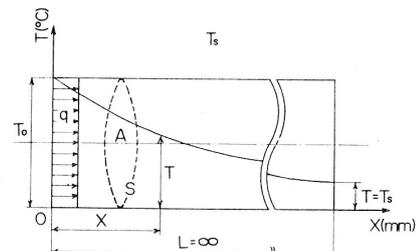


Fig.9 One dimensional heat transfer model

Fig. 8, 9 より、摩擦圧力 p で t 秒摩擦圧接したとき、温度 T に到達している圧接面から X の位置までがアプセット量になるものとする。フーリエの式等により、 t 秒後のアプセット量 L を求め、実験値と比較した結果を Fig.10 に示す。図より、実験値より計算値のほうがかなり大きな結果となった。この一因として、純 Al 材の強固な酸化膜の存在が考えられ、摩擦開始後 2 秒弱アプセットが生じない。このため計算値よりも実験値のアプセット量が少なかったと考えられる。

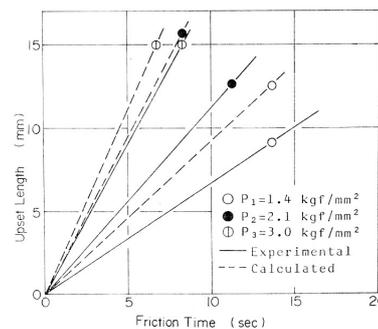


Fig.10 Comparison of calculated value with experimental result

4.2 同種S C材のアプセット量の推定^{13),14)}

本節では、各種同種S C材の摩擦圧接に対するアプセット量の推定式を、前節と同様に各S C材の高温引張り特性との関連で求めた結果について報告する。

Fig.11 は、一例としてS45C材の高温引張り特性を示す。図より、S C材の摩擦圧接においては約 400℃以上において軟化が顕著となることから、アプセットとなるのは主として約 400℃以上の領域であると考えられる。この領域では引張り強さは温度に対し指数関数的に減少する。そこで、各S C材の軟化領域の引張り強さYと温度θを炭素含有量C (%)との関連で求めた関係を式(4)に示す。

$$Y = [194.86 \exp(2.42C)] \exp[-4.28 \times 10^{-3} \exp(0.36C)]\theta \quad (4)$$

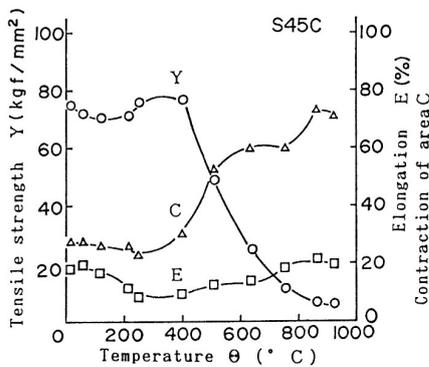


Fig.11 High temperature tensile strength of S45C

4.2.1 補正項としての摩擦圧接時のトルクと摩擦時間の関係

摩擦圧接における温度履歴の非定常性を考慮するための補正項として、トルク変化過程は摩擦過程中温度履歴と密接に関係すると考えられることから、トルク変化による補正を行う。Fig.12 は、一例としてS45C材の摩擦時間と摩擦トルク(歪で表示)の測定結果を示す。このトルク変化特性を各S C材について求め、前節と同様にフーリエの一次元熱伝導モデルと高温引張り特性およびトルク変化による補正を加えて求めたアプセット量と摩擦時間に関する実験値と推定式に基づく計算値を比較した結果である。これらの結果より、摩擦過程におけるアプセット量は導出した推定式で表すことができることが明らかとなった。

4.3 摩擦圧接中のトルク変化とアプセット量

4.2.1 節でも述べたように、摩擦圧接中のトルク変化は温度変化履歴と密接に関係し、ひいてはアプセット量と密接に関係する。そこで、S25C材による摩擦面全面が接触する仮定に基づくトルクの理論式において、せん

断応力τの変化を高温引張り特性との関連でトルク変化を求めた。さらに二次元熱伝導モデルに基づく差分法により、アプセット量の算出を試みた¹⁵⁾

一般に摩擦圧接に供する素材端面は旋削によって加工されている。そこでFig.13に示すように、端面を三角柱粗さが同心状に配列されているモデルにより、トルクの変化過程および圧接面温度を数値解析により求めた¹⁶⁾。さらに各種S C材の摩擦圧接中のトルク変化とせん断強さおよび温度変化の関係を詳細に検討することにより、発生熱量を求めるとともにアプセット量を算出した¹⁷⁾。

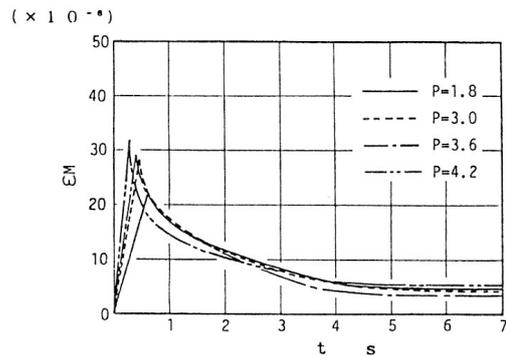


Fig.12 Relationship between friction time and torque

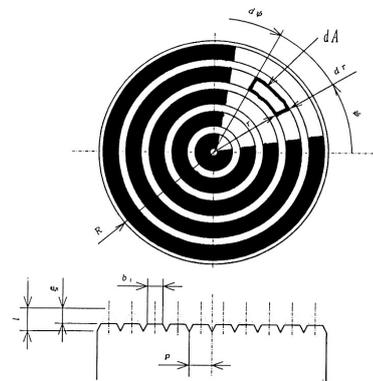


Fig.13 Contact model by triangular columns roughness

また、Al と Cu の摩擦圧接特性に関し、アプセット過程のアプセット量を摩擦圧力とアプセット圧力の差に基づく影響も含めより詳細に検討¹⁸⁾するとともに、温度履歴を摩擦トルクの算出と発生熱流から差分式を用いアプセット変化過程を詳細に検討した¹⁹⁾。

5. 初期トルク特性

4.3 節においても述べたように、摩擦圧接中に発生するトルクおよびその変化は、摩擦過程中の加熱状態と材料の変形状態、すなわち摩擦圧接の圧接機構と密接に関係する。また完品圧接部品が増えてきている摩擦圧接に

において、過大な初期トルクは圧接機の性能や圧接材の精度に大きな影響を及ぼす。したがって、初期トルクの発生機構の解明は摩擦圧接特性向上の観点から極めて重要である。そこで、Fig.13 に示す三角柱による表面粗さモデルを用い、初期トルクを理論的に検討した。次いで、各種S C材を用い旋削加工により圧接面の粗さを变化させた試験片で圧接条件を変化させた時の初期トルクを測定し、理論と実験結果の比較を行い初期トルク特性について検討した。^{20),21)}

4.4.1 三角柱モデルによるトルク理論式

Fig.13 において、突起円間ピッチを p 、中心から i 個めの突起円の接触幅を b_i とすると、この部分において発生するトルク T_i は次式で表される。

$$\begin{aligned}
 T_i &= \int_{\frac{(2i-1)p-b}{2}}^{\frac{(2i-1)p+b}{2}} \int_0^{2\pi} \tau_i \cdot r^2 d\psi dr \\
 &= 2\pi\tau_i \int_{\frac{(2i-1)p-b}{2}}^{\frac{(2i-1)p+b}{2}} r^2 dr \\
 &= \frac{1}{6} \pi \cdot \tau_i \cdot b_i [3\{(2i-1)p\}^2 + b_i] \quad (5)
 \end{aligned}$$

したがって、摩擦面全面に発生するトルク T は全突起数を n 個とすると次式となる。

$$T = \sum_{i=1}^n T_i \quad (6)$$

また摩擦面の全接触面積 A_{cn} は次式で表される。

$$\begin{aligned}
 A_{cn} &= \frac{n}{2} \{2 \times \pi p b_n + (n-1) \times 2\pi p b_n\} \\
 &= \frac{n}{2} \times 2n\pi p b_n = \pi n^2 p b_n \quad (7)
 \end{aligned}$$

この A_{cn} を真実接触面積 A_r と等しいと置くことにより、突起円の接触幅 b_n は次式となる。

$$b_n = \frac{5W}{9\pi r n P_{st}} \quad (8)$$

ここで、 P_{st} は引張り強さであり、摩擦圧接においては温度の関数であること、また荷重 W は圧力 p の関数であることから、突起円の接触幅 b_n は温度と摩擦圧力 P の関数として表される。

4.4.2 トルク理論値と実験値の比較

Fig.14 は、4.4.1 で求めた初期トルク計算値と測定結果を比較した結果の一例である。得られた結果から、摩擦圧接において、(1) 表面粗さの違いは摩擦圧接条件が同じであれば圧接開始後ほぼ同じ時間で粗さが消滅すること、(2) また表面粗さがなくなる時間すなわち接触幅が

表面粗さのピッチと等しくなる時間にトルクのピーク値である初期トルクに達し、その値は表面粗さの大小にかかわらず一定の値なること、したがって摩擦圧接前に存在する摩擦面の表面粗さの影響は考慮しなくてよい等の知見が得られた。

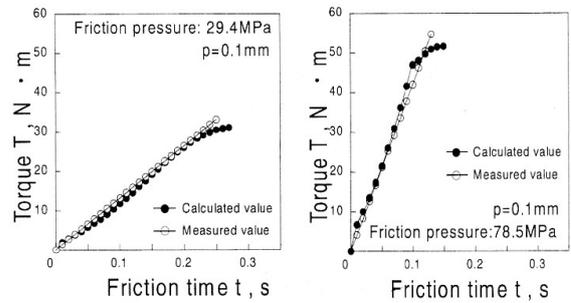


Fig.14 Comparison of experimental results with calculated one

6. 摩擦圧接による高機能軽量複合部材創製をめざした試み

2章で述べたように、摩擦圧接は主体が固相接合であることから、異種材料接合が可能であるといった優れた特性を有する。そこで本章では、最近の各種機械の高性能化・高機能化に伴いますますます強く要求されるようになった高機能軽量複合部材について、筆者らが摩擦圧接を用い創製を試みた結果について報告する。

6.1 A5056 と S45C の摩擦圧接特性²²⁾⁻²⁵⁾

機械構造用材料として広く用いられる S45C とアルミニウム合金 A5056 の摩擦圧接により強度と軽量化を併せ持つ複合材の創製をめざした。この一連の研究において、摩擦圧力、アプセット圧力、摩擦時間とも広範に条件を変え、温度変化の測定、圧接後の組織・引張り試験等から摩擦圧接特性を検討した。

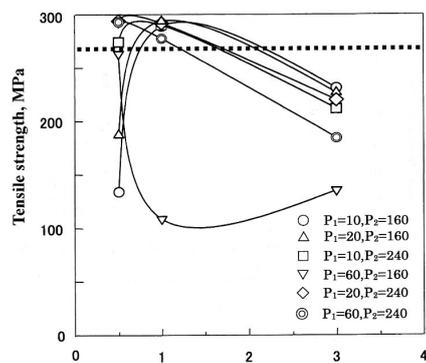


Fig.15 Relationship between friction time and tensile strength by friction welding of S45C and A5056

Fig. 15 は、各摩擦圧接条件と引張り試験の結果を示す。同一圧接条件でもわずかな摩擦時間の違いで圧接強度が大きく異なる結果となることがわかる。異種接合の場合、界面に生成される金属間化合物の影響が大きいとされることから、金属間化合物の生成状態を観察するとともに、Fig.16 に示すように良好な接合強度が得られる微視的組織構造が存在することを明らかにした。

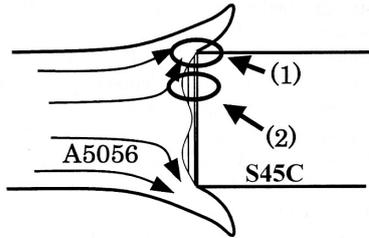


Fig. 16 Structure flow of A5056 by friction welding of A5056 and S45C

6.2 アルミニウム合金とマグネシウム合金の摩擦圧接特性

本節では、実用金属中もっとも軽量で比強度が高いため急速に実用化が拡大している Mg 合金と、Al 合金の摩擦圧接をはじめとする軽量高機能複合部材の創製をめざした結果について報告する。

6.2.1 AZ31 Mg 合金と Al の摩擦圧接

Mg 合金のうち最も多く実用化されている AZ31 Mg 合金と Al 合金のうち A5056 Al 合金の摩擦圧接を試みた。²⁶⁾ この結果、両者の摩擦圧接は金属間化合物が生成されやすく、本圧接条件下の最大接合強度でも母材の 73%程度であった。またこの最適条件より摩擦時間が 0.5 秒増減しただけでも接合強度が急減することが明らかとなった。

次に、Mg 合金と Al 合金の摩擦圧接の接合機構を解明するため、純 Al (A1070) と AZ31 Mg 合金の摩擦圧接実験を行った。²⁷⁾ 実験に際し、純 Al (A1070) は、素材製造過程で硬さに著しい差があり圧接特性に影響するため、予ひずみを変化させた試験片により実験を行った。

以上のような結果を踏まえ、次に AZ31 と A6061 の摩擦圧接特性を調べた。^{28),29)}

Fig. 17 は、摩擦時間と引張り強さの関係を示す。図より、摩擦圧力 30MPa では摩擦時間 4 秒以下では接合できず、直後の 4.5 秒で引張強度は最大となるが、その強度は母材強度の 62%の継手強度であった。最大引張強度となる摩擦時間は、摩擦圧力が高くなるほど短い時間で得られることがわかるが、一方で摩擦寄り代の発生は引張強度を著しく低下することも明らかとなった。これより、

AZ31 と A6061 の摩擦圧接で良好な接合強度を得るには、金属間化合物を発生させず酸化膜のみを破壊するように低回転数、高摩擦圧力、短時間で達成されることが示唆された。

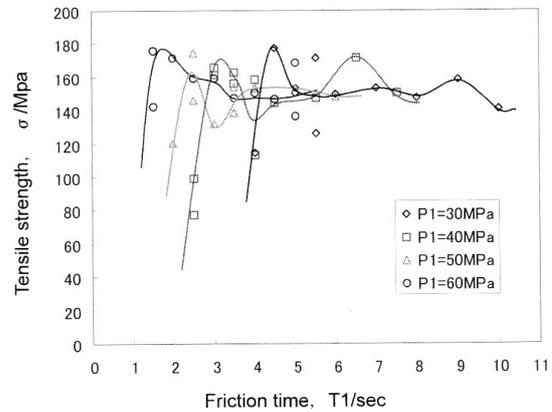


Fig.17 Relationship between friction time and tensile strength by friction welding of A6061 and AZ31

6.3 純アルミニウムと SUS304 ステンレスの摩擦圧接特性

ヒートシンク部材は一般にろう接によって作製される。これが摩擦圧接によって製作できれば環境負荷や強度の点からも望ましい。そこで純 Al (A1070) と SUS304 の摩擦圧接を試みた。³⁰⁾ その結果、圧接材の接合強度は摩擦時間 0.2 秒以上において A1070 の母材強度よりも高くなり母材強度の 1.8 倍程度に落ち着くこと等が明らかになった。

謝辞

本報告は、筆者が主要な研究課題の一つとして位置づけ、永年取り組んできた研究成果をまとめたものである。もとより、この成果はその年度年度の卒研究生・院生諸君の絶大なる働き・努力によるものである。ここに記し、深甚なる感謝を表す。

参考文献

- 1) 摩擦圧接協会編, 摩擦接合技術, 日刊工業新聞社, 2006.
- 2) 藤吉正之進, 小林明彦: 摩擦圧接の基礎的研究 (第 1 報), 名城大学理工学部研究報告 No.16, pp.42-49,1976.
- 3) 藤吉正之進, 小林明彦, 久保勝司, 平井幸男: 摩擦圧接の基礎的研究 (第 2 報), 名城大学理工学部研究報告 No.19, pp.122-128,1979.
- 4) 藤吉正之進, 小林明彦, 久保勝司, 平井幸男: 予ひず

- みを受けた S45C 材の摩擦圧接特性, 摩擦圧接協会, 資料 No.172, pp.1-9,1980.
- 5) 小林明発, 岩瀬晃一, 忠内邦男, 桜井俊明: 摩擦圧接のアップセット量に関する研究 (第1報, 同種 SC 材のアップセット量実験式), 日本機械学会論文集 C 編, Vol.54, No.504, pp.1897-1903, 1988.
 - 6) 小林明発: 同種 S C 材のアップセット量実験式, 摩擦圧接協会, 資料 No.287, pp.1-5,1988.
 - 7) 小林明発, 伊藤晴英, 小森泰史, 児玉正巳: 摩擦圧接のアップセット量に関する研究 (第2報, 異種 SC 材のアップセット量実験式), 日本機械学会論文集 C 編, Vol.55, No.515, pp.1765-1770, 1989
 - 8) Akiyoshi Kobayashi et al.: Study on the Amount of Upset of Friction Welding, JSME International Journal. Vol.32, No.3, pp.385-390, 1989.
 - 9) Akiyoshi Kobayashi: On an Estimative Equation of the Amount of upset during Friction Welding of Different kind Metals, Proc. of Resistance and Related Welding Process. The International Symposium of the IIW No.3 (Osaka), pp.40-44, 1986.
 - 10) 小林明発: 高温引っ張り特性に基づくアップセット量推定, 摩擦圧接協会, 資料 No.260, pp.1-12,1986.
 - 11) 小林明発: 摩擦圧接の基礎的研究 (第3報), 名城大学理工学部研究報告 No.26, pp.37-44,1991.
 - 12) 小林明発: Al と Cu の摩擦圧接におけるアップセット量実験式, 摩擦圧接協会, 資料 No.328, pp.1-7,1986.
 - 13) 小林明発: 高温引張り特性に基づく摩擦圧力過程のアップセット量推定式, 摩擦圧接協会, 資料 No.300, pp.1-6, 1986.
 - 14) 小林明発: 摩擦圧接の基礎的研究 (第4報), 名城大学理工学部研究報告 No.30, pp.67-74,1990.
 - 15) 小林明発, 山田誠二: S25C の摩擦圧接におけるアップセット量の算出, 摩擦圧接協会, 資料 No.354, pp.1-10, 1993.
 - 16) 小林明発, 服部光弘: 摩擦圧接における圧接面温度とトルク変化過程に関する研究, 摩擦圧接 Vol.1, No.3, pp.17-22. 1994.
 - 17) 小林明発, 町田充秀, 松田敏和: S C 材の温度履歴に基づく摩擦圧接特性, 摩擦圧接 Vol.4, No.3, pp.6-12. 1997.
 - 18) 小林明発, 他: アルミニウムと銅の摩擦圧接特性, 摩擦圧接 Vol.2, No.3, pp.11-18. 1995.
 - 19) 小林明発, 他: 純アルミニウムと純銅の摩擦圧接特性に関する基礎的研究, 摩擦圧接 Vol.3, No.2, pp.37-42. 1996.
 - 20) A. Kobayashi et al. Study on the Initial Torque Characteristics of Friction Welding, IIW 2000 in Florence, Doc. No.III-1150-00, pp.1-8, 2000.
 - 21) 小林明発, 町田充秀, 松田敏和, 西脇尚徳: 摩擦圧接の初期トルク特性に関する研究, 日本機械学会論文集 C 編, Vol.67, No.655, pp.847-852, 2001.
 - 22) 小林明発, 他: A5056 アルミニウム合金と S45C 炭素鋼の摩擦圧接特性に関する研究, 摩擦圧接 Vol.6, No.2, pp.64-70. 2000.
 - 23) 小林明発, 他: A5056 合金と S45C の摩擦圧接特性に関する研究 (続報), 摩擦圧接協会, 平成 13 年度資料 FW-13-1-1, pp.1-6, 2001.
 - 24) A. Kobayashi et al. : Friction Welding Characteristics of Al-Mg Aluminum Alloy (A5056) and Carbon Steel (S45C), Proc. of JSME/ASME International Conference on Materials and Processing 2002 [M&P 2002], Vol.2, 2002.
 - 25) A. Kobayashi et al. : Friction Welding Characteristics of Al-Mg Aluminum Alloy (A5056) and Carbon Steel (S45C), JSME International Journal, Series A. Vol.46, No.3, pp.452-459, 2003.
 - 26) 小林明発, 他: AZ31 Mg 合金と A5056 Al 合金の摩擦圧接特性, 摩擦圧接協会平成 14 年度資料 FW14-4-2, pp.7-14, 2003.
 - 27) 小林明発, 安田祐智: A1070 と AZ31 の摩擦圧接特性, 摩擦接合技術協会, 平成 19 年度資料 FW-19-1-1, pp.11-21, 2007.
 - 28) 小林明発, 川嶋克稔, 重松一典: A6061Al 合金と AZ31Mg 合金の摩擦圧接特性, 摩擦接合技術協会, 平成 21 年度資料 FW21-2-4, pp.13-16, 2009.
 - 29) 小林明発, 川嶋克稔, 重松一典: A6061Al 合金と AZ31Mg 合金の摩擦圧接特性, 摩擦接合, Vol.8, No.3, pp.14-19, 2009.
 - 30) A. Kobayashi, I. Shigematsu : Friction Welding Characteristics of A1070 and SUS304, 1st International Joint Symposium on Joining and Welding (IJS-JW 2013), in print, 2013.

(原稿受理日 平成 25 年 10 月 3 日)

論 文

SMA ダンパーの導入による鋼製ラーメン橋脚の

地震後の使用性の向上に関する解析的研究

丸山 陸也¹⁾ 葛 漢彬²⁾

Analytical Study on Upgrading of Serviceability After the Earthquake of Steel Frame-Typed Piers by Introducing SMA Dampers

Rikuya MARUYAMA¹⁾, Hanbin GE²⁾

Abstract

In this study, shape memory alloy (SMA) dampers are introduced into steel frame-typed piers with different width-thickness ratio parameters. Then its seismic upgrading effect is revealed by conducting time-history analysis against 6 modified ground motions based on the Hyogo-ken Nanbu earthquake. The response strains, response displacements, especially residual displacements obtained from numerical simulations of frames using SMA dampers are compared with those from simulations of frames with or without BRBs. The applicability of SMA is verified by the comparison of response displacement and response strain. Based on numerical results, introducing the BRBs into the frame can not always effectively reduce the residual displacement of structures, and however, introducing the SMA dampers can successfully reduce the residual displacement. It is demonstrated that the effects of the SMA dampers are obvious to improve the serviceability after the earthquake of such structures.

1. はじめに

地震時に建造物の安全性を確保する方法として耐震、免震、制震構造が挙げられる。本研究では、近年橋梁建造物への施工例が増え、検討が盛んに行われている制震構造に着目する。制震構造とは、構造内にエネルギー吸収を意図した取替え可能な 2 次部材を取り込み、地震時における塑性変形による損傷を、その部材に集中させることを目的とする構造である。つまり、履歴減衰を付与するために、制震部材を塑性化させ、柱や梁を極力弾性域に留めることで主構造の損傷を可能な限り制御する構造である。また、制震構造は地震後の補修が容易となる利点も兼ね備えている。

近年、土木建造物に制震部材を導入した検討例が数多く報告されてきている。これらの検討において導入される制震部材は BRB（座屈拘束ブレース）や SPD（せん断パネルダンパー）が一般的であるが、残留変位の低減に

着目して、SMA（形状記憶合金）を使用した SMA ダンパーの研究が進められている¹⁾⁴⁾。

本研究では、制震部材としての SMA ダンパーの材料特性の効果的な適用を、鋼製ラーメン橋脚基部の平均圧縮ひずみ、頂部の最大応答変位および残留変位を用いて、解析的な検討によって論証する。比較のため、ブレース材をモルタルなどの座屈拘束材で覆った BRB を鋼製ラーメン橋脚に導入したモデルと制震部材を導入しない非制震モデルの 2 ケースの解析も行った。これらの各応答値との比較を行い、構造安全性の照査についてはひずみ照査法を適用し、地震後の使用性の照査については残留変位を用いる。

なお、前報⁵⁾では橋脚高さ 12m のケースについて検証を行っているが、本研究では橋脚高さ 16m のケースを対象としている。

1) 大学院理工学研究科 2) 社会基盤デザイン工学科

1) Graduate School of Science and Technology 2) Department of Civil Engineering

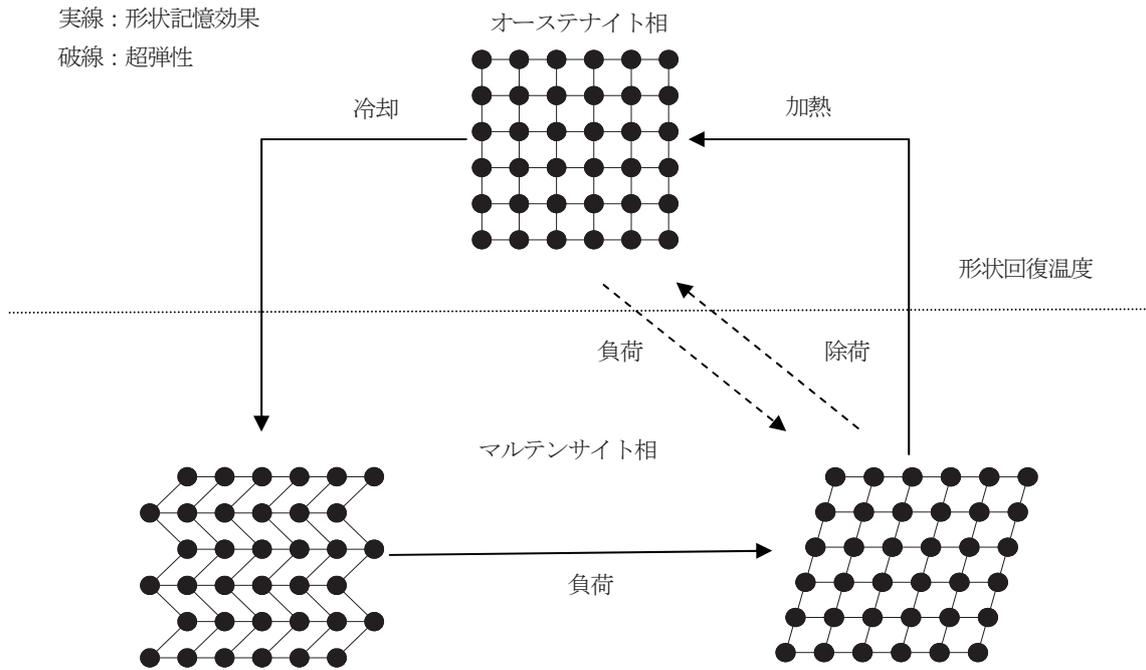


Fig. 1 Atom movement in SMA

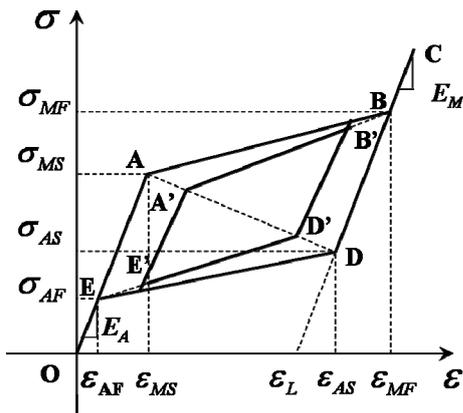


Fig. 2 Multi-linear constitutive model for SMAs

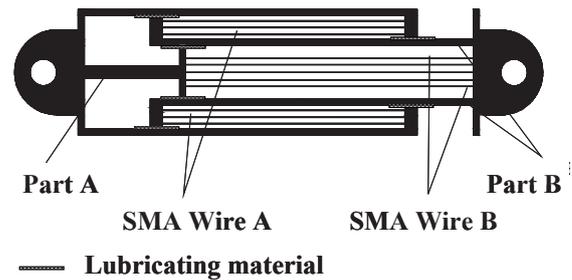


Fig. 3 SMA damping device

2. SMA ダンパーの構成

2.1 SMA の基本的性質

SMA には、主に2つの特徴的な性質がある。まず1つ目は形状記憶効果である。これはある一定の温度以下で塑性変形を与えた後、温度を上昇させることで元の形に戻るといったものである。もう1つは超弾性である。ある一定の温度以上で載荷すると、初期の弾性変形に続いて降伏が起こる。そして、除荷の際には弾性変形が回復するだけでなく、数%に及ぶ大きな変形が回復する。この特性はその変形の様子から擬弾性とも呼ばれる。Fig. 1にこれらの形状変化における原子の移動を示す。

2.2 SMA の構成則

SMA の構成則はマルチリニア型構成則を用いる⁶⁾。これは Motahari ら⁷⁾によって開発されたモデルを修正したものである。その概要を Fig. 2 に示す。図中の A 点と B 点はそれぞれオーステナイト相からマルテンサイト相へ変換する始点と終点である。D 点と E 点はそれぞれマルテンサイト相からオーステナイト相へ変換する始点と終点である。OA と DC はそれぞれ完全なオーステナイト相とマルテンサイト相での載荷または除荷を表している。AB と DE は降伏棚のようなもので、それぞれオーステナイト相からマルテンサイト相への正相変換過程と、マルテンサイト相からオーステナイト相への逆相変換過程を表している。 E_A と E_M はそれぞれオーステナイト相とマルテンサイト相の弾性係数である。 ϵ_L は SMA の最大残留ひずみである。

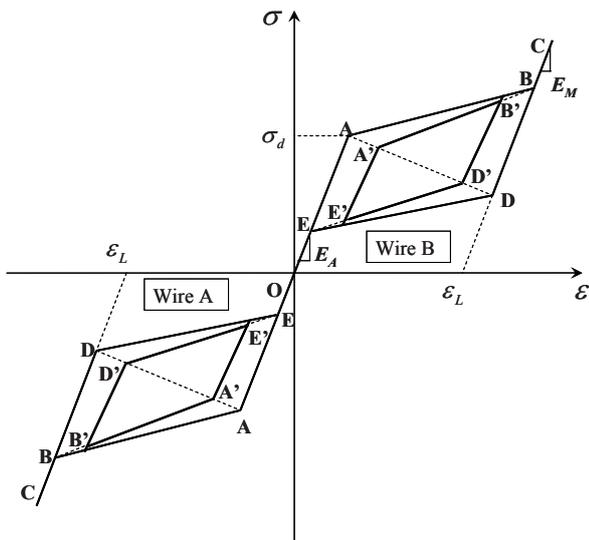


Fig. 4 Constitutive law for SMA damping device

2.3 SMA ダンパーの概要

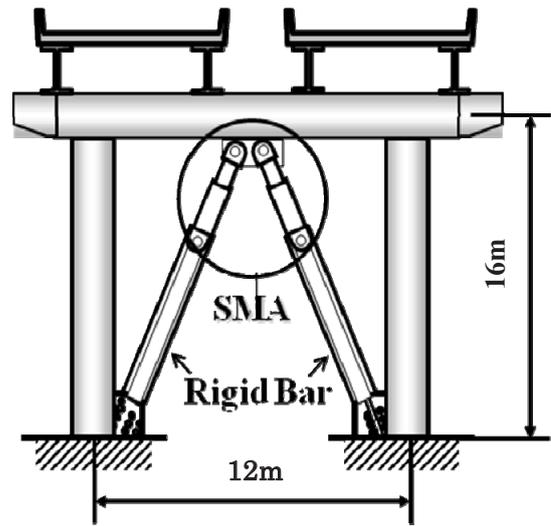
SMA ダンパーは Fig. 3 に示されるように Part A, Part B の二つの部材に分かれている。Part A, Part B 内の SMA 部材をそれぞれ SMA Wire A, SMA Wire B とし、ダンパーの軸方向の挙動に反応する。また、SMA Wire A, SMA Wire B は引張時のみ機能し SMA Wire A が機能しているとき SMA Wire B は機能せず、その逆もまた同様である。つまり SMA ダンパーが圧縮を受けるとき SMA Wire A が引張を受けて機能し、SMA ダンパーが引張を受けるとき SMA Wire B が引張を受けて機能するというものである。

また、これら 2 つの SMA Wire から成る SMA ダンパーの構成則を Fig. 4 に示す。内側のヒステリシスループは、オーステナイト相からマルテンサイト相への変換、またその逆相変換過程で除荷または载荷をした場合のループの動きを表す。

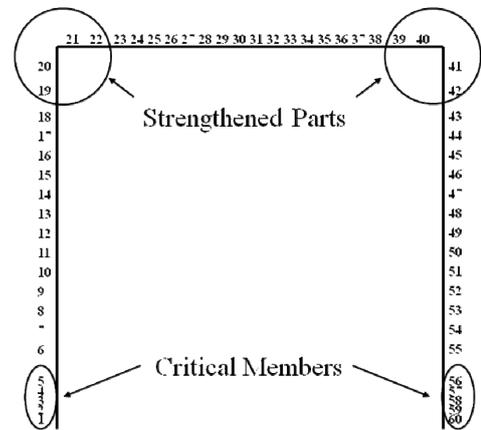
3. 解析概要

3.1 鋼製ラーメン橋脚の解析モデル

本解析では Fig. 5(a) に示すような鋼製ラーメン橋脚をモデル化している。メインフレームには SM490 材を用い、構成則は修正 2 曲面モデル⁸⁾を用いる。フレームの高さは 16m、幅は 12m である。また、汎用解析プログラム ABAQUS を用いて Fig. 5(b) に示すような要素分割とした⁹⁾。隅角部付近はせん断変形が起こらないように板厚を 2 倍にしている (Fig. 6)。2 倍にする柱高は $1.5B_{jp}$ 、梁長は $1.5B_{jp}$ とする。断面は計算の簡略化のために、補剛箱形断面を断面積は不変、断面の外形は不変、全塑性モーメントは不変の 3 つの条件を満足する等価な無補剛箱形断面に置き換えた。なお、本研究では幅厚比パラメータ R_f を 0.3, 0.4, 0.5 と変化させている。基本的な寸法と構造パラメータ、鋼種、上部構造質量 M を Table 1 に示す。



(a) SMA ダンパーを導入した鋼製ラーメン橋脚



(b) フレームの分割

Fig. 5 Frame pier with SMA damping device and FEM model of frame pier

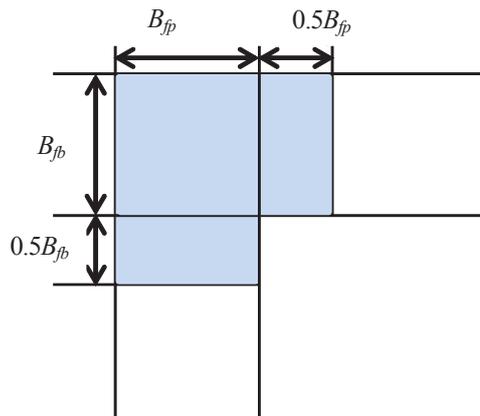


Fig.6 Beam-column connection with double plate thickness

3.2 解析に用いた地震動

入力地震動は、独立行政法人土木研究所が提案しているレベル 2 地震動 (海溝型地震波として KAI-LG-M, KAI-TR-M, SHI-LG-M の 3 波、直下型地震波として

Table 1 Structural parameters and dimensions of steel pier

鋼種	R_f	$\bar{\lambda}$	M [ton]	B_f [mm]	B_w [mm]	\bar{t}_f [mm]	\bar{t}_w [mm]
SM490	0.3	0.44	1248	B_{fp}	B_{wp}	柱	
				1000	2000	35.5	43.8
				B_{fb}	B_{wb}	梁	
				1200	2000	27.4	34.8
				B_{fp}	B_{wp}	柱	
				1000	2000	35.0	41.2
	0.4	0.56	1368	B_{fb}	B_{wb}	梁	
				1200	2000	26.9	32.5
				B_{fp}	B_{wp}	柱	
				1000	2000	34.6	45.8
				B_{fb}	B_{wb}	梁	
				1200	2000	35.0	38.8

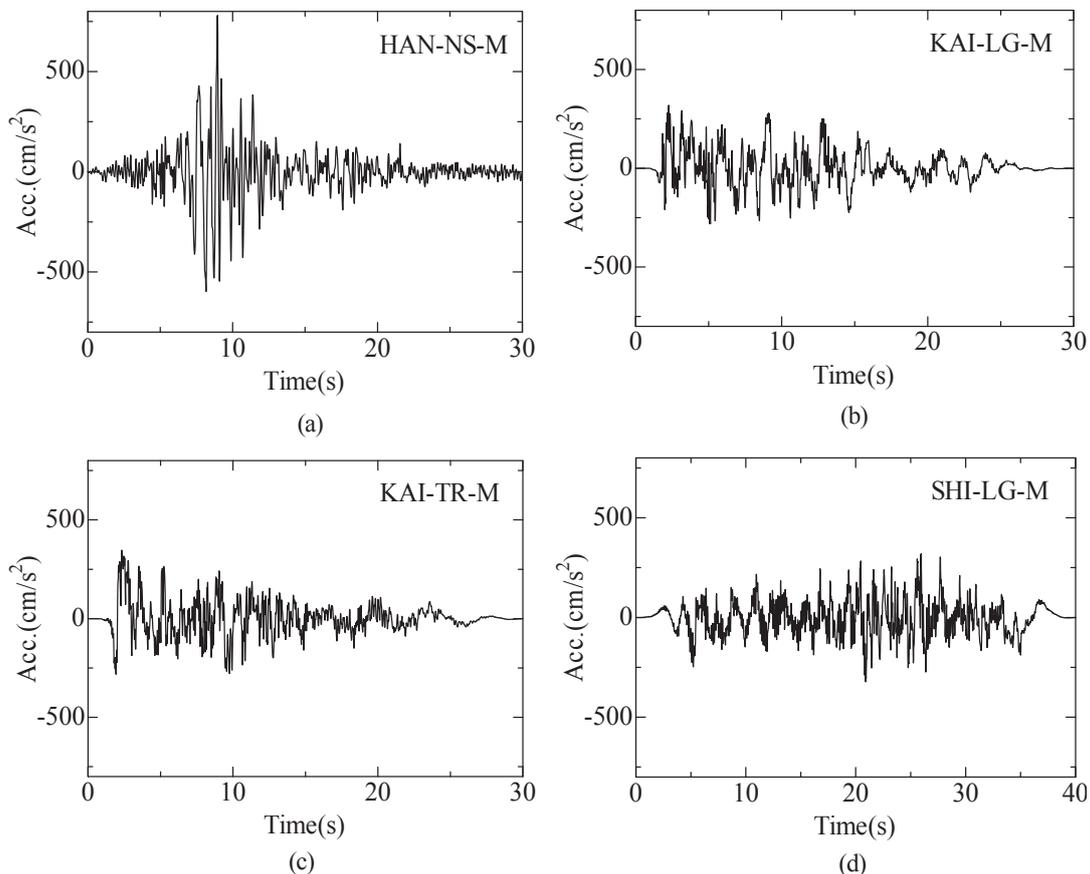


Fig.7 Input earthquake motions

HAN-NS-M の 1 波の計 4 波) である^{10), 11)}. 各地震動の時刻歴加速度波形を Fig. 7 に示す.

これらの最大加速度を見ると、直下型地震動である HAN-NS-M は 780 cm/s^2 である。また、海溝型地震動である KAI-LG-M は 319 cm/s^2 , KAI-TR-M は 346 cm/s^2 , SHI-LG-M は 323 cm/s^2 であり、直下型地震動の HAN-NS-M は海

溝型地震動の 3 波と比較して最大加速度が約 2 倍以上と大きいことがわかる。KAI-LG-M, KAI-TR-M, HAN-NS-M の 3 波は最大加速度が早い時間に発生しているが、SHI-LG-M は最大加速度が 20 秒以降に発生している。さらに、同地震動は強震継続時間がほかの地震動と異なり、40 秒である。

Table 2 Results of eigenvalue analysis

$h=12m$		有効質量比(%)		有効質量比(%)		
R_f	固有周期(s)	橋軸方向	橋軸直角方向	固有周期(s)	橋軸方向	橋軸直角方向
0.3	0.771	99.12	0	0.079	0	99.98
0.4	1.014	99.48	0	0.103	0	100
0.5	0.999	94.96	0	0.102	0	99.99

$h=16m$		有効質量比(%)		有効質量比(%)		
R_f	固有周期(s)	橋軸方向	橋軸直角方向	固有周期(s)	橋軸方向	橋軸直角方向
0.3	1.153	98.82	0	0.092	0	99.97
0.4	1.521	99.31	0	0.121	0	100
0.5	1.312	99.08	0	0.105	0	99.99

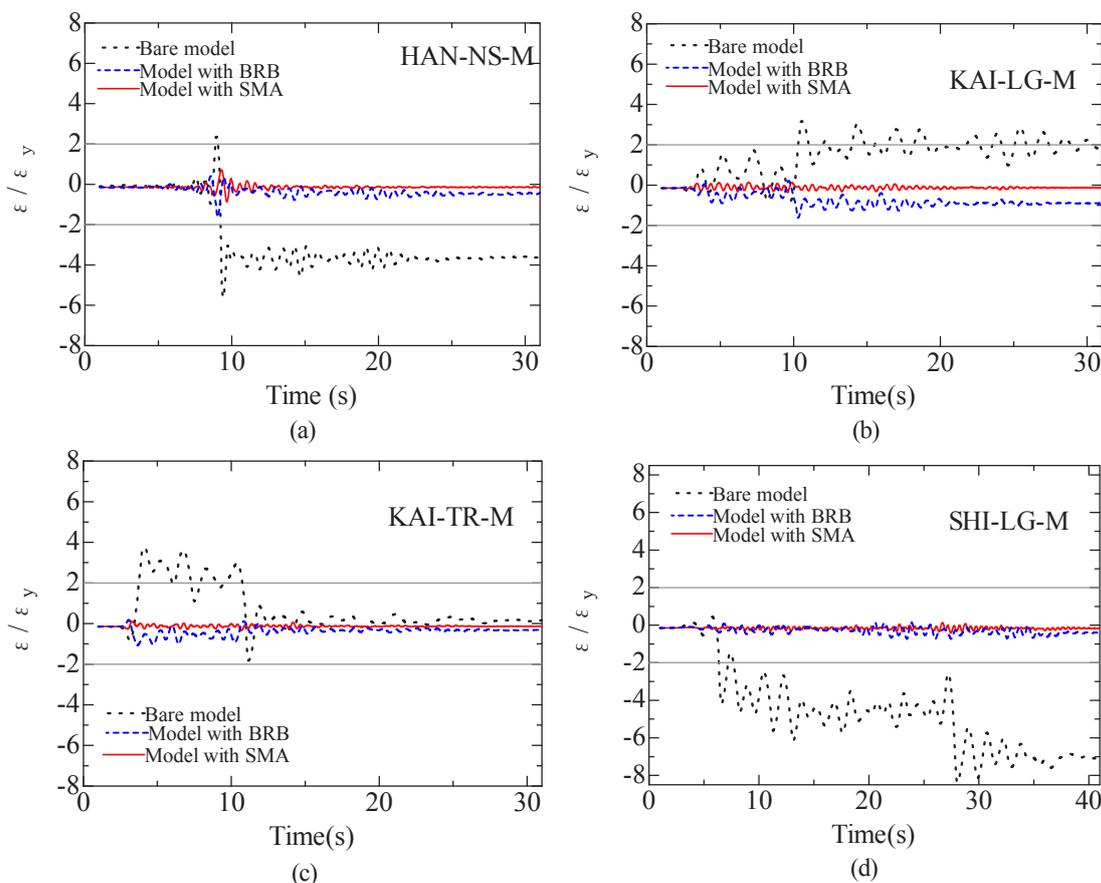


Fig. 8 Compressive strain responses at bases

4. 解析結果

4.1 対象構造物の固有周期

Table 2 に対象構造物の固有値解析結果を示す。橋脚高さ $12m^5$ と $16m$ のケースの固有周期を各幅厚比パラメータ毎で比較すると、1次モードで $0.3\sim 0.5$ 秒、2次モードで $0.01\sim 0.02$ の違いがみられた。また、非制震モデルと制震ブレース導入モデルの差はみられなかったため、Table 2 では非制震モデルの固有周期のみ記載している。

4.2 橋脚基部におけるひずみ応答

ひずみ照査法¹²⁾に基づき、地震応答解析で得られた各モデルの橋脚基部における応答ひずみを照査していく。ひずみの抽出は有効破壊長領域を5分割し、その平均としている。ここで、幅厚比パラメータ $R_f=0.4$ のケースの結果を Fig. 8 に示す。

Fig. 8 において、点線で示す非制震モデル(Bare model)は、全てのケースで橋脚基部の最大応答ひずみが $2\epsilon_y$ を超えた。その結果、ひずみ照査において部材健全度 2 以上

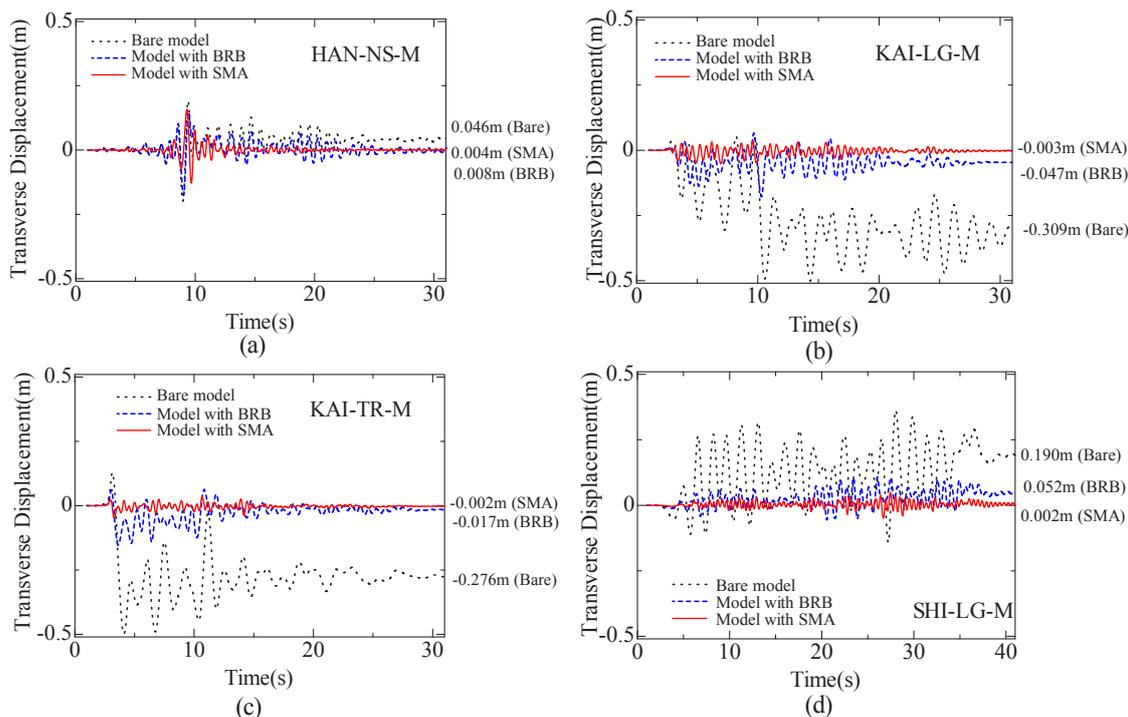


Fig. 9 Top displacement responses

を満たすことができなかったため、制震ブレースの導入を検討する必要があることがわかる。

破線および実線で示す BRB および SMA ダンパー導入モデルでは、構造物全体の固有周期 (Table 2) は非制震モデルと変わらないものの、橋脚基部の最大応答ひずみは全てのケースにおいて照査を満足する結果となっている。また、解析に用いたすべてのケースで、BRB 導入モデルでは平均で 75%、SMA ダンパー導入モデルでは平均で 87%の最大応答ひずみの低減が見られた。このことから、制震ブレースを導入したことによる耐震性能の向上効果が大きいといえる。

4.3 橋脚上部における応答変位

地震後の使用性の照査として橋脚上部の応答変位を Fig. 9 に示す。変位は左側橋脚上部の変位から橋脚基部の変位を引いた相対変位で表すこととする。点線で示す非制震モデルでは最大応答変位および残留変位が大きく、それぞれの残留変位は HAN-NS-M で 0.046m、KAI-LG-M で 0.309m、KAI-TR-M で 0.276m、SHI-LG-M で 0.190m となっており、HAN-NS-M を除くすべての地震動で地震後の使用性の照査¹³⁾における最重要路線にある構造物の許容残留変位 (橋脚高さの 1/300, 16m の場合約 0.053m) を満足できていない。破線で示したように、BRB を導入することにより、強震時間の後半部に集中していた変位が前半部に集中し、最終的な残留変位の発生を抑えることが出来たと考えられる。次に、実線で示す SMA ダンパーを導入したケースを見てみると、非制震モデルおよび

BRB 導入モデルと比べて、全てのケースで最大応答変位及び残留変位のさらなる低減を確認することができ、構造安全性と地震後の使用性の照査を満足できていることがわかる。特に、残留変位に着目すると、ほぼ 0 に抑えることができています。このことから、SMA の残留変位に対する低減効果の高さが証明された。なお、解析に用いたすべてのケースで、BRB 導入モデルでは平均で 68%、SMA ダンパー導入モデルでは平均で 95%の残留変位の低減が見られた。

4.4 制震ダンパーの応力—ひずみ関係

Fig. 10 に制震ダンパーの応力—ひずみ関係を示す。HAN-NS-M のケースでは、SMA ダンパー導入モデルにおいて Fig. 4 に示すような履歴ループを描くことができた。しかし、KAI-LG-M のケースでは完全なマルテンサイト変態がみられず、エネルギー吸収が少なくなってしまった。その他の地震波についても同様の現象が見られた。BRB に関しては、どの地震波のケースも SMA に比べて応答が小さくなった。また、ダンパーのエネルギー吸収能については次節で累積塑性ひずみを用い考察する。

4.5 制震ダンパーの累積塑性ひずみ

制震ダンパーの累積塑性ひずみを Table 3 に示す。BRB と SMA は斜材として左右に 1 つずつ配置しているため 2 つの値を平均し、各地震動ごとに算出した。また、前節と同様に幅厚比パラメータ $R_f=0.4$ のケースについて示す。

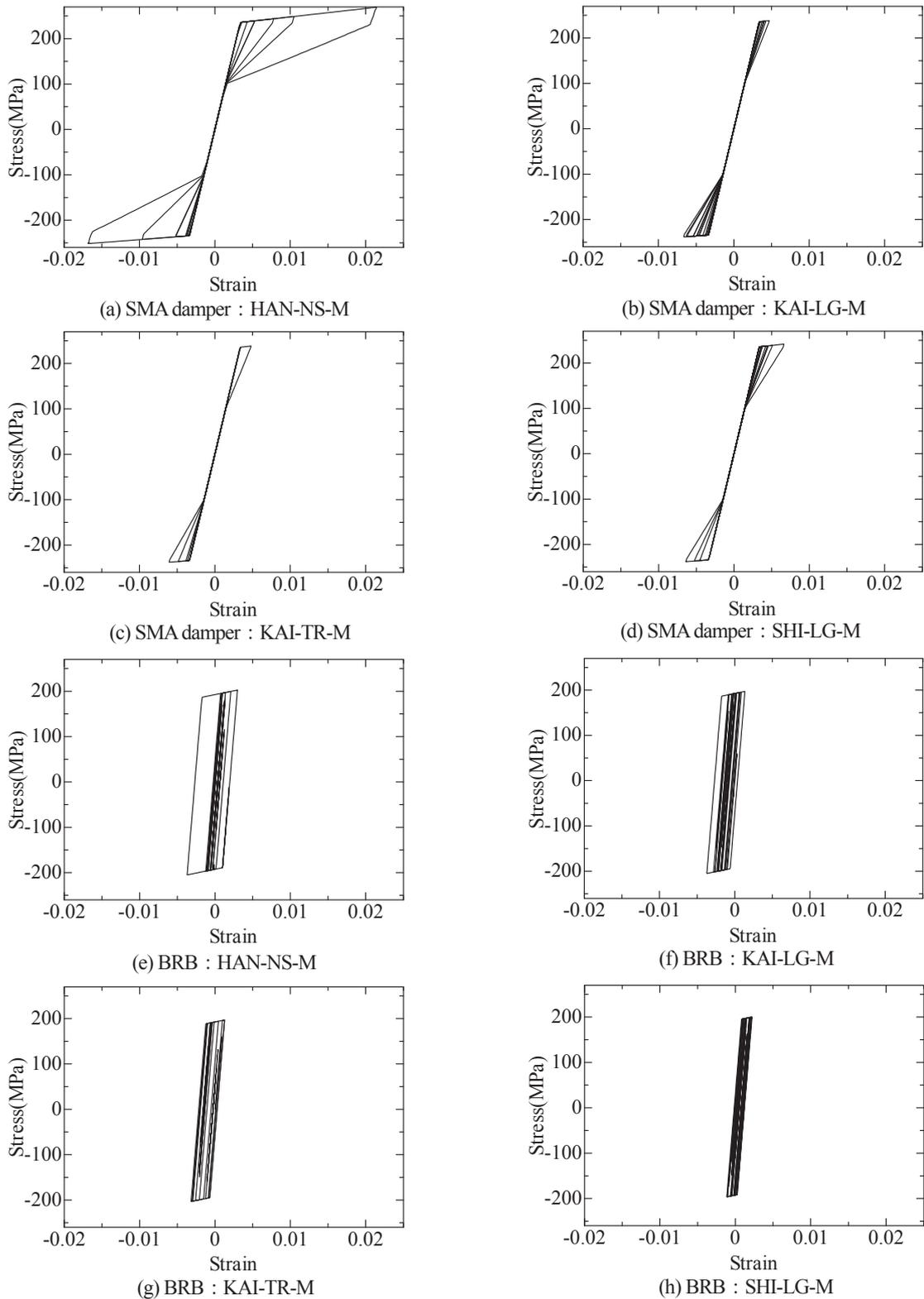


Fig. 10 Stress-strain curves of SMA dampers and BRBs

BRB については、全てのケースで累積塑性ひずみが 0.9~1.6%程度と、ほぼ同じような値になっているのに対し、SMA ダンパーでは HAN-NS-M が最も大きく、KAI-LG-M でも他の地震波での値に比べ大きい結果となった。また、SMA ダンパーの応力ひずみ曲線において Fig. 2 に示す構成則の DC の部分である完全なマルテンサイト相での除

荷が発生した場合、累積塑性ひずみが大きくなる傾向が見られた。このことから SMA ダンパーの設計時に、応力誘起マルテンサイト変態によって载荷時に完全なマルテンサイト相へ変換させることができるようにする必要があるといえる。

Table 3 Cumulative inelastic deformation (CID)

地震動	累積塑性ひずみ(%)	
	BRB	SMA damper
HAN-NS-M	1.38	12.9
KAI-LG-M	1.55	7.09
KAI-TR-M	1.02	1.96
SHI-LG-M	0.96	0.06

5. あとがき

本研究では、制震ブレースとして BRB 及び SMA ダンパーを鋼製ラーメン橋脚に導入し、地震応答解析を行い、各制震ブレースによる制震効果についての検討を行った。また、構造物の地震後の使用性の向上に対する SMA ダンパーの効果についての検討も行った。以下に本研究で得られた知見を示す。

- (1) BRB 及び SMA ダンパーを鋼製ラーメン橋脚に導入することによって、最大応答ひずみはそれぞれ平均で 75%、87%程度低下し、残留変位はそれぞれ平均で 68%、95%程度低減することができた。
- (2) SMA ダンパーを導入することで、すべてのケースにおいて残留変位をほぼ 0 にすることができた。これは SMA の超弾性効果によってブレースが見かけ上の塑性変形を起こした後、除荷する際に数%におよぶ大きな変形が回復し、橋脚全体の部材挙動を抑えたことに起因すると考えられる。このことから、SMA ダンパーの導入により、構造物の地震後の使用性が格段に向上できることが明らかになった。

本研究では SMA ダンパー導入モデルの制震デバイスとして、SMA ダンパーと剛棒との長さの比を 1 : 3 としているが、効率的なエネルギー吸収能を発揮するために、適切なパラメータを検証する必要がある。

また、BRB と比較して、SMA ダンパーは製作コストおよび材料費が高価である。その点に配慮し、実橋梁に導入するには、本研究のように斜材の一部を SMA とする導入方法や、最低限の性能を発揮できる大きさまで縮小し、BRB のようなその他の制震ブレースと複合させる複合モデルの考案などが必要であろう。

- 1) Wilde, K., Gardoni, P. and Fujino, Y. (2000): Base Isolation System with Shape Memory Alloy Device for Elevated Highway Bridges, *Engineering Structures*, Vol.22, pp.222-229.
- 2) Dolce, M. and Cardone, D. (2001): Mechanical Behaviour of Shape Memory Alloys for Seismic Applications 2. Austenite NiTi Wires Subjected to Tension, *International Journal of Mechanical Science*, Vol.43, No.11, pp.2657-2677.
- 3) Song, G., Ma, N. and Li, H.N. (2006): Applications of Shape Memory Alloys in Civil Structures, *Engineering Structures*, Vol.28, pp.1266-1274.
- 4) Zhang, Y.F., Camilleri, J.A. and Zhu, S.Y. (2008): Mechanical Properties of Superelastic Cu-Al-Be Wires at Cold Temperature for the Seismic Protection of Bridges, *Smart Mater. Struct*, Vol.17, pp.1-9.
- 5) 丸山陸也, 渡邊健斗, 葛漢彬 (2013) : 残留変位の低減に着目した鋼製ラーメン橋脚の制震解析, 計算工学講演会論文集, Vol.18, 論文番号 F-4-3.
- 6) Luo, X.Q., Ge, H.B. and Usami, T. (2010): Dynamic Numerical Simulation of Steel Frame-Typed Piers Installed with SMA Damping Devices Based on Multi-linear One Dimensional Constitutive Model, *Advanced Steel Construction*, Vol.6, No.2, pp.722-741.
- 7) Motahari, S. A. and Ghassemieh, M. (2007): Multilinear One-dimensional Shape Memory Material Model for Use in Structural Engineering Applications, *Engineering Structures*, Vol.29, pp.904-913.
- 8) Shen, C., Mamaghani, I.H.P., Mizuno, E. and Usami, T. (1995): Cyclic Behavior of Structural Steels. II: Theory, *J. of Eng. Mech., ASCE*, Vol.121, No.11, pp.1165-1172.
- 9) Chen, Z.Y., Ge, H.B. and Usami, T. (2007): Study on Seismic Performance Upgrading for Steel Bridge Structures by Introducing Energy-Dissipation Members, *Journal of Structural Engineering*, Vol.53A, pp.540-549.
- 10) 日本道路協会 (2002) : 道路橋示方書・同解説, I 共通編 II 鋼橋編.
- 11) 日本道路協会 (2002) : 道路橋示方書・同解説, V 耐震設計編.
- 12) 土木学会 (2008) : 鋼・合成構造標準示方書 [耐震設計編], 鋼構造委員会.
- 13) 日本鋼構造協会 (2000) : 鋼構造物の耐震解析用ベンチマークと耐震設計法の高度化, pp.242.

(原稿受理日 平成 25 年 10 月 3 日)

施設配置と PT データに基づく 駅勢圏に着目した

交通手段分担率・トリップ数に関する分析

八幡一憲¹⁾ 松本幸正²⁾

Analysis of modal split and trip numbers focusing on
facility placement and station territory based on PT survey data

Kazunori YAHATA¹⁾, Yukimasa MATUMOTO²⁾

Abstract

Residents in some urban area are difficult to live without a car due to the progress of motorization. To solve such a problem, it's important to design a city where anyone without a car can walk to the destination. In this study, we analyze the regional and traffic characteristics of a walkable city to facilities and a station. Fractal Analysis is used to quantify the facility placement and clarify the relationship between the facility placement and trips of walking. The share of walk is high where facilities are placed equally in whole area. The station territory is determined by the PT survey data. The share of walk as a trip end is high in the area including the station territory. Walkable area is defined as one can walk from facilities and a station to the destination. Discriminal analysis is also used in order to clarify the regional characteristics of walkable area from facilities and a station. As a result, the walkable area is influenced by the facility territory and cover ratio of the station territory. The non-walkable area is influenced by a slope angle and a difference in elevation. In non-walkable area, where it is difficult to walk to facilities and station, the average trip a day decreases.

1. はじめに

我が国ではモータリゼーションの進展により、1世帯に1台以上の自家用車を保有するようになった¹⁾。その結果、外出時の移動は自動車に依存する傾向が強くなり、それを支えるべく道路が整備され、自動車中心の街づくりが進められてきた。自動車中心の生活は、自動車を利用できる人たちにとって便利である一方で、自動車を利用できない人たちにとっては、日常的な移動でさえも大きな支障を来すことになる。また、交通渋滞や交通事故などの自動車に起因する問題も未だ解決されず、さらには、地球資源・環境の点や中心市街地の魅力向上などの点からも、自動車を中心とした街づくりからの方向転換が求められていると言える。

人々の移動に着目すると、自動車利用とそれ以外に大きく分類することが可能である。つまり、自動車に依存しない交通体系を構築するためには、徒歩により目的地までの移動ができ、かつ、ある程度の距離を移動する場合には公共交通の利用が可能であることが不可欠である。

さらに、目的地においても、徒歩ならびに公共交通で移動ができる必要がある。このように、出発地から目的地までが自動車以外の交通手段によってネットワーク化されている必要がある。その中でも最も基本となる移動は徒歩であり、徒歩で各施設あるいは駅やバス停へ行ける「歩いて移動できる都市」を目指すことが自動車依存からの脱却の第一歩であると考えられる。

「歩いて移動できる都市」を目指していくために、そのような都市にはどのような地域特性があるのかを明らかにする必要がある。歩いて施設や駅に行きやすい地域とその逆の地域にはどのような地域特性が影響しているのかを明らかにすることで、その地域間の地域特性の違いを明らかにすることができる。施設・駅まで歩いて行きやすい地域と歩いて行きにくい地域では、地域特性だけでなくそこに住む人々の交通特性にも違いが生まれると考えられる。歩いて施設・駅まで行きやすい地域は鉄道も利用しやすいため交通手段が選択可能な地域であると考えられる。一方で、歩いて施設・駅まで行きにくい地域というのは、自動車に交通手段が限られてくるのではないかと考えられる。

1) 大学院 理工学研究科建設システム工学専攻 2) 社会基盤デザイン工学科

1) Graduate School of Science and Technology, Department of Civil Engineering 2) Department of Civil Engineering

地域特性を考慮した人々の交通特性に関する研究はこれまでに数多く行われており、小林ら²⁾は地域の交通特性から地域区分を設定し、交通不便地域と移動不便者の抽出を行った。さらに、人口及び公共交通サービス水準の変化を推計することで、移動困難(不便)者の将来推計を行っている。また、土井ら³⁾は交通政策を進めるための地域特性の認識や働き盛り世代の交通行動などについて明らかにしている。このように、地域特性を考慮した上で人々の交通特性について研究を行っているものは多数存在する。しかし、人々の交通特性を考える上で交通手段が選択可能かどうかでその特性は異なってくると思われる。したがって、目的地となる施設や駅の有無・配置状況などの地域特性と交通手段の選択可能性を考慮して交通特性を分析する必要があるが、そのような例はあまり見られない。例えば、歩いて行ける範囲に施設・駅があったとしても、交通手段が複数ある地域とその逆の地域では、交通特性が異なると考えられる。また、自動車に依存する傾向が強い現在では、それぞれの地域ごとに自動車の有無を考慮する必要がある。自動車の有無と交通特性の関係を見ることによって、自動車への依存が高い地域、自動車無しでも生活ができていく地域を明らかにすることができると思われる。

そこで本研究では、はじめに施設・駅の有無や配置状況から歩いて行ける範囲に施設・駅がある地域、歩いて行ける範囲に施設・駅がない地域を定め、それらの地域の地域特性を明らかにする。その地域ごとの交通特性の違いを見ていく。さらに、地域ごとの自動車の有無による交通特性の違いについても明らかにする。

2. データ概要

本研究では、愛知県と岐阜県、三重県の一部の地域を対象圏域とした第4回中京都市圏パーソントリップ調査(以下、PT調査)のデータを用いる。一つ一つの地域をより詳細に見ていくために、夜間人口約1万人を目安とするゾーンレベルで区切られている小ゾーンを分析の単位とする。なお、名古屋市は多くの都市機能が集約している大都市であり、他の都市に比べて人の動きが異なると考えられるため、本研究の対象から外すこととする。

3. 歩いて施設まで行きやすい地域に関する分析

歩いて施設まで行くことのできる地域を、ゾーンごとの施設の配置状況から明らかにし、その施設配置状況と交通特性との関係を明らかにする。本研究で対象とする施設は、学校や病院、役所などの公共施設とする。

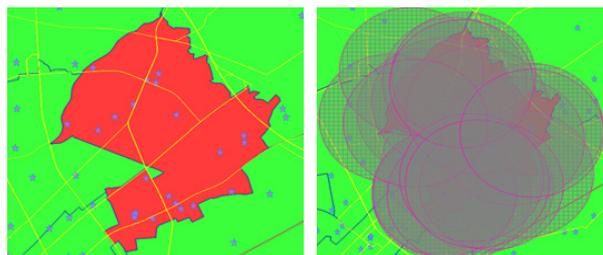


Fig.1 Example of facility placement and facility territory in area of higher walk ratio

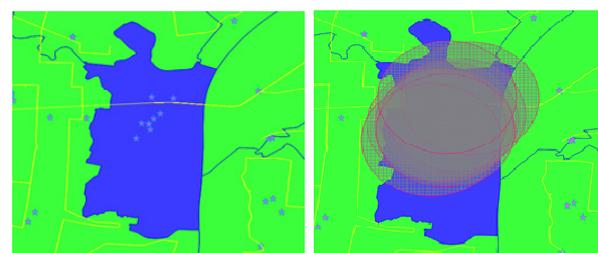


Fig.2 Example of facility placement and facility territory in area of lower walk ratio

施設の配置状況の定量化を行うために既存研究³⁾で用いられているフラクタル次元解析を用いる。フラクタル次元解析にはいくつかの手法があるが、本研究では平面における施設の分布状況を表すことを目的とし、ボックスカウンティング法を用いて容量次元解析を行う。ボックスカウンティング法とは、対象となる図形を格子状に分割し、対象点を含むマス目の数を数えるものであり、マス目の1辺の長さを r 、対象点を含むマス目の個数を $M(r)$ とする。フラクタル次元 D は以下のように定義される。

$$\log M(r) = D \log r + b + \epsilon(r) \quad (1)$$

b : 定数項, $\epsilon(r)$: 誤差項

この式を満足する回帰係数 D を求めると、その絶対値が対象空間のフラクタル次元(容量次元)となる。

フラクタル次元 D は0~2の実数で表され、0に近いほど対象物は1点に集中し、1に近いほど線的な分布を示し、2に近いほど対象物は面内に均一に分布していることを示す。

Fig.1, Fig.2はゾーン内にある施設と、施設のカバー範囲をそれぞれ地図上に示した一例である。Fig.1は徒歩の分担率が高いゾーン(約20%)、Fig.2は徒歩の分担率が低いゾーン(約8%)である。それぞれの図の実際の施設配置を示したものが左図、施設のカバー範囲を示したものが右図である。各施設のカバー範囲は、PT調査の出発地から目的地までの徒歩の平均所要時間(14.2分)と、一般的な歩行速度(分速80m)から1000mとした。この施設のカ

カバー範囲は施設まで歩いて行ける範囲を表している。Fig.1の地域では、施設が地域内の様々な場所にあるため、施設カバー範囲が全体に広がっていることが見て取れる。この地域の徒歩の利用割合を示す徒歩分担率は高く、フラクタル次元は約1.8と大きい。反対に、Fig.2の地域は施設が一点に集中しているため、施設のカバー範囲が狭いことが見て取れる。この地域の徒歩分担率は低く、フラクタル次元も約0.5と小さい。

中京都市圏の各地域のフラクタル次元 D の値と徒歩分担率の関係をプロットすると Fig.3 のようになる。図よりフラクタル次元 D の値が大きくなるほど徒歩分担率が高くなる傾向がみられる。つまり、地域内全体に施設が均一に分布されていると徒歩分担率が高い傾向がみられる。地域内全体に施設が配置されているということは、その地域内の施設カバー範囲を広くすることになり、徒歩でのアクセスがゾーン内のどこからでも容易になるからであると考えられる。

4. 歩いて駅まで行きやすい地域に関する分析

4.1 駅勢圏の有無による分担率の比較

出発地から駅までの端末交通手段としての徒歩分担率と駅勢圏との関係を見ていく。

本研究では、PT調査のデータより出発地から駅までの徒歩の平均所要時間を算出し、駅勢圏（駅まで歩いて行ける範囲）を設定した。

Fig.4は出発地から駅までの端末交通手段に着目し、その分担率を示したものである。中京都市圏全体と駅勢圏を含むゾーンと駅勢圏を含まないゾーンに分類して示している。図からもわかるように、駅勢圏を含んでいるゾーンでは徒歩分担率が高いのに対し、駅勢圏を含まないゾーンでは徒歩分担率が低くなり、自動車分担率が高くなっていることがわかる。駅勢圏が含まれているかどうかで出発地から駅までの交通手段に違いがあることがわかる。これは、駅勢圏が含まれているゾーンでは歩いて駅まで移動しやすいが、駅勢圏が含まれていないゾーンでは歩いて行ける範囲に駅がないため自動車で行かざるを得ないためであると考えられる。

4.2 徒歩分担率と駅勢圏カバー率の関係

端末交通手段としての徒歩分担率に対する駅勢圏カバー率の不等性を見ていく。端末交通手段として徒歩分担率の高いゾーンと低いゾーンでは、駅勢圏カバー率に違いがあるのかを明らかにする。

対象となる地域間の平等性、不平等性を示す指標としてジニ係数を用いる。ジニ係数は対象となる地域内でお

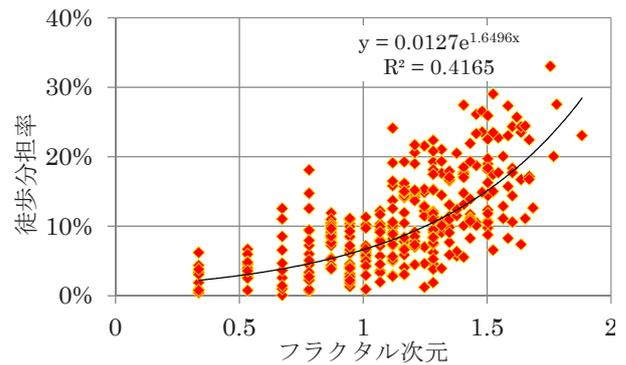


Fig.3 Relation of Fractal dimension and share of walk

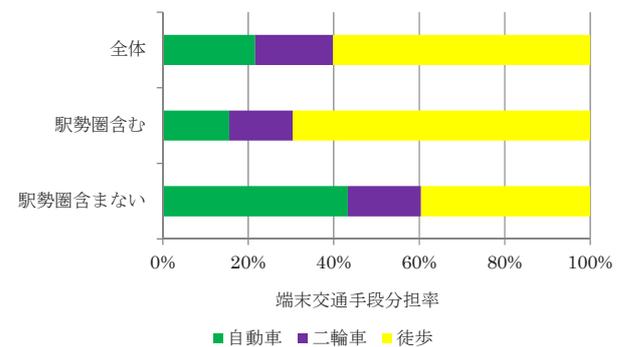


Fig.4 Share of access mode to the station

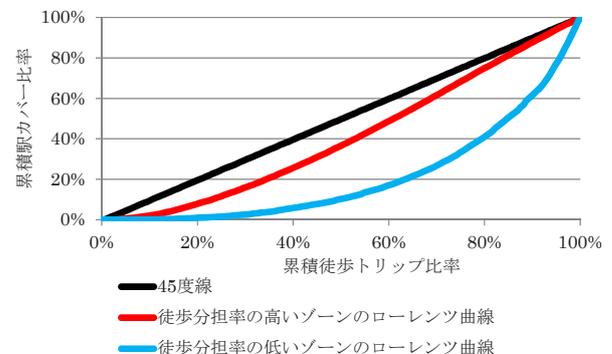


Fig.5 Comparison of Lorenz curve by share of walk

互いがどの程度、駅勢圏のカバー率に差があるのかを示す指標である。値域は0から0.5であり、0に近づくほど不平等性が低く、0.5に近づくほど不平等性が高いとみなされる。

端末交通手段としての徒歩分担率が高いゾーンと低いゾーンの2つに分けた。徒歩分担率の違いによってゾーン間で駅勢圏カバー率に違いがあるのか、どちらが平等に駅勢圏によってカバーされているのかを明らかにする。なお、端末交通手段としての徒歩分担率が75%以上のゾーンを徒歩分担率の高いゾーン（端末交通手段としての徒歩分担率が中京都市圏全体の上位25%のゾーン）、徒歩

分担率が50%以下のゾーンを徒歩分担率の低いゾーン（端末交通手段としての徒歩分担率が中京都市圏全体の下位25%のゾーン）とする。

Fig.5はその2種類のゾーンに対する駅カバー率のローレンツ曲線と45度線を示しており、45度線とローレンツ曲線で囲まれた部分の面積がジニ係数を表している。

図からもわかるように、徒歩分担率の高いゾーンの方がローレンツ曲線と45度線で囲まれた面積が小さく、徒歩分担率の低いゾーンの方が大きいことがわかる。ジニ係数の値は徒歩分担率の高いゾーンは0.18、徒歩分担率の低いゾーンは0.48という結果になった。徒歩分担率が高いゾーンでは対象となるゾーンすべてで駅勢圏が平等にカバーされており、徒歩分担率の低いゾーンでは対象となるゾーンにおいて駅勢圏によってカバーされているゾーンとされていないゾーンがあり、カバーされていてもそのカバー率に差が生まれてしまっていることがわかる。つまり、徒歩分担率の低いゾーンは多様なゾーンから構成されているといえる。

5. 歩いて行ける範囲に施設・駅がある地域の地域特性に関する分析

施設の配置状況、駅勢圏の有無で中京都市圏の小ゾーンを4つのグループに分けた。その4つのグループに対して地域特性を説明変数とし、どのような地域特性によって分類することができるのかを判別分析を用いて明らかにする。

5.1 ゾーンの種類

施設の配置状況についてフラクタル次元の値で2つのグループに分けた。中京都市圏の各ゾーンのフラクタル次元Dの平均値が約1.2であり、Fig.3よりフラクタル次元の値が大きくなるほど徒歩分担率が大きくなる傾向が見られたため、フラクタル次元Dの値が1.2以上のゾーンは歩いて行ける範囲に施設があるゾーン、1.2未満のゾーンは歩いて行ける範囲に施設がないゾーンとした。

駅勢圏の有無についても2つのグループに分けた。駅勢圏が含まれているゾーンは歩いて行ける範囲に駅があるゾーン、駅勢圏が含まれていないゾーンは歩いて行ける範囲に駅がないゾーンとした。

Fig.6は分類方法を示している。中京都市圏の各ゾーンを『歩いて行ける範囲に施設・駅があるゾーン(施設○駅○)』、『歩いて行ける範囲に施設・駅がないゾーン(施設×駅×)』、『歩いて行ける範囲に施設はあるが、駅はないゾーン(施設○駅×)』、『歩いて行ける範囲に駅はあるが、施設はないゾーン(施設×駅○)』の4つのグループに分け

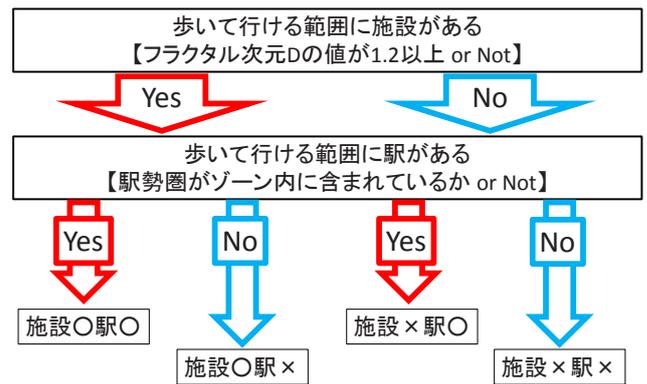


Fig.6 Classification flow of zones

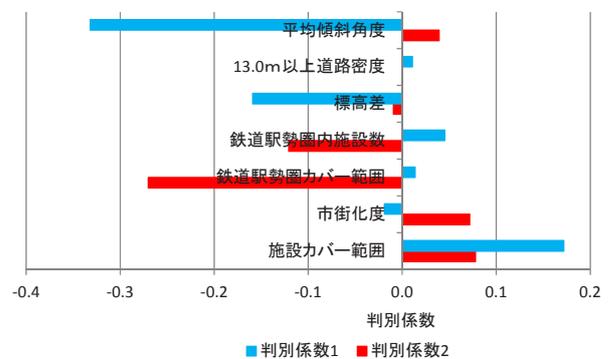


Fig.7 Discriminal coefficient by regional characteristics

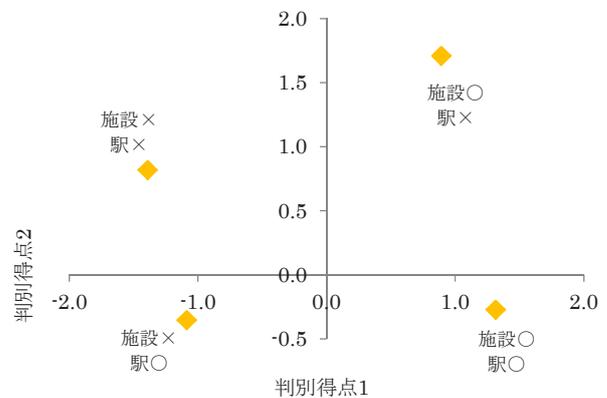


Fig.8 The center of gravity of the discriminant score

た。

5.2 判別分析による分析結果

Fig.7は判別分析で用いた地域特性の指標と判別係数の値を示している。Fig.8は横軸に判別得点1の値を取り、縦軸に判別得点2の値を取ったものであり、4つのグループの判別得点の重心をプロットしたものである。Fig.8より4つのグループは横軸によって歩いて行ける範囲に施設があるかどうか、縦軸によって歩いて行ける範囲に駅

があるかどうかの判別を行っていることがわかる。

Fig.7, Fig.8より「施設まで歩いて行ける範囲」を示している施設カバー範囲が、歩いて行ける範囲に施設があるゾーンかどうか判別するのに影響を与えていることがわかる。歩いて行ける範囲に施設が配置されているので施設まで歩いて行きやすく、その範囲が広がれば広いほど施設まで歩いて行きやすい範囲が広がることになると考えられる。傾斜角度や標高差などは歩いて行ける範囲に施設がないゾーンに影響を与えていることがわかる。徒歩で移動するうえで肉体的に負荷がかかる傾斜角度や標高差が大きいことは歩いて暮らすには不適切であるのではないかと考えられる。

「駅まで歩いて行ける範囲」を示している駅勢圏カバー範囲やその駅勢圏内の施設数は歩いて行ける範囲に駅があるかどうかを判別するのに影響を与えていることがわかる。歩いて行ける範囲に施設があるゾーンと同様に、歩いて行ける範囲内に駅が配置されており、なおかつその駅勢圏内に施設が配置されている地域ほど歩いて行ける範囲に駅があるゾーンであると考えられる。

Fig.9は分類した各グループの代表交通手段の分担率を示している。歩いて行ける範囲に施設があるゾーンでは徒歩の割合が20%以上あり、徒歩で移動している人が多いことがわかる。また、歩いて行ける範囲に駅があるゾーンは歩いて行ける範囲に駅がないゾーンに比べて鉄道分担率が高いことから鉄道の利用が容易であることがわかる。歩いて行ける範囲に施設・駅がないゾーンでは、利用しやすい自動車の割合が高い。歩いて施設や駅まで行きにくいゾーンでは、歩いて暮らすには不便な地域であり、自動車に頼らざるを得ないことがわかる。

6. 各ゾーンの自動車の有無による比較

前章までは、歩いて行ける範囲に施設・駅があるかどうかに着目していたが、自動車に依存する傾向が強い現在では、自動車の有無が生活に与える影響は大きいと考えられる。歩いて行ける範囲に施設・駅があれば問題ないが、施設・駅がない地域では自動車に頼らざるを得ない。そのような地域において自動車を使うことができる人とできない人ではどのような違いがあるのか見ていく。

6.1 日トリップ数による比較

一日の平均トリップ数に、グループ間でどのような違いがあるのかを見ていく。Fig.10は、前章で分類したグループそれぞれで、自動車を持っている人と持っていない人の日平均トリップ数を示している。『歩いて行ける範囲に施設・駅があるゾーン』では、自動車の有無で約0.3

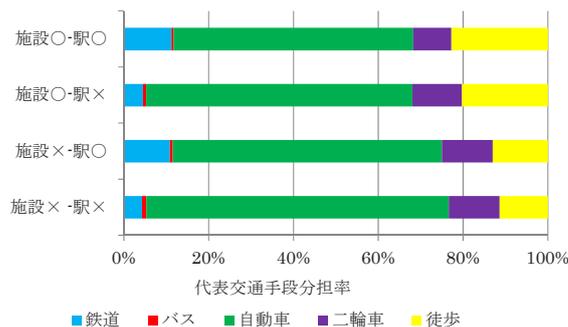


Fig.9 Share of dominant mode by each group

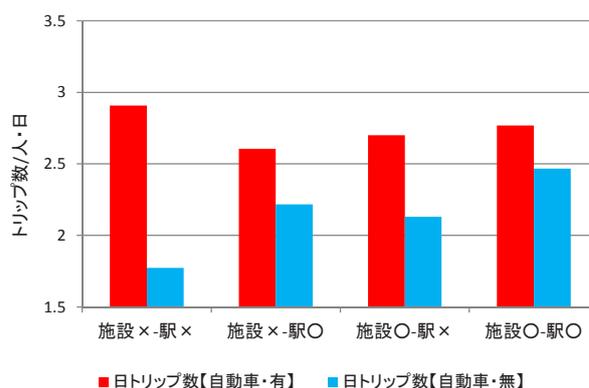


Fig.10 Trip numbers by each group and car ownership

トリップの差が生まれている。一方、『歩いて行ける範囲に施設・駅がないゾーン』では、自動車の有無で約1.3トリップ以上の差が生まれている。歩いて行ける範囲に施設・駅がないゾーンでは自動車を所有していないと一日のトリップ数が大きく減少していることが明らかになった。歩いて行ける範囲に施設・駅がない地域では交通手段が限られてくるので移動が容易な自動車の有無によって一日のトリップ数に大きな差が生まれてしまったのではないかと考えられる。

6.2 代表交通手段による比較

次に、交通手段分担率で見たとき、歩いて行ける範囲に施設・駅がありかつ自動車を持っていて交通手段が複数ある人と、歩いて行ける範囲に施設・駅がなくかつ自動車を持っていて交通手段が限られてくる人とは、交通手段分担率にどのような違いがあるのかを見ていく。

Fig.11 は前章で分類したグループを、自動車を持っている人と持っていない人でさらに 8 グループに分類し、代表交通手段の分担率を比較したものである。

どのグループに関しても自動車を持っている人の自動車分担率は70%以上と高く、自動車を持っていない人の自動車分担率は30%以下である。『①施設○-駅○-自動車・有』は、歩いて行ける範囲に施設・駅がある地域

の自動車を所有している人の分担率を表している。このような人たちは、歩いて施設、駅まで行けるが自動車を所有しているので、移動が容易な自動車の利用割合が高くなっている。一方、『③施設○-駅○-自動車・無』は歩いて行ける範囲に施設・駅がある地域で自動車を持っていない人の分担率を示しており、①と比較すると自動車を保有していない分、自動車の割合が減り、徒歩・鉄道での移動が中心になっていることがわかる。『⑥施設×-駅×-自動車・有』『⑧施設×-駅×-自動車・無』は歩いて行ける範囲に施設・駅がない地域であり、⑥は自動車を持っている人の分担率、⑧は自動車を持っていない人の分担率を示している。これらの地域は歩いて行ける範囲に施設・駅がないため自動車に頼らざるを得ない地域であると考えられる。自動車を持っている⑥に関しては自動車の割合が70%以上であり、多くの人が自動車を利用していることがわかる。一方、⑧は自動車を保有していないので自動車の割合が30%ほどである。歩いて行ける範囲に施設・駅がなく自動車に頼らざるを得ないような地域では、自動車を持っている人は自動車の分担率が圧倒的に高く、徒歩・鉄道の分担率が他の地域に比べても低いことがわかる。この地域は分担率からも自動車への依存傾向が高い地域であることが見て取れる。

7. おわりに

本研究では、歩いて施設・駅まで行きやすい地域特性を分析するとともに、自動車の有無による日トリップ数について明らかにした。フラクタル次元解析を用いて施設配置の定量化を行い、徒歩のトリップとの関係を見たところ、施設が地域全体に配置されている地域は代表交通手段としての徒歩の分担率が高いことが明らかになった。このような地域は歩いて行くことのできる範囲に施設が存在し、歩いて施設まで行きやすい地域ではないかと考えられる。また、PT 調査の結果から駅勢圏を設定し、その駅勢圏の有無による端末交通手段としての徒歩と自動車の分担率の違いを見たところ、徒歩、自動車ともに大きな違いが見られた。

施設の配置状況と駅勢圏の有無により4つのグループに分け、歩いて行ける範囲に施設・駅がある地域やない地域をどのような地域特性によって分けることができるのかを明らかにした。その結果、歩いて行ける範囲に施設・駅がある地域では、施設カバー範囲や駅勢圏カバー範囲などの影響が見られた。一方、歩いて行ける範囲に施設・駅がない地域は、歩く上で肉体的に負荷がかかる傾斜角度や標高差などの影響が見られた。

4つのグループに分けられた地域で自動車を持ってい

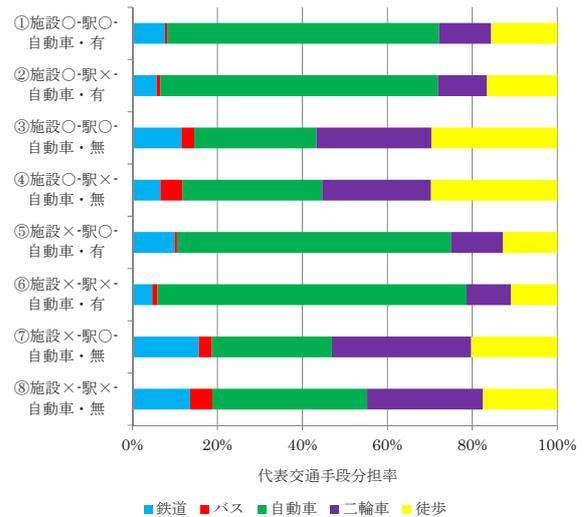


Fig. 11 Share of dominant mode by each group and car ownership

る人と自動車を持っていない人の交通手段分担率や日トリップ数を明らかにした。歩いて行ける範囲に施設・駅がある地域で交通手段が複数ある人には、自動車を保有していなくても一日のトリップ数に大きな変化が見られないが、歩いて行ける範囲に施設・駅がない地域で交通手段が限られている人には、自動車を保有していないと一日のトリップ数が大きく減少していることが見られた。歩いて行ける範囲に施設・駅がない地域で交通手段が限られている場合には、人々の交通機会を減少させているのではないかと考えられる。

今後は過去のPT 調査の結果からそれぞれの地域ごとの交通特性の経年変化を見ていくと共に、住居の分布や市街化調整区域などの土地利用との関連にも着目していく必要がある。

参考文献

- 1) 増加する四輪車の保有台数, 一般社団法人 日本自動車工業会, 2012
- 2) 小林寛, 山本 彰, 橋本 雄太, 高宮 進, 中野 達也: パーソントリップ調査を活用した移動困難者の抽出, 土木計画学研究発表会・講演集 No.47, 2013
- 3) 土井勉, 白水靖郎, 隅田道男, 森文彦, 南部浩之: パーソントリップ調査データからみた総合交通政策の課題に関する考察~近畿圏PT調査から~, 土木計画学研究発表会・講演集 No.47, 2013
- 4) 高瀬達夫: フラクタル次元を用いた地方都市における通勤時の公共交通利用者の居住地分布構造分析, 都市計画論文集 No.42-3, pp.583-588, 2007

(原稿受理日 平成25年10月3日)

個人属性に着目した高速道路における所要時間の付加情報が経路選択に及ぼす効果分析

魯 旭海¹⁾ 松本幸正²⁾

Impact analysis of providing additional travel time information on route choice behavior focusing individual attribute on expressways

Xuhai LU¹⁾, Yukimasa MATSUMOTO²⁾

Abstract

Providing travel time information on expressways will affect drivers' route choice behavior, which will improve traffic congestion. A questionnaire survey was conducted for obtaining the consciousness of drivers on expressways in central Japan area. The effects of providing additional travel time information such as an up-arrow and a down-arrow were also grasped by the survey. We analyzed the impact of the additional information on route choice behavior focusing individual attribute by a Multinomial Logit model and a Nested Logit model based on the survey results. The results show that drivers with different attribute tend to change their routes differently. Elderly or female drivers tend to keep their route more than male drivers. Then, we simulated traffic flows with the constructed Nested Logit model. The simulation results highlight the additional information on travel time has an impact on the traffic flows on expressways and also the possibility to change the impact when the component ratio by each attribute of a driver changes.

1. はじめに

中部都市圏では、新東名高速道路と新名神高速道路の開通に伴い、選択可能な経路数が増加した。しかしながら、自動車交通量の多さから、渋滞は日常的に発生している。渋滞を緩和させる施策の一つとして、的確な所要時間情報の提供が考えられる。これによって、ドライバーに自発的な経路選択行動を促し、その結果、渋滞緩和につながれると思われる。実際、全国の高速道路では、渋滞による所要時間の情報提供が実施されている。

所要時間の提供による経路選択に関する研究は、これまでも豊富な研究蓄積がある。田中ら¹⁾は情報提供の高度化による経路選択行動及び道路網交通流への影響を検討しており、Dia²⁾はリアルタイムな情報提供がドライバーの経路選択行動へ及ぼす影響を分析している。しかしながら、個人属性を考慮した有効な情報提供内容を明らかにする研究はあまり多くない。

そこで本研究では、中部都市圏の都市間高速道路を対象とし、SAやPAでドライバーにSP質問を含めた意識調査を実施することで、所要時間の情報提供時や付加情報提供時のドライバーの属性別の経路選択行動を把握す

る。この調査結果からドライバーの属性を考慮した経路選択モデルを作成することで、所要時間情報と付加情報がドライバーの経路選択行動にどのような影響を及ぼすのかを個人属性に着目して分析する。また、モデルの分析結果をもとに交通流シミュレーションを行うことで、美濃関JCTから豊田JCTまでの経路交通量の変化を捉えるとともに、高速道路のドライバー属性が変化した場合

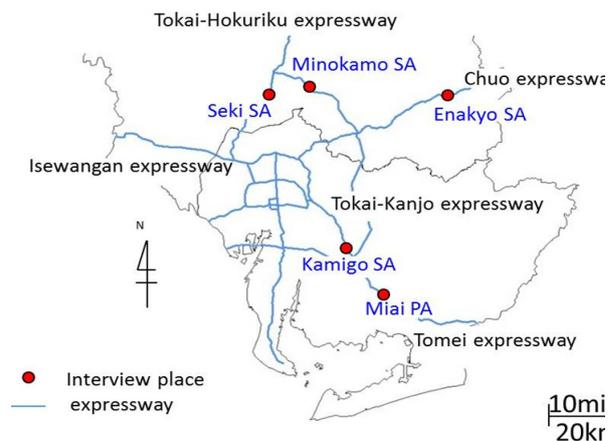


Fig.1 Location of questionnaire survey

1) 大学院 理工学研究科建設システム工学専攻 2) 社会基盤デザイン工学科

1) Graduate School of Science and Technology, Department of Civil Engineering 2) Department of Civil Engineering

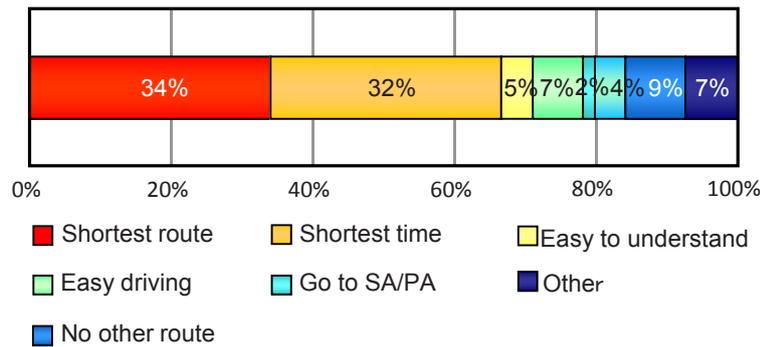


Fig.2 Reason to choose route

の情報提供の効果を見る。

2. ドライバー意識調査の概要

2.1 調査概要

Fig.1 に示す名古屋を中心とした都市間高速道路の中央自動車道・恵那峡SA、東海北陸自動車道・関SA、東海環状自動車道・美濃加茂SA、東名高速道路・美合PA、上郷SAの5地点で、平成18年11月25日(土)、26日(日)の2日間に、SA・PAで休憩しているドライバーを対象にインタビュー形式のアンケート調査を実施した。アンケートの回収部数は、合計672部であった。

アンケート項目には、回答者属性、所要時間情報提供時の経路選択意識、所要時間情報提供に対するニーズなどがある。

回答者の属性をTable 1に示す。表より、利用目的では、「自由」が約7割を占めていることに対し、「業務」が1割であることがわかる。また、高速道路の利用頻度では、「月1、2回」や「年に数回」の割合が高いことがわかる。

Table 1. Attributes of interviewees

	Description
Purpose	「leisure」73%、「business」10%
Frequency	「1 or 2 times a week」16%、「1 or 2 times a month」37%、「several times a year」26%
Vehicle type	「passenger car」93%
Gender	「male」88%、「female」12%
Age	「The aged」17%

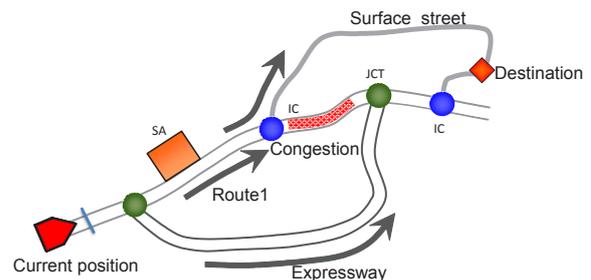
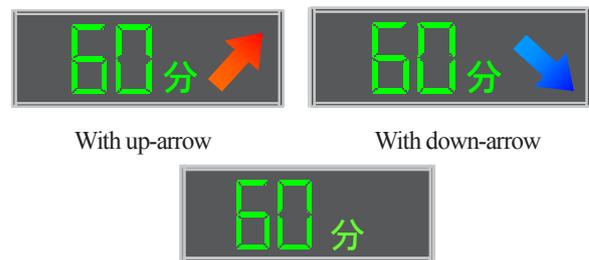


Fig.3 hypothetical network

2.2 経路選択の理由と基づいた情報

調査地点までの経路を選んだ理由をFig.2に示す。最短距離および最短時間を理由に挙げた割合がほとんどを占めている。代替経路がなく“この経路しかないから”と答えた回答を除くと、最短経路を理由とした割合は72%と、全体の約3/4を占めている。

この理由としては、都市間高速道路は、経路が異なっても運賃は同額であり、また、平常時には最短距離経路はほぼ最短時間経路となるからである。したがって、所要時間が経路決定に最も影響を及ぼす要因であると考えることができる。



With up-arrow

With down-arrow

Without additional information

Fig.4 Types of travel time information

示す。渋滞時に考えられるドライバーの3つの行動パターンを選択肢として、回答してもらった。以下にその3つの選択肢を示す。

ルート1: ルート1をそのまま行く。

ルート2: SAで休憩して、ルート1で行く。

ルート3: 高速道路または一般道を利用した迂回。

現在位置から目的地までは最短のルートを含む3つの

2.3 仮想ネットワークの概要

本調査では、所要時間情報提供時の経路選択意識を把握するため、仮想ネットワークをドライバーに提示し、いくつかの質問をした。Fig.3にその仮想ネットワークを

ルートがあり、目的地までの所要時間として 30 分、60 分、90 分の 3 パターンを仮定した。ドライバーへの質問では、最短ルートの途中で渋滞が発生したことを想定し、そのときの所要時間が、上記の 3 つの所要時間に対して、+15 分、+30 分の 2 パターンの渋滞時間を与えた。

それぞれの情報提供では、Fig.4 に示した所要時間のみを表示する場合と、付加的な所要時間増減傾向情報を表示する場合を考えた。上矢印で所要時間の増加傾向を追加する場合、直近将来の所要時間が表示されている所要時間より増えると予測されていることを表す。逆に、下矢印で減少傾向を追加した場合、所要時間は今後減少することを表している。

3. モデルの構築と分析

調査結果をもとに、経路選択モデルを構築する。経路選択モデルとして最も一般的に用いられている多項ロジットモデル (ML) では、選択肢間の類似性の相違を表現しにくい。そこで本研究では、ML の分析結果と比較するために、経路選択問題においても多く用いられている Nested Logit モデル (NL) も用いる。ML モデルの構

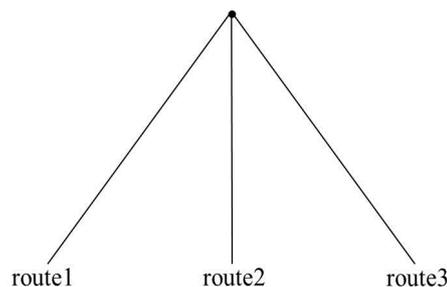


Fig.5 Structure of ML model

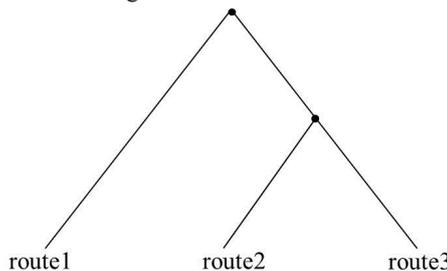


Fig.6 Structure of NL model

造は Fig.5 のように、NL モデルのツリー構造は Fig.6 のようにした。

ML モデルの分析結果を Table 2, NL モデルの分析結果を Table 3 に示す。

Table 2. Result of ML model (**1% significant, *5% significant)

Multinomial Logit Model		30min (t-value)	60min (t-value)	90min (t-value)
Constant	Route1	1.882 (2.326)**	0.074 (0.188)	-0.433 (-2.898)**
	Route2	-1.491 (-2.077)*	-3.744 (-5.242)**	-3.349 (-4.663)**
Travel time		-0.063 (-2.595)**	-0.037 (-2.595)*	-0.032 (-2.337)*
Up-arrow	Route1	-0.096 (-4.287)**	-0.058 (-2.472)**	-0.048 (-2.193)**
	Route2	0.621 (1.141)	0.233 (4.329)**	1.448 (1.878)
Down-arrow	Route1	0.462 (3.123)**	0.214 (0.964)	0.327 (2.3437)**
	Route2	0.886 (2.309)*	0.541 (2.769)**	0.489 (2.485)**
AIC		677.651	703.203	684.998

Table 3. Result of NL model

Nested Logit Model		30min (T-value)	60min (T-value)	90min (T-value)
Constant	Route1	2.556 (2.092)**	3.635 (3.185)**	3.000 (2.713)**
	Route2	-1.224 (-3.095)**	-1.792 (-4.100)**	-1.181 (-1.367)
Travel time	Route3	-0.037 (-3.572)**	-0.030 (-3.696)**	-0.004 (-5.139)**
Up-arrow	Route1	-0.474 (-1.964)*	-0.474 (-1.375)	-0.144 (-3.148)**
	Route2	0.357 (2.062)*	0.312 (4.443)**	1.545 (2.287)**
Down-arrow	Route1	0.773 (2.263)**	0.169 (2.696)**	0.659 (2.4414)**
	Route2	0.937 (1.311)	0.489 (3.712)**	0.256 (1.528)
AIC		633.472	658.116	644.741

所要時間の値に着目すると、どの所要時間のモデルでもパラメータは有意な負の値を示しており、ドライバーが渋滞に対して経路変更する意欲があるといえる。また、どのモデルでも、ルート1における「増加表示」パラメータの値が負になっている。つまり、増加情報を提供すると、経路変更が促されると考えられる。一方、減少情報を提供した場合、ルート1と2ではパラメータが正の値を示している。このことから、減少情報によって経路変更せずにそのままの経路を進む可能性が高くなることがわかる。また、提供時間が長くなるほどそれらの値は0に近づいている傾向があることがわかる。これは、目的地までの所要時間が長くなると付加的情報提供が経路変更へ及ぼす影響が小さくなっていくことを示している。つまり、付加的な情報提供は、所要時間が小さいときほどドライバーの経路選択行動を促すが、所要時間が大きくなるほどその効果が減少すると考えられる。

モデル構造の違いから、今回のモデルの比較では修正 ρ^2 値ではなくAIC(赤池情報量規準)を用いることが相応しい。そこで本研究で作成した2つモデルのAICを計算する。

その結果は、所要時間が30分、60分、90分とも、AIC_{NL}

に対してAIC_{ML}の方がその値が大きく、MLモデルの適合度が低いことがわかる。これは類似した選択肢間の関係を通常のMLで表現しきれていないことを示唆している。このことから、「SAで休憩」と「他の道路利用」には観測されない類似性がみられ、NLモデルの方が相応しいといえる。

4. 個人属性が経路選択に及ぼす影響

付加的所要時間情報の提供による経路選択行動には、ドライバーの個人属性の違いが影響を及ぼす可能性があると考えられる。経路変更行動を効果的に促すためには、付加的所要時間情報を提供すると共に、ドライバーの性別、年齢、車種、利用頻度などの属性を検討することも重要であり、属性別の影響を把握することによってより効果的にドライバーの経路変更を促すことができると考えられる。

そこで、個人属性の差異が経路選択に及ぼす影響を考慮するため、経路選択に影響を及ぼす可能性が高いと考えられる3属性をダミー変数として設定し、経路選択モデルを作成する。個人属性として利用頻度、性別(男=0

Table 4. Result of NL model including individual attributes (**1% significant, *5% significant)

Nested Logit Model		30min(t-value)	60min(t-value)	90min(t-value)
Constant	Route1	-0.608(-4.34)**	-0.319(-0.553)	-0.041(-0.594)
	Route2	2.173(1.090)	-4.924(-2.165)*	-2.680(-2.561)*
Travel time		-1.215(-2.130)*	-0.652(-1.730)	-0.473(-2.007)*
Up-arrow	Route1	-0.317(-2.209)*	-0.218(-2.571)*	-0.109(-2.849)**
	Route2	0.698(1.187)	0.353(1.175)	0.154(1.985)
Down-arrow	Route1	0.222(2.183)*	0.132(2.215)*	0.052(2.688)**
	Route2	1.495(3.159)**	0.681(1.786)	0.205(2.719)**
Route1	Frequency	-0.001(-0.023)	-0.167(-0.429)	-0.101(-0.754)
	Gender	0.378(1.331)	1.277(2.515)*	-0.083(-0.354)
	Vehicle type	-0.413(-1.289)	-1.247(-1.353)	0.158(0.921)
	Aged	2.182(0.728)	2.645(2.477)*	0.025(0.179)
Route2	Frequency	-0.003(-0.079)	-0.164(-0.420)	-0.101(-0.763)
	Gender	0.830(2.128)*	-0.667(-1.438)	0.089(0.175)
	Vehicle type	-0.517(-0.644)	-2.559(-1.478)*	-0.263(-0.737)
	Aged	-0.151(-0.387)	-0.315(-1.475)	-0.051(-0.170)
Route3	Frequency	0.647(3.572)**	-0.167(-0.429)	-0.099(-0.753)
	Gender	-0.717(-3.066)**	-1.810(-2.348)*	-0.071(-0.024)
	Vehicle type	-0.017(-0.036)	0.312(0.594)	0.105(0.541)
	Aged	-0.452(-1.459)	-2.670(-1.475)	0.026(0.154)

女=1), 車種(乗用車=0, 非乗用車=1), 高齢者(高齢者=1, 非高齢者=0)をダミー変数として設定し, NL モデルを用いて分析する.

設定した4つの個人属性を含めたモデルの推定結果を Table 4 に示す. 提供所要時間が30分の時, ルート2の女性ダミーのパラメータは有意な正の値を示している. このことから, 女性は休憩をする傾向があると考えられる. ルート3の頻度ダミーは有意な正の値はである. このことから, 経路利用頻度が高くなるほど経路変更の意欲が高くなる傾向が見られる. それに対してルート3の女性のパラメータは有意な負の値を示し, 女性は経路変更しない傾向がわかる. 提供所要時間が60分の時, ルート1の女性ダミーのパラメータならびに高齢者ダミーのパラメータの値は正であることから, 女性と高齢者は所要時間情報提供時にそのままの経路を行く傾向が強くなることわかる. それに対して非高齢者は, 経路変更する可能性が高くなることになる. 提供所要時間が90分の時, 付加的情報のパラメータは1%有意であり, それに対してすべての個人属性パラメータには有意性がなことがわかる. これから, 所要時間が長くなるほど, 個人属性による違いがあまり見られなくなっているといえる.

5. シミュレーションによる情報提供効果の分析

5.1 シミュレーションの概要

所要時間情報の提供によって各ドライバーの経路が変更されても, 必ずしもネットワークの混雑状況が改善されるとは限らない. 付加情報の提供効果は情報を受け取る対象によって異なり, 個人の情報に対する反応に依存しているとも考えられる. 例えば, ドライバーの個人属性を考えてない付加情報を提供することは, むしろネットワークの混雑状況を悪化させる可能性も考えられる. 安³⁾は, 提供された交通情報からドライバーが現在の交通状況を把握して経路を選択しても, その状況は運転中に変化する可能性があることを指摘している. このため, 本研究で構築したモデルをもとに, 特定の個人属性を持つドライバーの量を変化させた場合の交通流配分シミュレーションを行う. これまでに, 属性の違う高速道路利用者は付加情報から経路変更に対して異なる影響を受けることがわかったため, 高齢運転者の割合が高い場合と女性の割合が高い場合の2パターンを想定し, シミュレーションを行う.

5.2 道路ネットワークとデータ構成

本研究では, 調査対象の高速道路である東海北陸自動

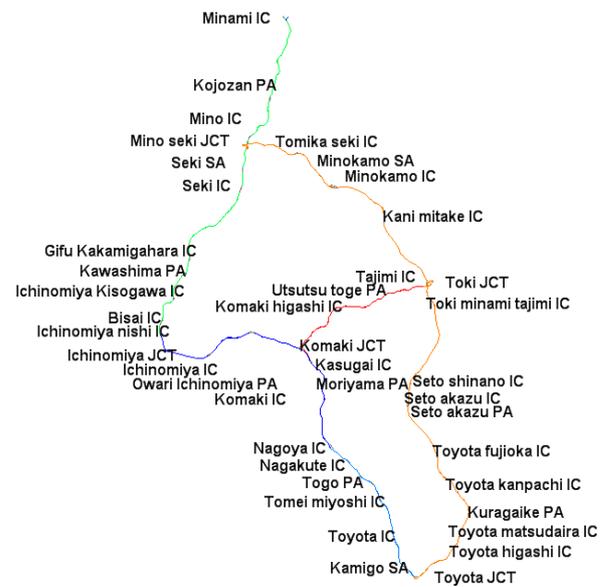


Fig.7 Expressway network for simulation

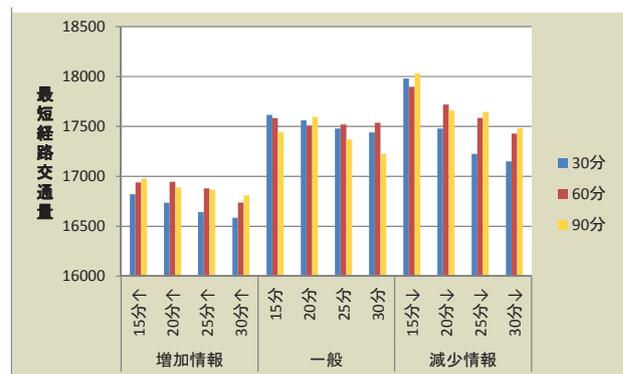


Fig.8 Traffic volumes on shortest route (normal case)

車道的美並 IC~一宮 JCT, 名神高速道路の一宮 JCT~小牧 JCT, 東名高速道路上りの小牧 JCT~名古屋 IC, 東海環状自動車道的美濃関 JCT~豊田 JCT, 東名高速道路下りの豊田 JCT~名古屋 IC, 中央自動車道の土岐 JCT~一宮 JCT の道路ネットワークをシミュレーションの対象とした. そのネットワークを Fig.7 に示す.

シミュレーションに必要なデータは, 各 IC, 各 JCT から道路ネットワークに流入する車両と流出する車両の時間ごとの台数である. これらの値は H18 年 11 月 26 日(日) の OD 表データから算出した. 本研究では 15:00~21:00 の期間の美濃関 JCT~豊田 JCT のデータ(合計 20,580 台)を用いた.

5.3 シミュレーション結果

Fig.8 は, 美濃関 JCT より豊田方向へ進行した合計 20,580 台のうち, 最短経路を利用した車両の台数を示す. 渋滞時間は 15 分, 20 分, 25 分, 30 分の 4 パターンを設定する. 所要時間の増加とともに, ドライバーの経路変

更行動が多くなっていることがわかる。一方、付加的な情報を加えた場合、ドライバーに経路変更を促し、渋滞を緩和させる効果が見込まれる。また、所要時間が長くなるほど、ドライバーが経路変更しない傾向があることがわかる。結果的に、所要時間情報に付加的情報を追加して提供することにより、ドライバーの経路変更を促進させることができることを交通流の面からも確認できた。

Fig.9 は、高齢者運転者の割合を 17%から 30%へ増加させた場合のシミュレーション結果を示している。付加的な情報を加え、高齢運転者の人数が多い場合には経路を変更しない割合が3%程度増加することが見て取れる。ここから、高齢運転者が多くなると付加的情報提供による効果が下がり、渋滞の緩和効果が小さくなる可能性があるといえる。

Fig.10 には、女性の運転者の割合を 12%から 24%に増加させた場合のシミュレーション結果を示す。女性運転者の人数が多い場合、通常と比べ、全体的に最短経路の交通量が増えていることがわかる。これより、高齢者運転者を増やした時と同様、渋滞の緩和効果が小さくなる可能性があると考えられる。

6. おわりに

本研究では、高速道路上のドライバーに対して行った調査結果をもとに、所要時間増減情報提供時のドライバーの経路選択行動の影響を把握することを目的とし、道路ネットワークの交通流分析を行った。

本研究ではアンケート調査の結果から 2つの経路選択モデルを作成した。このモデルから、付加的情報提供はドライバーの経路選択行動に影響を及ぼすことが明らかになった。

このモデルを用いて、仮想ネットワーク上で付加的な情報提供を行った場合の経路変更傾向を捉えた。さらに、4つの個人属性をモデルに組み込むことで、ドライバーの個人属性が経路選択行動に及ぼす影響の分析も行った。

これらの結果から、提供される所要時間情報が同じでも、付加的な情報の有無によって、経路選択行動が変化することがわかった。付加的な情報提供は所要時間が短いほどドライバーに経路の変更を促すが、長くなるほどその効果が薄れるということがわかった。個人属性では、女性よりも男性の方が付加情報により経路変更が促されることがわかり、高齢者は付加情報を得たとしても経路変更につながりにくいということがわかった。

今後の課題として、所要時間情報に対する感度や情報

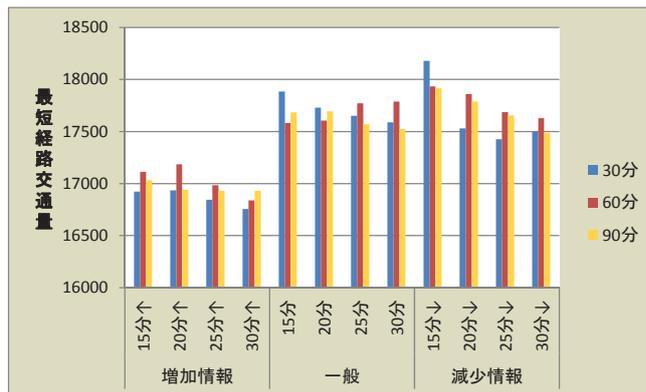


Fig.9 Traffic volumes on shortest route (case when the aged increase)

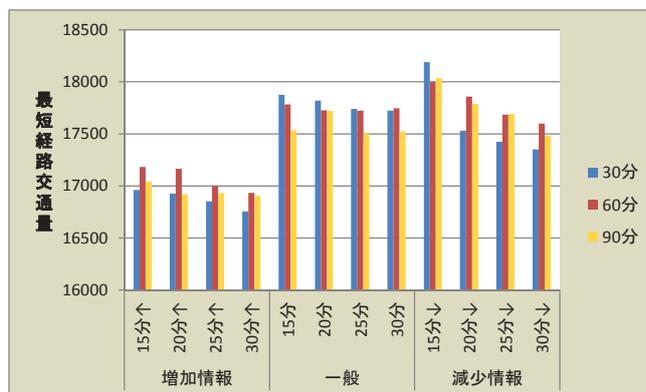


Fig.10 Traffic volumes on shortest route (case when females increase)

の入手方法などについても考慮し、より効果の高い情報提供手法について検討を進めていく必要がある。また、曜日別など高速道路におけるドライバーの構成が変化した場合の付加的情報の提供手法なども考えていく必要がある。

参考文献

- 1) 田中光久,宇野伸宏,倉内文孝: 所要時間傾向情報提供下の経路選択行動における個人の異質性の影響分析, 土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM) 巻: Vol.62, Disk 2 P:ROMBUNNO.4-024, 2007.
- 2) Hussein Dia: An agent-based approach to modelling driver route choice behaviour under the influence of real-time information, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume 10, Issues 5-6, pp.110-119, 2002.
- 3) 安隆浩: 室内実験による交通傾向情報提供下の所要時間予測メカニズム, 土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), Vol.6, 2006.

(原稿受理日 平成 25 年 10 月 3 日)

大気エアロゾルの季節変動と黄砂による影響

加藤大尚¹⁾ 酒巻史郎²⁾

Seasonal variation of atmospheric aerosols and effect of Kosa
Hironao KATOU¹⁾ Fumio SAKAMAKI²⁾

Abstract

Each aerosol particle concentration was measured using 4-stage classification particle mass monitor from spring 2012 to winter 2012 at Meijo University. As a result, mass concentration of PM_{2.5-7.0} accounted for about 60%. It was recognized that mass concentration of PM_{2.5-7.0} variation effected seasonal concentration variation. Inorganic ionic components of aerosol were collected using an Andersen low - volume air sampler and analyzed by ion chromatograph.

Comparing the ionic components of the Kosa and non-Kosa, calcium ion and anthropogenic nitrate ion increased in coarse particles. Comparing the ionic components of each month, chlorine ion, sodium ion, and potassium ion in coarse particles increased from May to October. By contrast, anthropogenic nitrate ion and non-sea salt sulfate in fine particles increased in September, January and February.

1. 結論

大気中に比較的長く浮遊する大気汚染物質のひとつで粒径10 μ m以下の浮遊粒子状物質は現在、日本の各地に設置された一般環境大気測定局、自動車排出ガス測定局で常時観測されている。大気エアロゾルを構成する浮遊粒子状物質は呼吸器系に吸入され気道に吸着することが知られており、呼吸器系に影響を及ぼすことが指摘されている¹⁾。このようなことから環境基準によって粗大粒子の健康影響から保護を図っている。大気エアロゾル中の濃度を上昇させる一因として晩冬から春に多く日本に飛来する黄砂現象があり、黄砂のために年間の環境達成率が下がる事例も報告されている²⁾。また、黄砂は中国のタクラマカン砂漠、ゴビ砂漠、黄土高原で主に発生し、中国の都市域を通過する際に、人体に影響のある人為起源大気汚染物質を取り込み風下側に輸送する働きもあり、環境影響を考えるうえで重要な物質でもある。しかし近年、黄砂のような粗大粒子だけでなく、より微小な粒子の影響が注目されており、疫学調査により発生源（自動車排気など）から直接排出される一次粒子や大気中で反応し生成される二次粒子で構

成されている粒径2.5 μ m以下のPM_{2.5}と死亡率との間に関連性があると言われるようになった³⁾。そこで、我が国ではPM_{2.5}に対して中央環境審議会大気環境部会で検討を重ね、呼吸器疾患、循環器疾患及び肺がんの疾患に関して人々の健康に一定の影響を与えていることが示された⁴⁾。PM_{2.5}を形成する主な成分はNO₃⁻、SO₄²⁻、NH₄⁺である。窒素酸化物は人体に取り込まれると強い酸化作用を示し、粘膜の刺激、気管支炎、肺水腫の原因となる。一方、硫黄酸化物は呼吸器を刺激し気管支喘息、気管支炎の原因となる。これらの健康影響を踏まえ、我が国では今までに報告されている諸外国の疫学調査デザインを整理、検討し、毒性学の観点から短期曝露実験が行われた⁵⁾。その結果、曝露濃度分布全体を平均的に低減する意味での1年平均値と1日平均値に関する環境基準が設定され⁶⁾、平成21年から各都道府県でPM_{2.5}の測定が順次開始されている。しかし、その測定は主要測定局に限られている。PM_{2.5}の環境基準においては設定されて間もないため、1) 微小粒子状物質の体系的な成分分析の必要性、2) 固定発生源や移動発生源に対し実施してきた粒子状物質全体の削減対策の着実な推進、3) 微小粒子物質やその原因物質の排出状

1) 大学院理工学研究科環境創造学専攻 2) 環境創造学科

1) Master of Environmental Science and Technology 2) Department of Environmental Science and Technology

況の把握及び排出インベントリの作成という課題が挙げられている。こうした課題への取り組みの出発点としては質量濃度と成分濃度の測定や分析、実態の把握が重要な事柄である⁷⁾。また、環境省の大気暴露調査の結果から、PM2.5の地域間の濃度差が小さくなるという傾向が見られた⁵⁾。しかし、大気中曝露濃度の全国的な傾向をより詳細に把握するために、都市部、非都市部、地域性等の分類や、光化学反応が活発に行われる地域等を考慮して、随時、調査地点の追加、見直しも行う必要がある⁵⁾。

以上より、粗大粒子、微小粒子を含めたエアロゾルの汚染状況や実態を解明するためには粒径別濃度だけでなく、その化学組成を知る必要がある。そのため、本研究では1) 愛知県名古屋市天白区名城大学4号館屋上で2012年の晩春から冬季にかけてエアロゾルの粒径別濃度を測定し、季節ごとの変動を明確にする、2) 黄砂日と非黄砂日のエアロゾル成分を比較し、発生時期の違いによる黄砂が及ぼす大気エアロゾルへの汚染の影響を明確にすることを目的とした。

2. 研究方法

2.1 粒径別エアロゾル濃度測定方法

粒径ごとのエアロゾル濃度を測定するために光分散式によって散乱光を計測してエアロゾルの粒径 0.5～10.0 μm 、0.5～7.0 μm 、0.5～2.5 μm 、0.5～1.0 μm を分級し、各質量濃度を測定できるパーティクルマスモニター (GT - 331, 柴田化学株式会社) を用いて愛知県名古屋市天白区名城大学4号館屋上で2012年5月14日から2月まで2.83 l/minの吸引速度で連続測定を行った。ローボリウムエアサンプラー (AN - 200, 柴田化学株式会社) の専用シェルターに格納し風雨に曝され機器が故障しないようにした。また、粒径別に季節ごとの質量濃度の変動を明確にすることが本研究の目的であるため、0.5～10.0 μm と0.5～7.0 μm の濃度差を「PM7～10」、0.5～7.0 μm と0.5～2.5 μm の差を「PM2.5～7」、0.5～2.5 μm と0.5～1.0 μm の差を「PM1～2.5」、0.5～1.0 μm を「PM0.5～1」と定義した。測定間隔は4分間サンプリングを行い、16分間待機するという1サイクルに設定した。連続測定

を行っているため1時間に3回分の測定値が得られる。1時間の粒径別合計濃度を1時間に測定した回数で除した値を1時間平均値とする(1)式を用いて計算した。この機器の表示単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$ なので粒径10 μm 以下の浮遊粒子状物質の表示単位である mg/m^3 に変換して考察を進める。

$$\text{平均粒径別質量濃度 } (\text{mg}/\text{m}^3) = \frac{1 \text{ 時間の粒径別合計質量濃度 } (\text{mg}/\text{m}^3)}{1 \text{ 時間に測定した回数 } N} \dots (1)$$

2.2 粒径別イオン分析用大気捕集方法

GT - 331と同じシェルター内で5月17日、21日～24日と10月22日、24日と12月6日～13日と1月21日～28日と2月7日～14日の期間でローボリウムエアサンプラーAN - 200を専用シェルターに設置し1) 11.0 μm 以上、2) 7.0～11.0、3) 4.7～7.0、4) 3.3～4.7、5) 2.1～3.3、6) 1.1～2.1、7) 0.65～1.1、8) 0.43～0.65、9) 0.43 μm 以下の9段階で各段にテフロンバインフィルターT60A20を設置して大気エアロゾルを分級し、吸引量28.3 l/minで24時間捕集を行った。本研究ではフィルター捕集したエアロゾルのイオン成分を2.5 μm 以上の粗大粒子と2.5 μm 以下の微小粒子の大まかな2区分に分けて考察を進めていく。しかし、AN - 200で捕集可能な粒径は2.5 μm で区切られていないので、本研究での粗大粒子、微小粒子の区分については2.1 μm 以上、2.1 μm 以下の値を適用した。12月からの捕集については7日間連続でAN - 200を稼働させ、分級区分を11.0 μm 以上、11.0～2.1 μm 、2.1～0.43 μm 、0.43 μm 以下の4段にした。

2.3 粒径別水溶性イオン成分分析方法

粒径別エアロゾルの捕集後、フィルターから水溶性イオンを抽出し、パーソナルイオンアナライザー (PIA - 1000, 島津製作所) を用いてイオンクロマトグラフ法によるイオン分析を行った。分析したイオン成分は陰イオンが Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} で、陽イオンは Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} である。また、機器に装着する分析用カラムは陰イオンがShim-pack IC - A3、陽イオンはShim-pack IC - C3を使用し、移動相はそれぞれ「8mM p - ヒドロキシ安息香酸+3.2mM ビストリス」、「2.5mM シュウ酸」を用い

で各移動相は流量 0.2ml/min で送液し、機器のオープン温度は 40℃に保った。フィルターからの抽出作業は、フィルターを4分の1に裁断し、20%エタノール(エタノール：水=20：80) 0.1mlでフィルターの表面を濡らし浸水処理を施した後、フィルターを抽出瓶に入れ、イオン交換水 5ml 中で超音波洗浄機により 10 分×3 回の計 30 分水溶性成分抽出を行った。抽出作業終了後、容量 1ml のマイクロシリンジにクロマトディスク(濾過用)とニードルを装着し、マニュアル注入量 0.01ml で分析を行った。イオンクロマトグラフによって求めたクロマトグラムの面積値を標準試料で作成した検量線に照らし合わせることで、各水溶性成分の濃度を求めた。そして、測定平均値と大気エアロゾルを捕集していないフィルターを分析したブランク値の差を求め分析値とした。分析時に ppm で濃度が表示されるため、式 (2) を用いて、質量濃度 ng/m³ に変換した。

$$\text{質量濃度 (ng/m}^3\text{)} = \frac{\text{抽出水量 } 0.005 \text{ l} \times 4 \times 10^6 \times \text{分析値 (ppm)}}{\text{サンプラー総吸引量 (40.752m}^3\text{)}} \dots (2)$$

2.4 黄砂飛来日予測方法

アンダーセンサンプラーを用いて大気捕集を行う際に、黄砂日と非黄砂日のエアロゾル成分を比較し黄砂の影響を明確にするために黄砂を含む大気も捕集した。そのため、黄砂が捕集地点に飛来することを予測し、いつ黄砂が飛来するか知る必要がある。そこで、黄砂を含む大気の捕集期間の決定には、九州大学応用力学研究所が開発し、国立環境研究所が Web (<http://www-cfors.nies.go.jp>) で公開している黄砂輸送モデルの化学天気予報図 (以下 CFORS) を参考にした。

2.5 黄砂日、非黄砂日の気塊流入経路の推定方法

大気捕集時に捕集地点に流入した気塊の経路を知る手法として後方流跡線解析を用いた。この手法はある時間における捕集地点の気塊を、気象データを基に一定時間ごとにその位置をさかのぼることができる。

この後方流跡線解析では米国海洋大気局 NOAA によって Web (<http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>)

で提供されている HYSPLIT モデルを使用した。測定地点は愛知県名古屋市天白区名城大学 4 号館屋上(座標：北緯 35.135°，東経 136.976°)を設定し、上空 150m, 500m, 1000m を起点として1週間前まで計算し後方流跡線を求めることで大気捕集時に黄砂の影響がある地点上空を通過したか、発生源はどこかを知らるために使用した。

3. 結果

3.1 粒径別エアロゾル濃度測定結果

パーティクルマスモニターGT-331 を用いて愛知県名古屋市天白区名城大学 4 号館屋上で粒径ごとのエアロゾル濃度の測定を 2012 年 5 月から行った。また、同じ図に国設大気観測所の国設名古屋の総質量濃度の 11 年平均をプロットし標準誤差を加えたもの、GT-331 で測定した総質量濃度 TSP, PM2.5~0.5 の平均値をプロットしたものが Fig. 1 である。

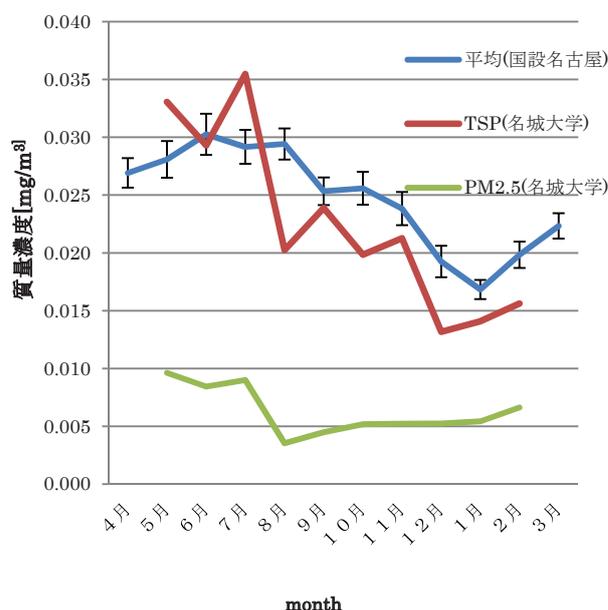


Fig. 1 大気エアロゾルの粒径別質量濃度

この図に示されているように測定した大気エアロゾルは、7月に最大質量濃度となり、その後、徐々に質量濃度は減少し、2月に再び増加する傾向にあった。この濃度変

動は6月～8月に最大になり、12月～2月に最少となる国設名古屋の11年平均とほぼ似たような動きをしており、本研究で得た測定値は一般性があると言える。また、Fig. 2より各月のPM2.5～7が全質量濃度の50%～70%程度を占めており、月ごとの質量濃度変動には最も粒径範囲の広いPM2.5～7が大きく関わっていることが明らかとなった。

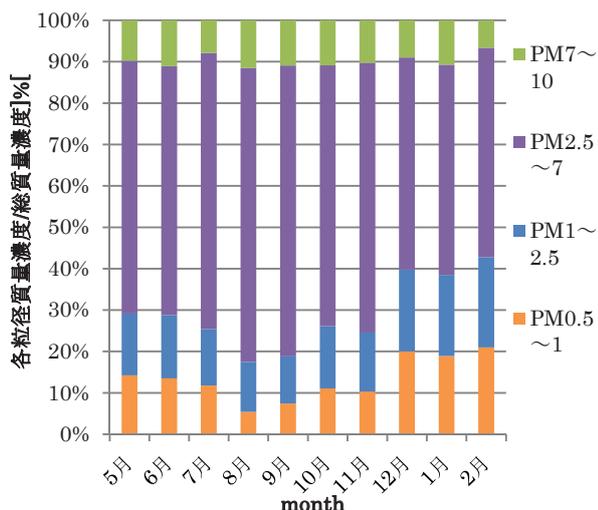


Fig. 2 大気エアロゾルの粒径別存在比

夏に高濃度となる原因として考えられるのは雨季による相対湿度の上昇が考えられる。相対湿度の上昇により粒子が何らかの影響を受けて合体し粒子が成長する凝集が発生した。または、粒子が多量の水分を含んで大きくなり、光分散式による測定であったために散乱強度が増して濃度が増加したことが考えられる。上田と三浦の都心の大気エアロゾルの粒子の湿度特性の季節変化⁸⁾の研究によれば25℃時の平衡相対湿度が78%、83%の実験の場合、成長粒子割合が5割以上増加し、粒子の成長率も急激に増加したと報告されている。特に75%付近で潮解し、水蒸気を吸収しさらに湿度が上昇すると成長する無機物としてNaNO₃やNaClが挙げられている⁶⁾。これらは主に海塩粒子であり、本研究で区分した2.1μm以上の粗大粒子側に多く存在する無機物である。相対湿度の上昇により、NaNO₃やNaClが潮解し、粒子が成長することで7月のPM2.5～7が総質量濃度の高かった5月、6月よりもさら

に増加して今回の測定でピークとなったと考えられる。一方、測定期間中最低濃度となった12月、1月、2月は大気中の水蒸気量が低いためにPM2.5～7の範囲の粒子が成長せず、低濃度となったと考えられる。

3.2 黄砂日、非黄砂日の水溶性イオン成分重量比

黄砂日と非黄砂日の大気エアロゾル成分を比較するために、イオンクロマトグラフ法で分析したイオン濃度を質量濃度に変換し、分析した全イオン成分中の重量比を求めた。黄砂を観測したのが5月16日、非黄砂日を5月17日とし、関谷の行った2005年4月20日の黄砂日におけるエアロゾル中の成分分析⁹⁾のそれぞれの値も用いて検討した。黄砂は主に粗大粒子側に影響を与えるため、本報告書では粗大粒子側だけに着目する。Fig. 3よりNO₃⁻、Na⁺、Ca²⁺が非黄砂日に比べて増加している。しかし、Na⁺と同じ海塩粒子起源とされるCl⁻については非黄砂日より低い。これは汚染大気であるHNO₃中を通過することで塩素損失が起こったからだと考えられる。NaClがHNO₃と反応し、Cl⁻の損失した分を、NO₃⁻がNaNO₃として置換され、Cl⁻はHClとして抜けることでCl⁻が低くなっており、本来ならば黄砂日においてもCl⁻が高くなっていた可能性がある。

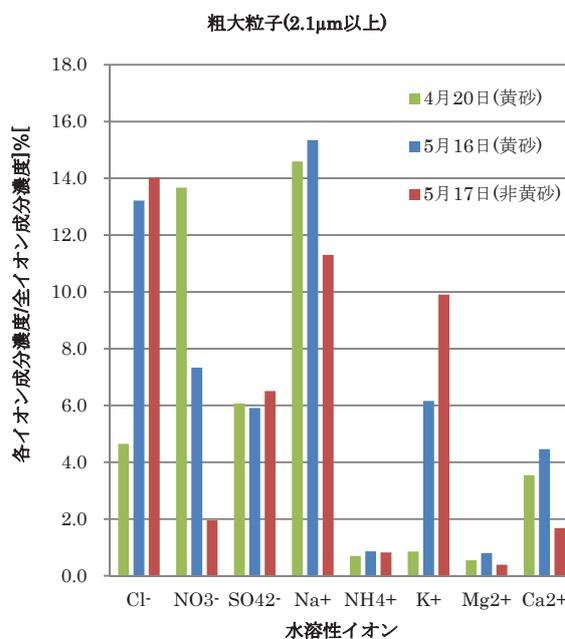


Fig.3 黄砂日、非黄砂日のイオン成分分析結果

3.3 黄砂飛来予測結果

CFORS の土壌性ダストの予測結果を Fig. 4 に示す。

Fig. 4 は捕集開始時刻に近い 5 月 16 日 12 時の予測図である。これを見ると中国大陸の黄土高原やゴビ砂漠で発生したとみられる濃い黄砂が西からの風によって輸送され日本上空に本州全体を覆うように飛来していることが予測結果として出ている。このことから黄砂捕集日を決定した。

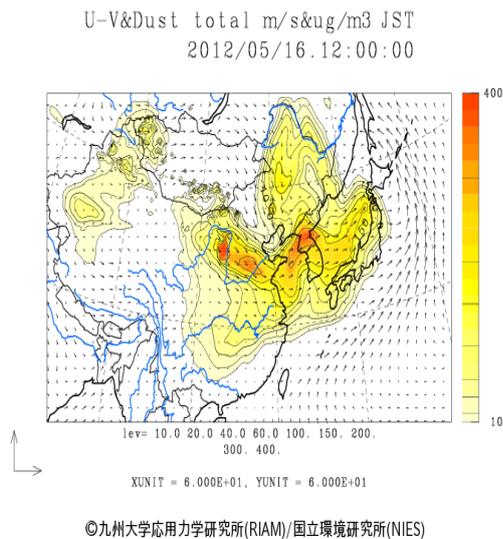


Fig. 4 CFORS 予測結果

3.4 黄砂日、非黄砂日の後方流跡線解析

黄砂日、非黄砂日の大気捕集地点への気塊の流入経路を推測するために、NOAA (米国大気海洋庁) の HYSPLIT モデルにより、一週間の後方流跡線解析を行った。また、5 月 16 日、17 日とも捕集開始から 12 時間後を解析開始時間としている。それぞれの結果を Fig. 5 に示す。黄砂日の 2012 年 5 月 16 日では黄砂の発生源である黄土高原やゴビ砂漠上空を通過し、上海上空や関西地方を通過して捕集地点に流入しており、黄土高原やゴビ砂漠が発生由来であることが推測され、非黄砂日の 5 月 17 日は海洋上を経由し、大韓民国の都市上空や関西地方を経由していることが推測され、黄砂の影響はないものと考えられる。

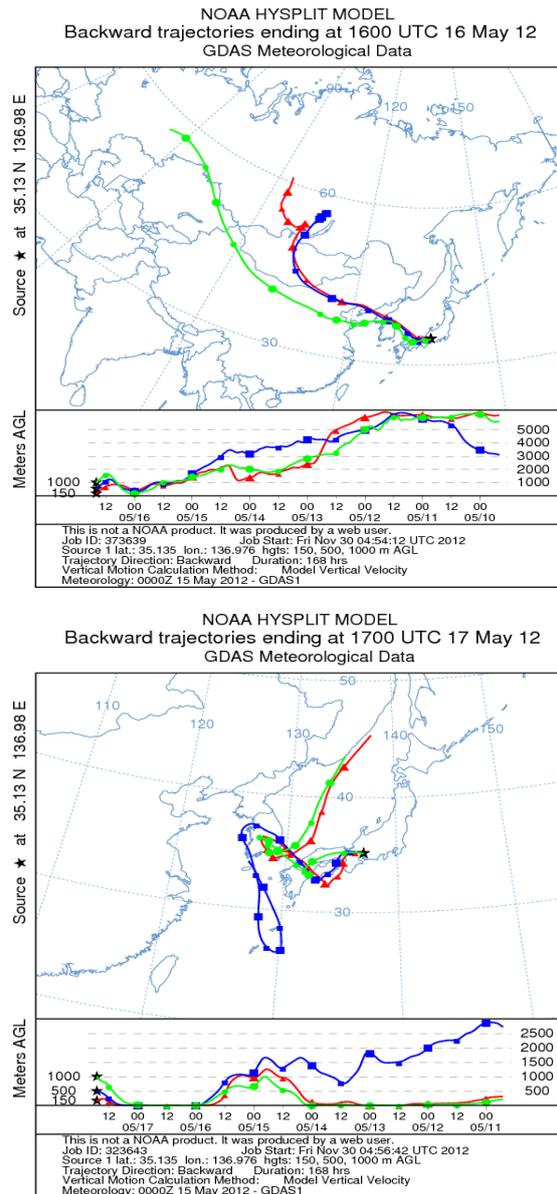


Fig. 5 5 月 16 日、17 日の後方流跡線解析

3.5 5 月、10 月、12 月、1 月、2 月の大気エアロゾル中の水溶性イオン成分重量比

大気エアロゾル中に存在する 5 月、10 月、12 月、1 月、2 月のどの成分が各月で多く含まれているかを知り、大気エアロゾル成分の各特徴を明確にするために分析を行った。その結果を Fig. 6 に示す。粗大粒子側では、5 月、10 月で Cl^- 、 Na^+ 、 K^+ の海洋起源とされる成分が多く、海洋大気の影響が大きいと考えられる。人為起源成分について注目すると、 NO_3^- は 12 月、1 月、2 月の方が

若干高い傾向にある。SO₄²⁻は見た目では5月、10月が高いが、SO₄²⁻は非海塩性、海塩性が存在するため非海塩性SO₄²⁻を溝畑と伊藤による黄砂粒子の化学成分の変質の研究¹⁰⁾で用いられた(3)式を用いて計算した。

$$SO_4^{2-nss} = SO_4^{2-} - 0.252 \times Na^+ \dots (3)$$

5月、1月、2月の重量比が10月、12月に比べ4.7%、4.4%、4.5%と高かったが、海塩性のものは5月、10月が高く、海洋起源とされる成分が多いことが示唆された。一方、微小粒子側では12月、1月、2月でNO₃⁻、SO₄²⁻、NH₄⁺が高く都市大気特有のアンモニウム塩として大気中に存在していた可能性がある。また、粗大粒子側と同じように非海塩性SO₄²⁻を計算した結果、12月、1月、2月

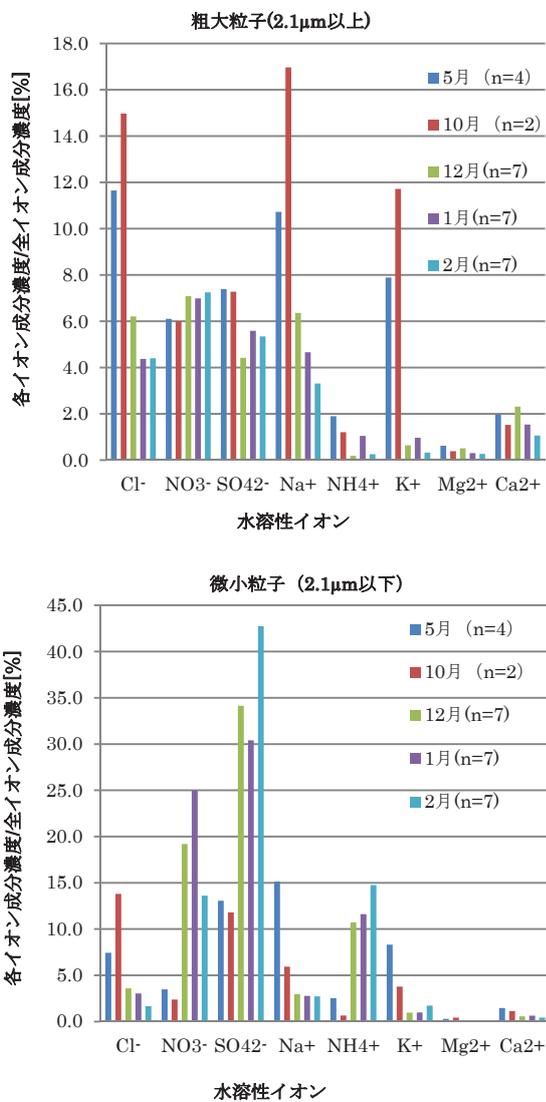


Fig. 6 各月のイオン成分分析結果

で33.4%、29.7%、42.1%と顕著に重量比が高かった。

しかし、重量比であって実際に量がどのように変化したかわからないため質量濃度について着目した。Fig. 7より、3016 ng/m³、3799 ng/m³、5973ng/m³と12月、1月、2月で顕著に高く存在する量自体も増加していることが明らかとなった。同じようにNO₃⁻についてみると、1734 ng/m³、3197 ng/m³、1934 ng/m³と顕著に高く、冬に人為起源大気汚染物質とされる成分が増加する傾向が明らかとなった。

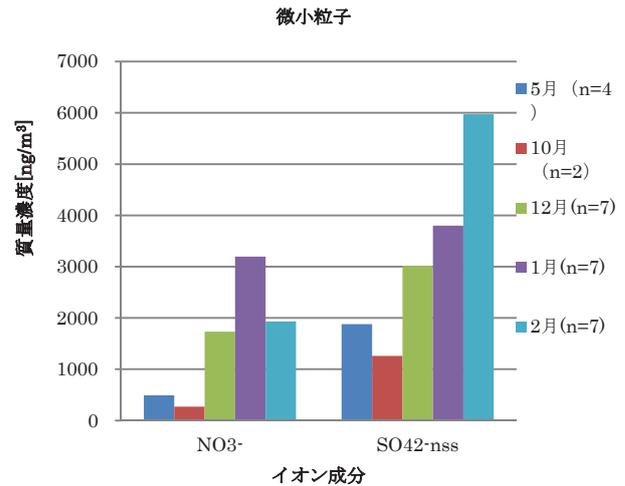


Fig. 7 各月のNO₃⁻、SO₄^{2-nss}質量濃度

4. 結論

本研究では2012年5月から大気エアロゾルの質量濃度を粒径別に連続測定した。また、2012年5月に日本に飛来した黄砂日の大気エアロゾルを粒径ごとに捕集し、水溶性成分の分析を2.1μm以上の粗大粒子と2.1μm以下の微小粒子に区分して行った。同じように10月、12月、1月、2月においても大気エアロゾルを粒径ごとに捕集し、水溶性成分の分析を2.1μm以上の粗大粒子と2.1μm以下の微小粒子に区分して行った。これらにより得られた結果を以下に述べる。

1. 5月から2月までの大気エアロゾルの質量濃度を粒径別に連続測定したところ、5月から7月に総質量濃度

が高く、7月がピークとなった。一方、12月に最低濃度となった。各月ごとの質量濃度の変動には粒径2.5~7 μm のエアロゾルが影響していた。

2. 2012年5月に日本に飛来した黄砂日の大気エアロゾルに含まれる水溶性成分の陰イオン、陽イオンを非黄砂日のそれと比較したところ、黄砂日の粗大粒子側で NO_3^- 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} の重量比が増加していた。
3. 後方流跡線解析の結果、黄砂日では内モンゴル自治区の砂漠地帯やゴビ砂漠、黄土高原上空を通過し、大気捕集地点に気塊が流入していた。一方、本研究で捕集を行った非黄砂日は黄海や日本海上空を通過して、大気捕集地点に気塊が流入している傾向がみられた。
4. 5月、10月、12月、1月、2月の大気エアロゾルに含まれる水溶性成分の陰イオン、陽イオンを比較したところ、5月、10月では Cl^- 、 Na^+ 、 K^+ が多く含まれていた。12月、1月、2月においては5月、10月に比べて NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ が顕著に増加していた。
5. 非海塩性の $\text{SO}_4^{2-}\text{-nss}$ を計算した結果、分析の結果得られた各月の SO_4^{2-} のうち5月、10月、12月、1月、2月のすべての月で65%以上が非海塩性であることが明らかとなった。特に12月、1月、2月で多く含まれていた。
6. 大気捕集した各月の全 $\text{SO}_4^{2-}\text{-nss}$ のうち65%以上が微小粒子側に含まれており、特に冬では全 $\text{SO}_4^{2-}\text{-nss}$ のうち90%以上が微小粒子側に含まれていた。

謝辞

本研究を進めるにあたり、愛知県環境部からは大気汚染常時監視結果のデータを、国立環境研究所からは東アジア域の黄砂・大気汚染物質分布予測のデータを頂きましたことを深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 環境省：「浮遊粒子状物質に係る環境基準の設定について」、環大企 27号、(1972)
- 2) 早崎将光, 菅田誠治, 大原利真, 若松伸司, 宮下七重：「1992 - 2004年度のSPM環境基準達成率に対する黄砂現象の影響」、大気環境学会誌 42(3), p.188 - 199, (2007)
- 3) Dockey, D.W., Pope, C., Xu, X., Spengler, J., Ware, J., Fay, M., Feris, B., and Speizer, F.: 「An Association Between Air Pollution and Mortality in Six U. S. Cities」, The New England Journal of Medicine, 329, p.575 - 588, (1993)
- 4) 中央環境審議会：「微小粒子状物質に係る環境基準の設定について(答申)」, (2009)
- 5) 環境省：「微小粒子物質暴露影響調査報告書」, (2007)
- 6) 環境省：「微小粒子状物質に係る環境基準について」, 環告 33, (2009a)
- 7) 長谷川就一：「PM2.5—第2講 PM2.5の測定・分析と実態—」, 大気環境学会誌 45(4), A61 - A68, (2010)
- 8) 上田彩也子, 三浦和彦：「都心の大気エアロゾルの粒子の湿度特性の季節変化」, 大気環境学会誌, 42(6), p.339 - 349, (2007)
- 9) 関谷勲生：「黄砂飛来時における大気エアロゾルの粒径別化学組成に関する研究」, 名城大学大学院修士論文, (2005)
- 10) 溝畑朗, 伊藤憲男：「黄砂粒子の化学成分の変質」, エアロゾル研究 10(2), p.127 - 134, (1995)

(原稿受理日 平成 25 年 10 月 3 日)

理工談話会開催記録

名城大学理工談話会開催記録 —平成25年度—

学術広報委員会

Records of Faculty Seminar (RIKO – DANWA – KAI)

— 2013 Academic Year —

A Committee for Academic Publicity

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408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も多数参加されています。以下に、平成25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405回	線形確率成長模型について	吉田	伸生	名古屋大学大学院多元数理科 学研究科教授		25・10・19

講演要旨: d次元格子上で確率的に時間発展する多粒子系を定式化し、いくつかの数学的結果を紹介する。この定式化はオリエンテッドパーコレーションや、コンタクトプロセスなど、従来から研究されてきた様々な多粒子系を特別な場合として含み、その時間発展は、独立同分布な無限次のランダム行列の積により記述できる。この多粒子系には非局在相から局在相への相転移があり、粒子分布の長時間挙動には、それぞれの相における特徴が反映される。

第406回	未来機械のための超高機能性表面の創成と評価	梅原	徳次	名古屋大学大学院工学研究科 教授		25・11・30
-------	-----------------------	----	----	---------------------	--	----------

講演要旨: 未来機械を実現し、機械の更なる高性能化のためには、接触面での機能を高めることが必要である。例えば、次世代自動車や風車のためには、高面圧・低すべり速度下で超耐摩耗・超低摩擦の表面が求められる。また、医療器具の電気メスでは凝固血液の付着を抑制する先端チップが求められている。本講演では、イオンビーム、プラズマ援用成膜などの機能性表面の創成方法とnmスケールの構造変化層の評価方法について紹介する。

第407回	活断層と大地震の長期予測	岡田	篤正	京都大学名誉教授		25・12・7
-------	--------------	----	----	----------	--	---------

講演要旨: 最近、活断層についてマスコミなどを通じて大きく報道されていることが多いので、活断層から起こる大地震の長期的な評価結果を兼ねて最近の主な話題について紹介する。

1. 活断層と大地震の長期予測。中部地方、とくに中央構造線より北側には、規模の大きな活断層が分布する。1995年兵庫県南部地震以後に行われた活断層調査により、長さが約20kmを越すような活断層はM(マグニチュード)7以上の地震を引き起こす能力があるとみなされ、各種の調査が行われてきた。それらの成果を総合的に取りまとめて、活断層の長期的な評価が政府の地震調査委員会が公表してきた。中部地域の主要な活断層(帯)の事例として、糸魚川-静岡断層帯、濃尾(根尾谷)断層帯、阿寺断層帯、養老(一桑名-四日市)断層帯等を取り上げる。比較的近い過去(歴史時代)に大地震を発生させた活断層は長期評価では逆に切迫性が無いとされるが、一方、歴史時代の初期に活動し、活動間隔や変位速度の点からみて、糸魚川-静岡断層帯は確率が高いとされる。また、阿寺断層帯北西部では、歴史時代の活動が無く、過去の活動履歴からみて確率が高いとされる。こうした経緯の概要を紹介する。

2. 2011年3月11日に発生した東日本大震災を契機として、各地の原子力発電所近傍に位置する活断層あるいはその

分岐断層が可能性を含めて調査され、取りざたされている。演者が関与した大飯発電所の事例を中心に、その成果を紹介する。

3. 徳島県では、中央構造線活断層帯沿いの土地利用規制条例が施行されたが、その経緯や内容等について、簡単に概要を述べる。

4. これからの活断層研究の問題点や動向などについても話題提供をしたい。

第 408 回 自動車の衝突事故解析

感 本 広 文

静岡理科大学工学部
機械工学科教授

25・12・21

講演要旨：現在の交通社会において、自動車の衝突事故は大きな社会問題となっている。近年では衝突軽減・防止技術の発達が目覚ましいが、事故が皆無となるまでにはかなりの年月を要すると思われる。そのため、不幸にも発生した事故については、その原因を究明し、事故の予防に役立てることが望ましい。しかしながら、実車による衝突実験には多大な設備と費用を要するため、基本的な物理法則に基づく簡便な数値解析が有益となる。

一般に自動車の衝突は非常に短時間で終了する。そのため、上記の目的で行われる衝突解析には、運動量－力積法則に基づく剛体衝突解析が用いられる。本講では、剛体衝突理論に基づく自動車の衝突解析手法、ならびに衝突後の車両の運動解析について解説する。また、剛体衝突解析で用いる反発係数に関連する話題について紹介する。

平成 25 年度研究費補助金交付者一覧表

1. 文部科学省戦略的研究基盤形成支援事業

研究科	研究代表者	研究課題
理工学研究科	教授 赤崎 勇	窒化物半導体・新領域エレクトロニクス

2. 文部科学省戦略的研究基盤形成支援事業

研究科	研究代表者	研究課題
理工学研究科	教授 小高猛司	21世紀型自然災害のリスク軽減に関するプロジェクト

3. (独) 科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業 (CREST)

学 科	研究代表者	研究課題
情報工学科	教授 吉川雅弥	耐タンパプログラムブルLSI設計CAD構築

4. (独) 科学技術振興機構 (JST) 戦略的創造研究推進事業 (先端的低炭素化技術開発) [ALCA]

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	ハイブリッドナノカーボン材料合成技術の開発

5. NEDO [(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構]

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	准教授 岩谷素顕	ポストシリコン超高効率太陽電池の研究開発 (広帯域 AlGaInN)

6. 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
交通機械工学科	教授 小川宏隆 准教授 菅章紀	高Q・低誘電率高密度実装用LTCC基板の開発

7. (財) 科学技術交流財団 愛知県「知の拠点」重点研究プロジェクト 低環境負荷型次世代ナノ・マイクロ加工技術の開発プロジェクト

学 科	研究代表者	研究課題
材料機能工学科	教授 宇佐美初彦	難加工性材料の超精密・高能率加工技術の開発

8. (財) 科学技術交流財団 愛知県「知の拠点」重点研究プロジェクト 低環境負荷型次世代ナノ・マイクロ加工技術の開発プロジェクト

学 科	研究代表者	研究課題
機械工学科	教授 ベトロス・アブラハ	難加工性材料の超精密・高能率加工技術の開発

9. 国土交通省 建設技術研究開発助成制度

学 科	研究代表者	研究課題
社会基盤デザイン工学科	教授 小高猛司	地震・洪水およびその複合災害に対する統合型河川堤防評価技術の開発

10. 総務省 戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE)

学 科	研究代表者	研究課題
情報工学科	教授 渡邊 晃	スマートフォンとモバイルネットワークを用いた弱者見守りシステム TLIFES の実現

11. (独) 科学技術振興機構 (JST) 復興促進プログラム (A-STEP) 探索タイプ

学 科	研究代表者	研究課題
電気電子工学科	准教授 飯岡大輔	大規模ウインドファームの安定した系統連系を実現する限流器の適用可能条件に関する研究

12. (独) 科学技術振興機構 (JST) 研究成果展開事業

研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) フィージビリティスタディ (FS) ステージ探索タイプ

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
交通機械工学科	准教授 菅 章 紀	高周波化に対応した低誘電損失コンポジット基板材料の開発

13. (独) 科学技術振興機構 (JST) 研究成果展開事業

研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) フィージビリティスタディ (FS) ステージシズ顕在化タイプ

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	波長制御可能な深紫外固体レーザー光源

14. NEDO [(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構]

戦略的省エネルギー技術革新プログラム / 実用化開発 / 低コスト高効率 LED 用モスアイ加工サファイア基板の開発

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教 授 上 山 智	低コスト高効率 LED 用モスアイ加工サファイア基板の開発 (大項目) 光取出し効率改善検討 (中項目) 低転位 GaN 下地層の開発 / 低コスト化、大面積化検討 (小項目)

15. (公財) J K A 平成 25 年度自転車等機械工業振興事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
メカトロニクス工学科	教 授 大 道 武 生	環境保全推進のためのリニア発電エンジンシステムの展開研究補助事業

16. (独) 宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
環境創造学科	准教授 広 瀬 正 史	長期衛星搭載降雨レーダデータによる降水気候値の評価

17. 経済産業省 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
機 械 工 学 科	教 授 ベトロス・アブラハ	金型の 60% 長寿命化を実現するニュートラル窒化処理装置の開発ユニット交換方式を採用したドライプレス金型の開発、および両者を活用した量産システムの確立による加工油洗浄工程の削減

18. (独) 日本原子力研究開発機構 (国) 東北大学金属材料研究所 ヘリウムおよび水素の捕捉、放出、透過特性に及ぼす照射効果に関する研究

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
教 養 教 育	准教授 土 屋 文	ヘリウムおよび水素の捕捉、放出、透過特性に及ぼす照射効果に関する研究

19. NEDO [(独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構] イノベーション実用化助成事業

学 科	研 究 代 表 者	研 究 課 題
材料機能工学科	教 授 宇 佐 美 初 彦	高性能固体潤滑材を適用した鉛フリー摺動部材の開発に関する共同研究

20. 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
新学術領域研究	電気電子工学科	教授 伊藤 昌文	プラズマと菌細胞マイクロ構造体との相互反応ダイナミクス
基盤研究 (A) 海外	建 築 学 科	教授 溝口 明則	クメール帝国の空間構造と地方拠点都市遺跡に関する研究
基盤研究 (B)	材料機能工学科	教授 成塚 重弥	Si 集積回路の限界打破のための結晶成長からのアプローチ
基盤研究 (B)	理 工 学 部	教授 宇佐美 勉	シナリオ型の地震動および進行性破壊を考慮した鋼橋の高度耐震・制震設計法の開発研究
基盤研究 (C)	数 学 科	准教授 前野 俊昭	有限次元代数の組み合わせ論と量子対称性
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 江尻 典雄	複素ラグランジュ部分多様体の生成関数の研究と応用
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 鈴木 紀明	放物型ハーディ空間のポテンシャル解析
研究活動スタート支援	社会基盤デザイン工学科	准教授 溝口 敦子	河床表層状態に着目した土砂の流下性および流砂量に関する研究
新学術領域研究	メカトロニクス工学科	教授 福田 敏男	ナノスケール超高速細胞選別・操作に基づく3次元細胞システムの超高速アセンブリ
基盤研究 (A)	メカトロニクス工学科	教授 福田 敏男	ナノサージェリシステム構築を基盤とした高速バイオセンシング技術の開発
新学術領域研究	応 用 化 学 科	准教授 藤田 典史	階層分子プログラミングによる機能性有機・無機複合材料の開発
基盤研究 (B)	メカトロニクス工学科	教授 井上 真澄	形状効果によるラッチェット挙動に基づく超伝導ナノブリッジダイオード開発とその応用
外国人特別研究員奨励費	応 用 化 学 科	教授 丸山 隆浩 (GHOSH,R.)	単一カイラリティ実現に向けたカーボンナノチューブの構造制御に関する研究
外国人特別研究員奨励費	社会基盤デザイン工学科	教授 葛 漢彬 (カン ラン)	極低サイクル疲労の評価を考慮した橋梁鋼構造物の耐震性能評価法の開発
基盤研究 (B)	理 工 学 部	教授 田中 啓介	ナノ結晶組織制御による高疲労強度薄膜構造の創製と疲労寿命予測
基盤研究 (B)	材料機能工学科	教授 上山 智	可視光通信のための超高速発光・受光デバイスの実証
若手研究 (A)	材料機能工学科	准教授 岩谷 素顕	太陽光スペクトルに近い究極的な照明用・蛍光体フリー・白色LED
基盤研究 (C)	情 報 工 学 科	教授 山田 宗男	高齢者のQOL向上のための運転能力向上および見守りシステムの開発
基盤研究 (C)	電気電子工学科	教授 山崎 初夫	高校教科「情報」の実態調査と大学初年次の情報リテラシー教育に関する研究
基盤研究 (C)	材料機能工学科	准教授 竹内 哲也	ワイドギャップ半導体トンネル接合による新規電流注入構造の実現
基盤研究 (C)	電気電子工学科	教授 中 條 渉	複数のビート光を利用したテラヘルツ帯連続波の電力合成技術の開発
基盤研究 (C)	電気電子工学科	教授 伊藤 昌文	非平衡大気圧プラズマを用いた懸濁態金属の原子発光メカニズムの解明
若手研究 (B)	数 学 科	助 教 村瀬 勇介	日本酒醸造過程を表現する数理モデルの導出と仮似変分不等式による解析
若手研究 (B)	数 学 科	准教授 日比野 正樹	冪零型1階線型および半線型偏微分方程式におけるジュブレイ漸近理論
基盤研究 (C)	情 報 工 学 科	教授 高橋 友一	エージェントシステムによる避難指示と避難行動の解析と減災への応用
基盤研究 (C)	情 報 工 学 科	教授 山田 啓一	歩行者事故防止のためのドライバの歩行者への気付きの推定に関する研究
基盤研究 (C)	機 械 工 学 科	准教授 塚田 敦史	重度障がい者用車いすシーティングにおける身体の長期変形過程シミュレーション
基盤研究 (C)	数 学 科	教授 橋本 英哉	スピノール群の作用する空間の幾何学
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情報論の新展開および力学系理論への応用
基盤研究 (C)	機 械 工 学 科	准教授 久保 貴	反応性液相多成分物質の乱流拡散・混合現象の解明と確率過程モデルに関する研究
基盤研究 (C)	メカトロニクス工学科	教授 大道 武生	リニア発電エンジンの研究開発
基盤研究 (C)	社会基盤デザイン工学科	教授 葛 漢彬	溶接未溶着を有する鋼構造物の延性き裂の発生に対する評価手法の開発に関する研究
基盤研究 (C)	社会基盤デザイン工学科	教授 松本 幸正	ドライバーへの信号情報の提供と信号制御の連携による道路交通環境の改善
基盤研究 (C)	建 築 学 科	教授 寺西 浩司	粉粒体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

挑戦的萌芽研究	情報工学科	教授	柳田 康幸	風を用いた触覚提示における方向定位特性の解明
若手研究 (B)	情報工学科	准教授	亀谷 由隆	識別パターン発見手法に基づく確率モデルの説明的分析手法の開発
若手研究 (B)	電気電子工学科	准教授	堀田 一弘	適応的な認識法に基づく画像理解の研究
若手研究 (B)	機械工学科	教授	來海 博央	角度分散型顕微ラマン分光法によるサブミクロン空間分解能の応力マッピング技術の開発
若手研究 (B)	社会基盤デザイン工学科	准教授	岩下 健太郎	ハイブリッド連続繊維緊張材および緊張接着補強技術の開発
若手研究 (B)	社会基盤デザイン工学科	准教授	崔 瑛	小土被りと地質不良地山に掘削するトンネルに対する耐震補助工法の設計基準の提案
若手研究 (B)	情報工学科	助教	鈴木 秀和	広域無線センサネットワークを利用したバスロケーションシステムの開発と実証実験
若手研究 (B)	材料機能工学科	准教授	赤堀 俊和	特異強化メカニズムを応用した歯科用低カット貴金属合金の新規な展開
若手研究 (B)	メカトロニクス工学科	准教授	大原 賢一	多自由度微小力センサを用いた細胞剛性計測
挑戦的萌芽研究	メカトロニクス工学科	教授	福田 敏男	ケミカル・ロコモーションによるマイクロ・ナノロボットの創製
基盤研究 (C)	情報工学科	教授	吉川 雅弥	セキュリティ LSI に対するハードウェアトロイの対策と検出に関する研究
基盤研究 (C)	情報工学科	教授	中野 倫明	高齢者の認知機能測定とその日常生活活性化支援技術の開発
基盤研究 (C)	応用化学科	教授	坂東 俊治	酸化物ナノチューブとグラフェンの複合化と光電気化学によるキャラクタリゼーション
基盤研究 (C)	社会基盤デザイン工学科	教授	石川 靖晃	化学エネルギー的視点に基づいた RC 構造の劣化予測に関する研究
基盤研究 (C)	応用化学科	教授	坂 えり子	プロトン導電性固体電解質材料の接合と電気伝導特性の向上
基盤研究 (C)	教養教育	准教授	土屋 文	反跳粒子検出法を用いたリチウムイオン二次電池中のリチウム挙動のダイナミクス研究
基盤研究 (C)	機械工学科	准教授	松田 淳	空力特性改善応用へ向けた放電プラズマと衝撃波の干渉による流体力学的効果の現象理解
挑戦的萌芽研究	応用化学科	教授	丸山 隆浩	液相エピタキシャル成長法による高品質グラフェンの作製
若手研究 (B)	建築学科	准教授	柳沢 究	インドにおける既存寺院を核とした増築による都市空間の更新過程に関する調査研究
若手研究 (B)	情報工学科	准教授	坂野 秀樹	声帯振動の特殊性に起因する声質を制御可能な音声分析合成方式の開発
若手研究 (B)	教養教育	助教	松浦 智子	中国近世北方系「家将もの」通俗文芸普及に関する考察 -構造形成期と量産期から-
基盤研究 (C)	応用化学科	教授	永田 央	電子伝達膜を用いた光合成型物質変換システムの構築

平成 25 年度受託研究一覧

学 科	受託研究担当者		研 究 課 題
電 気 電 子 工 学 科	教 授	辰 野 恭 市	遠隔操作型マニプレータ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研究
	准教授	飯 岡 大 輔	分散型電源を持つ高圧需要家の連係点における系統側事故（地絡・短絡）時及び構内側事故（地絡・短絡）時の事故様相の解析（Xtap）ならびに検証 電圧分布の推定手法および電圧制御手法に関する研究
機 械 工 学 科	教 授	藤 山 一 成	蒸気タービン低圧ロータにおける腐食・腐食疲労
社会基盤デザイン工学科	教 授	葛 漢 彬	腐食した鉄板巻立コンクリート橋脚の耐震性と補強方法に関する研究業務委託
	教 授	松 本 幸 正	平成 25 年度 日進市移動支援に関する調査研究等 くろ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 鍔 直	夏期冷房時における体温の日内変動を考慮した快適な室内温湿度コントロール
建 築 学 科	准教授	谷 田 真	オフィス家具デザインの研究・開発
	准教授	柳 沢 究	インドにおける 2018 年住まいのビジョン作りのためのインド住宅の将来予測等の調査研究
	准教授	吉 永 美 香	一般家庭向け分散型エネルギー機器の組合せ・運転方法の最適化及びそれらを使用した伝熱融通のシミュレーションとシミュレーションソフトの作成
理 工 学 部	教 授	田 中 啓 介	軽水炉機器・構造物の繰り返し複合荷重下における破壊評価に関する研究

平成 25 年度共同研究一覧

学 科	共 同 研 究 者	研 究 課 題	
情 報 工 学 科	教 授	津川 定之	自動車の自動運転におけるヒューマンファクタに関する研究
	教 授	山田 啓一	車両電子キーに用いる G センサを応用したユーザの行動状態推定に関する共同研究
	准教授	川澄 未来子	インターホンのユニバーサルデザインに関する共同研究 金属の素材感に関する官能評価の開発に関する共同研究
電 気 電 子 工 学 科	教 授	伊藤 昌文	先進プラズマナノ基盤技術の開発—先進ラジカル計測・診断技術及び装置の開発(超高速、大面積対応自立型装置)に係る研究
	教 授	平松美根男	
	准教授	太田 貴之	
	教 授	多和田 昌弘	光応答性有機無機ハイブリッドを用いた新規構造制御膜の創製
	教 授	山中 三四郎	太陽光発電システムの出力低下・異常検出手法開発に関する研究
	准教授	村田 英一	一般三次元境界電荷法を用いた電子軌道解析による、感光体上に形成された様々な潜像電荷分布の導出 金属ナノワイヤを用いた電子源の電界計算方法に関する共同研究
材 料 機 能 工 学 科	教 授	宇佐美初彦	局所塑性加工による表面機能向上に関する共同研究
			表面改質技術を利用したトライボロジー特性改善に関する研究
			高機能固体潤滑材を適用した鉛フリー摺動部材の開発に関する研究
			摺動損失低減と高耐久性を併せ持つテクスチャー技術の開発MDL展開RIEによる摺動材料の弗素脆化特性評価とその対応策導出
			軸受表面の形状加工技術開発に関する研究
	准教授	岩谷 素顕	波長制御可能な深紫外個体レーザー光源
	准教授	竹内 哲也	MOCVD 装置部材に関する共同研究
365nm 帯 GaInN 系 LED の高出力化に関する開発 C 面上に半導体 DBR を有する 400 ~ 470nm 帯 GaInN 系面発光レーザーの開発に関する共同研究			
応 用 化 学 科	教 授	永田 央	キノンをを用いた光エネルギー貯蔵・変換に関する共同研究
	准教授	小澤 理樹	爆発合成ダイヤモンドが有する最外層グラファイトの金属-炭素化合物への変換に関する共同研究
機 械 工 学 科	教 授	小林 明発	難削材のゼロエミッション継続切削用硬質薄膜被覆切削工具の開発に関する共同研究
メカトロニクス工学科	准教授	大原 賢一	住宅および住宅街区の行動観察に関する研究
社会基盤デザイン工学科	教 授	藤田 晃弘	避難誘導用の表示体の視認性に関する共同研究
環 境 創 造 学 科	教 授	伊藤 政博	巨大地震津波による三陸地方港湾海岸施設の被災要因調査研究
教 養 教 育	准教授	土屋 文	ヘリウムおよび水素の捕捉、放出、透過特性に及ぼす照射効果に関する研究
			透明酸化・窒化物へのイオンビーム照射による改質に関する研究
理 工 学 部	教 授	田中 啓介	樹脂材料におけるき裂進展挙動の評価に関する研究
			樹脂材料の残留応力測定技術開発に関する研究

平成 25 年度学外研究助成一覧

学 科	役 職	氏 名	助 成 団 体 名	研 究 課 題
材 料 機 能 工 学 科	准 教 授	赤 堀 俊 和	(助)軽金属奨学会	Mechanical performance and biocompatibility of biomedical beta-type titanium alloy subjected to micro-shot peening
			(助)日比科学技術振興財団	単純固溶化処理による歯科用低カラット合金の特異強化機構発現とその応用
			(助)天田財団	強加工複合表面改質処理を施した金属系バイオマテリアルの高力学特性化
	准 教 授	竹 内 哲 也	(助)豊田理化学研究所	窒化物半導体 GaInN/AlInN ヘテロ構造の巨大分極効果によるモノポーラ LED の実現
			(助)旭硝子財団	高効率深紫外発光素子のための新規 npn 接合発光素子構造の確立
機 械 工 学 科	准 教 授	大 島 成 通	(助)内藤科学技術振興財団	最適動作生成のための最適化筋骨格モデルシミュレーションシステムの開発
建 築 学 科	教 授	高 井 宏 之	(助)日東学術振興財団	香港とシンガポールの高層住宅の経年変化に関する研究－住宅計画と居住実態の視点から－
	准 教 授	岡 田 恭 明	(助)カワイサウンド技術・音楽振興財団	風力発電施設から発生する騒音の伝搬予測に関する研究

平成 25 年度奨学寄付金一覧

学 科	寄 付 金 受 納 者		件 数
情 報 工 学 科		情報工学科長	1 件
材 料 機 能 工 学 科	准教授	竹内 哲也	1 件
応 用 化 学 科	准教授	藤田 典史	1 件
メカトロニクス工学科	教 授	井上 真澄	1 件
	教 授	福田 敏男	1 件
	准教授	大原 賢一	1 件
社会基盤デザイン工学科	教 授	葛 漢 彬	1 件
	准教授	岩下 健太郎	2 件
	准教授	溝口 敦子	1 件
環 境 創 造 学 科	准教授	渡辺 孝一	1 件
	准教授	谷口 義則	1 件
建 築 学 科	准教授	深谷 実	2 件
	教 授	武藤 厚	2 件
建 築 学 科	准教授	吉永 美香	2 件

平成 25 年

発表論文題目

(*印 環境関連論文題目を示す)

数学科

石谷 謙介

【学術論文】

K.Ishitani and K.Sato : “An Analytical Evaluation Method of the Operational Risk Using Fast Wavelet Expansion Techniques”, Asia-Pacific Financial Markets, pp.283-309, (2013-5)

【その他】

K.Ishitani and K.Sato : “Calculation methods of the operational risk : Haar wavelets-based approach and the Bromwich integral approach”, Proceedings of the 44th ISCTE International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Applications, pp.131-136, (2013-4)

北岡 良之

【学術論文】

Y.Kitaoka : “A statistical relation of roots of a polynomial in different local fields IV”, Uniform Distribution Theory, Vol.8, pp.17-30, (2013-3)

【その他】

Y.Kitaoka : “The distribution of roots of a polynomial modulo prime powers”, The Seventh China-Japan Seminar on Number Theory, 口頭発表, (2013-10)

齊藤 公明

【学術論文】

K.Saito : “Infinite dimensional Laplacians associated with derivatives of white noise”, QP-PQ : Quantum Probability and White Noise Analysis, Vol.29, pp.233-248, (2013-1)

L.Accardi, U.C.Ji and K.Saito : “The exotic Laplacians generate the Markov processes given by distribution derivatives of white noise”, Infinite Dimensional Analysis, Quantum Probability and Related Topics, Vol.16, No.3, pp.1-26, (2013-9)

【その他】

K.Saito : “Remark on the exotic Laplacian and white noise polynomials”, Seminar on probability theory, p.2, Chungbuk National University, Korea, (Invited), (2013-5)

K.Saito : “Infinite dimensional Laplacians and distribution derivatives of white noise”, Joint research on Infinite Dimensional Analysis and Quantum Probability, Volterra Center, University of Rome II, Italy, Preprint N.637 (Invited), (2013-6)

K.Saito : “Infinite dimensional analysis based on higher order derivatives of white noise”, The 8th Jikji Workshop : Infinite Dimensional Analysis and Quantum Probability, NIMS, Daejeon, Korea, p.14, (Invited), (2013-8)

K.Saito : “Higher powers of delta distributions”, Joint research on Infinite Dimensional Analysis and Quantum Probability, Volterra Center, University of Rome II, Italy, (Invited), (2013-11)

鈴木 紀明

【著書】

鈴木 紀明 : 『解析学の基礎』, 学術図書, (2013-10)

【学術論文】

R.Sakai and N.Suzuki : “Mollification of exponential weights and its application to Markov-Bernstein inequality”, Pioneer J.of Mathematics and Mathematical Sciences, Vol.7, No.1, pp.83-101, (2013-1)

R.Sakai and N.Suzuki, “A characterization of real entire functions by polynomial approximation for exponential weights”, Potential Theory and its related fields, RIMS Kokyuroku Bessatsu B43, pp.141-154, (2013-9)

長郷 文和

【学術論文】

F.Nagasato : “On the trace-free characters”, RIMS Kokyuroku, No.1836, pp.110-123, (2013-5)

前野 俊昭

【著書】

T.Harima, T.Maeno, H.Morita, Y.Numata, A.Wachi and J.Watanabe : “The Lefschetz properties”, LNM 2080, Springer, (2013-8)

【その他】

T.Maeno : “The Fomin-Kirillov quadratic algebra and its affinization”, Bethe Ansatz, Quantum Groups and Beyond, 京都大学, 口頭発表, (2013-3)

前野 俊昭, 沼田 泰英 : 「有限幾何とレフシェッツ性」, 第 35 回可換環論シンポジウム, 京都大学, 口頭発表, (2013-12)

村瀬 勇介

【学術論文】

R.Kano and Y.Murase : “Solvability of nonlinear

evolution equations generated by subdifferentials and perturbations”, DCDS-S, Vol.7, Issue 1, pp.75-93, (2013-10)

【その他】

村瀬 勇介：「日本酒醸造過程モデルの単一ステージ可解性について」, 第 38 回発展方程式研究会, (2012-12)

村瀬 勇介：「日本酒醸造過程モデルの導出と解析」, 第 22 回岐阜数理科学セミナー, (2013-1)

佐藤 直紀, 愛木 豊彦, 村瀬 勇介, 白川 健：「吸着現象を表すある 1 次元自由境界問題の時間大域解の存在について」, 日本数学会 2013 年度年会, (2013-3)

伊藤 昭夫, 剣持 信幸, 村瀬 勇介：「終了時刻が未知関数に依存する日本酒醸造過程モデルの可解性について」, 日本数学会 2013 年度年会, (2013-3)

Y.Murase： “Solvability of mathematical modeling for brewing process of Japanese Sake with unknown finish time”, EQUADIFF '13, (2013-8)

情報工学科

佐川 雄二

【学術論文】

福田 泰大, 田中 敏光, 佐川 雄二:「清掃を考慮した床面汚れの表現」, 映像情報メディア学会誌, Vol.67, No.6, pp.J163-J170, (2013-5)

【その他】

Y.Fukuda, T.Tanaka and Y.Sagawa: “Floor Texture Generated in Consideration of Walkers and Cleaning”, Proc.IWAIT2013, pp.880-885, (2013-1)

安岡 拓也, 佐川 雄二, 田中 敏光:「両親指ジェスチャーを用いたタブレット PC 向け日本語入力インタフェース」, 照明学会東海支部平成 24 年度若手セミナー予稿集, pp.7-8, (2013-3)

武田 陽平, 佐川 雄二, 田中 敏光:「表層的特徴に対する個人の嗜好を反映した Web ページの好感度判定手法」, 照明学会東海支部平成 24 年度若手セミナー予稿集, pp.13-14, (2013-3)

小牧 厚哉, 佐川 雄二, 田中 敏光:「専門用語の説明文に着目した文章の難易度変換手法」, 照明学会東海支部平成 24 年度若手セミナー予稿集, pp.15-16, (2013-3)

大脇 隆宏, 佐川 雄二, 田中 敏光:「質問タイプ分類に基づく Q&A 検索支援システム」, 照明学会東海支部平成 24 年度若手セミナー予稿集, pp.17-18, (2013-3)

深谷 佳介, 佐川 雄二, 田中 敏光:「リアルタイムコメントに基づく生放送番組アーカイブの見どころ抽出」, 照明学会東海支部平成 24 年度若手セミナー予稿集, pp.19-20, (2013-3)

岡島 好孝, 佐川 雄二, 田中 敏光:「キャラクタを設定した感情により振る舞いを変える会話 bot」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, P1-7, (2013-9)

井上 大也, 佐川 雄二, 田中 敏光:「文章中の略語の意味をポップアップするシステム」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, P1-8, (2013-9)

窪田 享祐, 佐川 雄二, 田中 敏光:「Twitter からの評判情報抽出システム」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, P2-2, (2013-9)

宮林 周寛, 佐川 雄二, 田中 敏光:「音声操作と知的読み上げ機能を備えた視覚障害者用ブラウザ」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, P2-3, (2013-9)

吉田 成寿, 佐川 雄二, 田中 敏光:「医療情報取得ナビゲーションシステム」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, O3-5, (2013-9)

高橋 友一

【学術論文】

M.Shimizu and T.Takahashi: “Training platform for rescue robot operation and pair operations of multi-robots”, Advanced Robotics 27, No.5, pp.385-391, (2013-3)

M.Okaya, and T.Takahashi: “Application of an Information Transfer Model to Evacuation Guidance during Emergencies”, Planet@Risk, Vol.1, No.1, <http://www.planet-risk.org/index.php/pr>, (2013-10)

【その他】

岡谷 賢, 高橋 友一:「動的避難誘導を考慮したエージェントベース避難シミュレーション」, 社会システムと情報技術研究ウィーク WSSIT2013, (2013-3)

M.Okaya, M.Southern, and T.Takahashi: “Dynamic Information Transfer and Sharing Model in Agent Based Evacuation Simulations”, AAMAS 2013, Minnesota, (2013-5)

岡谷 賢, 高橋 友一:「エージェントシミュレーションを用いた動的環境における避難管理システム」, 2013 年度人工知能学会全国大会, 2B4-NFC-02a-5, (2013-6)

T.Niwa, M.Okaya, and T.Takahashi: “Parallel Computation using GPGPU to Simulate Crowd Evacuation Behaviors planning effective evacuation guidance at emergencies”, RoboCup 2013 Symposium, Nederland, (2013-7)

丹羽 俊徳, 岡谷 賢, 高橋 友一:「PGPU を用いたマルチエージェントシステムにおける並列化」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, N2-7, (2013-9)

西村 秀樹, 高橋 友一, 清水 優:「不整地作業におけるロボットによる地図計測アルゴリズムの評価環境」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, I2-3, (2013-9)

和田 拓也, 高橋 友一:「シミュレーション結果を用いた平常時非常時共に利用可能な誘導システムの提案」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, N4-4, (2013-9)

丹羽 俊徳, 岡谷 賢, 高橋 友一:「避難シミュレーションにおける SNS 上の情報伝達の効果について」, 人工知能学会「社会における AI」研究会 第 17 回研究会, (2013-10)

西村 秀樹, 清水 優, 高橋 友一:「RoboCup Rescue Virtual Robot League の紹介」, 人工知能学会「社会における AI」研究会 第 18 回研究会, (2013-11)

和田 拓也, 高橋 友一:「ロボットサッカーを例にしたロボットの行動説明機能」, 2013年電子情報通信学会総合大会 ISS 特別企画「学生ポスターセッション」, (2013-3)

田中 敏光

【学術論文】

福田 泰大, 田中 敏光, 佐川 雄二:「清掃を考慮した床面汚れの表現」, 映像情報メディア学会誌, Vol.67, No.6, pp.1163-1170, (2013-5-24)

【その他】

Y.Fukuda, T.Tanaka and Y.Sagawa: “Floor Texture Generated in Consideration of Walkers and Cleaning”, Proc.IWAIT2013, pp.880-885, (2013-1)

今津 友邦, 田中 敏光, 佐川 雄二:「さまざまな歩行により生じる床面の汚れの生成」, 電子情報通信学会 2013年総合大会予稿集, A-16-6, (2013-3)

柴田 祐希, 田中 敏光, 佐川 雄二:「超小型タッチデバイスを想定した文字入力方法」, 電子情報通信学会 2013年総合大会予稿集, D-9-38, (2013-3)

福田 泰大, 田中 敏光, 佐川 雄二:「親指のジェスチャーによる文字の入力」, 電子情報通信学会 2013年総合大会予稿集, D-9-41, (2013-3)

岡崎 和雄, 田中 敏光, 佐川 雄二:「顔画像を使った学生の授業集中度評価」, 電子情報通信学会 2013年総合大会予稿集, D-11-87, (2013-3)

伊藤 健太, 阿知葉 征彦, 田中 敏光:「係数自動調整型 NL-means を用いたランダムノイズ削減」, 電子情報通信学会 2013年総合大会予稿集, D-11-32, (2013-3)

安土 景祐, 阿知葉 征彦, 田中 敏光:「距離画像を用いた3次元個人モデル作成手法の検討」, 電子情報通信学会 2013年総合大会予稿集, D-11-43, (2013-3)

辻 拓実, 阿知葉 征彦, 田中 敏光:「前進位置視点における画像生成を考慮した Kinect を用いた撮影システムの検討」, 電子情報通信学会 2013年総合大会予稿集, D-11-82, (2013-3)

柴田 祐希, 田中 敏光, 佐川 雄二:「超小型タッチデバイス向けの文字入力方法」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.1-2, (2013-3-2)

田中 亜弥, 田中 敏光, 佐川 雄二:「タッチデバイスを用いた幼児向け空間認識学習プログラム」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.3-4, (2013-3-2)

福田 泰大, 田中 敏光, 佐川 雄二:「タッチデバイスを使用した親指のジェスチャーによる文字入力」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.5-6,

(2013-3-2)

竹本 良, 田中 敏光, 佐川 雄二:「Kinect を用いたりハビリゲームの開発」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.9-10, (2013-3-2)

深谷 友美, 田中 敏光, 佐川 雄二:「高齢者にも見やすい Web ページ配色変換システム」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.11-12, (2013-3-2)

空 翔太, 田中 敏光, 佐川 雄二:「電線着雪の CG 表現」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.21-22, (2013-3-2)

久保 雅貴, 田中 敏光, 佐川 雄二:「窓ガラスに降る雪の CG 表現」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.23-24, (2013-3-2)

今津 友邦, 田中 敏光, 佐川 雄二:「多人数の歩行で生じる床面の汚れの生成」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.25-26, (2013-3-2)

高橋 尚史, 田中 敏光, 佐川 雄二:「圧力を反映した地面の質感表現」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.27-28, (2013-3-2)

脇田 隼人, 田中 敏光, 佐川 雄二:「地面の硬さに応じた 3D 足跡のリアルタイム生成」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.29-30, (2013-3-2)

岡崎 和雄, 田中 敏光, 佐川 雄二:「顔方向に着目した学生の授業集中度評価」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.47-48, (2013-3-2)

安岡 拓也, 佐川 雄二, 田中 敏光:「両親指ジェスチャーを用いたタブレット PC 向け日本語入力インタフェース」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.7-8, (2013-3-2)

武田 陽平, 佐川 雄二, 田中 敏光:「表層的特徴に対する個人の嗜好を反映した Web ページの好感度判定手法」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.13-14, (2013-3-2)

小牧 厚哉, 佐川 雄二, 田中 敏光:「専門用語の説明文に着目した文章の難易度変換手法」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.15-16, (2013-3-2)

大脇 隆宏, 佐川 雄二, 田中 敏光:「質問タイプ分類に基づく Q&A 検索支援システム」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.17-18, (2013-3-2)

深谷 佳介, 佐川 雄二, 田中 敏光:「リアルタイムコメントに基づく生放送番組アーカイブの見どころ抽出」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.19-20, (2013-3-2)

伊藤 健太, 阿知葉 征彦, 田中 敏光:「係数自動調整型 Non local means algorithm の検討」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.35-36, (2013-3-2)

- 辻 拓実, 阿知葉 征彦, 田中 敏光:「多視点画像の取得のための Kinect を用いた撮影システムの検討」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.39-40, (2013-3-2)
- 安土 景祐, 阿知葉 征彦, 田中 敏光:「通信向け3次元個人モデル作成手法の検討」, 照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.45-46, (2013-3-2)
- 石黒 裕紀, 佐川 雄二, 田中 敏光:「ニュース関連情報の Twitter からの抽出手法」, 平成 24 年度信学会東海支部卒業研究発表会論文集, OC1-4, (2013-3-5)
- 中嶋 隼, 田中 敏光, 佐川 雄二:「再学習機能を持つ Web ベースのごみ分別学習支援システム」, 平成 24 年度信学会東海支部卒業研究発表会論文集, OC1-6, (2013-3-5)
- 久保 雅貴, 田中 敏光, 佐川 雄二:「窓ガラス上の雪の CG による表現」, 平成 24 年度信学会東海支部卒業研究発表会論文集, OB2-4, (2013-3-5)
- 高橋 尚史, 田中 敏光, 佐川 雄二:「圧力を反映した地面の質感表現」, 平成 24 年度信学会東海支部卒業研究発表会論文集, OB2-5, (2013-3-5)
- 白井 宏成, 田中 敏光:「気温の変化を考慮した蕨の紅葉表現」, 平成 24 年度信学会東海支部卒業研究発表会論文集, OB2-6, (2013-3-5)
- 辻 拓実, 阿知葉 征彦, 田中 敏光:「Kinect を用いた前進位置視点画像の生成手法」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, L1-1, (2013-9-24)
- 伊藤 健太, 阿知葉 征彦, 田中 敏光:「NL-means と時間フィルタ処理によるランダムノイズ削減」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, L1-2, (2013-9-24)
- 安土 景祐, 阿知葉 征彦, 田中 敏光:「通信向け3次元個人モデル作成手法の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, L1-4, (2013-9-24)
- 今津 友邦, 田中 敏光, 佐川 雄二:「多人数の歩行により生じる床面の汚れの表現」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, L2-1, (2013-9-24)
- 岡崎 和雄, 田中 敏光, 佐川 雄二:「顔方向を考慮した学生の授業集中度評価」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, L2-8, (2013-9-24)
- 福田 泰大, 田中 敏光, 佐川 雄二:「タッチデバイスをを用いたジェスチャー操作による文字入力」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, Po1-23, (2013-9-24)
- 柴田 祐希, 田中 敏光, 佐川 雄二:「超小型タッチデバイス向けの文字入力」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, Po1-24, (2013-9-24)
- 高橋 尚史, 田中 敏光, 佐川 雄二:「圧力を反映した地面の質感表現」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, L2-4, (2013-9-24)
- 久保 雅貴, 田中 敏光, 佐川 雄二:「窓ガラス上の雪の動きの CG 表現」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, L2-5, (2013-9-24)
- 小木曾 智, 田中 敏光, 佐川 雄二:「降雨時のアスファルト路面の質感表現」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, L2-2, (2013-9-24)
- 加藤 龍拓, 田中 敏光, 佐川 雄二:「ブラウザ上での Web ページの配色変換」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, N3-3, (2013-9-24)
- 藏地 辰弥, 田中 敏光, 佐川 雄二:「Web ページのアイコンの配色変換」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, N3-5, (2013-9-24)
- 亀山 翔平, 田中 敏光, 佐川 雄二:「Web 閲覧を重視したタブレットのための文字入力手法」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O2-4, (2013-9-24)
- 池永 聖人, 田中 敏光, 佐川 雄二:「Kinect を用いたポーズイラスト作成支援ツール」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, L2-6, (2013-9-24)
- 田中 雄也, 田中 敏光, 佐川 雄二:「Kinect と AR マーカーを用いた家具の配置換えシミュレーション」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, L2-7, (2013-9-24)
- 岡島 好孝, 佐川 雄二, 田中 敏光:「キャラクタを設定した感情により振る舞いを変える会話 bot」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, P1-7, (2013-9-24)
- 井上 大也, 佐川 雄二, 田中 敏光:「文章中の略語の意味をポップアップするシステム」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, P1-8, (2013-9-24)
- 窪田 享祐, 佐川 雄二, 田中 敏光:「Twitter からの評判情報抽出システム」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, P2-2, (2013-9-24)
- 宮林 周寛, 佐川 雄二, 田中 敏光:「音声操作と知的読み上げ機能を備えた視覚障害者用ブラウザ」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, P2-3, (2013-9-24)
- 吉田 成寿, 佐川 雄二, 田中 敏光:「医療情報取得ナビゲーションシステム」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, O3-5, (2013-9-24)
- 柴田 祐希, 田中 敏光, 佐川 雄二:「超小型タッチデバイスに適した文字入力手法」, 2013 年映像情報メ

ディア学会冬季大会予稿集, (2013-12-18)

福田 泰大, 田中 敏光, 佐川 雄二:「片手親指のタッチジェスチャーによる文字入力」, 2013 年映像情報メディア学会冬季大会予稿集, (2013-12-18)

津川 定之

【著書】

* 津川 定之(分担執筆):「ITS 技術による省エネルギー化」, 『電気学会 125 年史』, pp.635-637, 一般社団法人電気学会, (2013-10)

【その他】

S.Tsugawa: “An Automated Truck Platoon within Energy ITS”, 92th Transportation Research Board Annual Meeting, Session 366, (2013-1)

津川 定之:「自動運転システムの展望」, IATSS Review Vol.37, No.3, pp.199-207, (2013-1)

津川 定之:「自動運転システム－展望と課題－」, エネルギー ITS 推進事業成果報告会, (2013-3)

加藤 晋(産業技術総合研究所), 橋本 尚久(産業技術総合研究所), 津川 定之:「隊列走行および CACC における HMI の研究開発」, 2013 年自動車技術会春季大会学術講演会前刷集, No.83-13, (2013-5)

津川 定之:「自動車の自動運転システム－展望と課題－」, ワイヤレス・テクノロジー・パーク 2013 セミナー, (2013-5)

津川 定之:「ITS の課題－安全・環境・モビリティを指して－」, IEEE ITSS 名古屋チャプタ設立記念講演会, (2013-6)

* S.Tsugawa: “Energy and Environmental Implications of Automated Truck Platooning within Energy ITS Project”, 2nd Transportation Research Board Road Vehicle Automation Workshop, (2013-7)

津川 定之:「自動車の自動運転システム－展望と課題－」, 情報処理学会第 54 回高度交通システム研究会, (2013-9)

S.Tsugawa: “An Overview on an Automated Truck Platoon within Energy ITS Project”, Proc.7th IFAC Symposium on Advances in Automotive Control, pp.41-46, (2013-9)

安瀬 海渡, 津川 定之:「車輪型ロボットの自律走行制御－デッドレコニング機能の検証－」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, (2013-9)

植原 邦晃, 津川 定之:「高速道路入り口における合流支援に対する車車間通信の効果」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, (2013-9)

三宅 孝征, 津川 定之:「ソナーを用いた移動ロボットの追従走行制御－アルゴリズムの設計と実装－」,

平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, (2013-9)

S.Tsugawa: “Final Report on an Automated Truck Platoon within Energy ITS Project”, Proc.International Task Force on Vehicle Highway Automation 17th Annual Meeting, (2013-10)

S.Tsugawa: “Applications of the Results of Automated Truck Platooning within Energy ITS”, 20th ITS World Congress, (2013-10)

S.Tsugawa: “Trends in Vehicle Safety and Sustainability Communications”, 20th ITS World Congress, (2013-10)

K.Sakakibara and S.Tsugawa: “Merging Assistance at an Expressway Ramp with Vehicle-to-Vehicle Communications”, Proc.20th ITS World Congress, (CD-ROM), (2013-10)

T.Miyake and S.Tsugawa: “Design of Lateral Control Algorithms for a Flexible Platoon”, Proc.20th ITS World Congress, (CD-ROM), (2013-10)

A.Matsushima and S.Tsugawa: “Optimization of Look-ahead Distance for a Vision-based Vehicle”, Proc.20th ITS World Congress, (CD-ROM), (2013-10)

中野 倫明

【著書】

山田 宗男, 中野 倫明(分担執筆):「視界視認性に基づく自動車ワイパ拭き性能評価手法」, 第 4 章 各用途 / 目的に合わせたセンサの組合せ方・使われ方とその周辺技術, 5 節 画像認識・車間距離検知と運転支援システム [8], 技術情報協会「次世代自動車の夢を実現するセンサ開発と制御技術」, pp.671-680, (2012-10)

【その他】

小川 雄矢, 加藤 渉, 毛利 佳之, 毛利 佳年雄, 内山 剛, 中野 倫明, 山田 宗男:「磁気刺激による新たな居眠り運転防止技術の提案とその覚醒効果」, 名古屋大学 予防早期医療創成センター 第 3 回ワークショップ, ポスターセッション No.12, (2013-1)

中野 倫明:「レポート 2012・2013 ～高齢ドライバーの事故防止～ “思い込み” が招く危険」, 輸送経済新聞社「2013 日本の物流事業」, pp.104-107, (2013-1)

宮部 公寛, 山田 宗男, 中野 倫明:「高齢者の自動車運転時の認知機能測定方法」, 照明学会東海支部平成 24 年度 若手セミナー予稿集, 第 4 部, 33, p.63, (2013-3)

小椋 有記, 山田 宗男, 中野 倫明:「高齢者の自動車運転時の認知機能測定システムの試作」, 照明学会

- 東海支部平成24年度若手セミナー予稿集, 第4部, 34, p.64, (2013-3)
- 安藤 紀貴, 山田 宗男, 中野 倫明:「高齢者の運動プログラムによる認知機能向上の検討」, 照明学会東海支部平成24年度若手セミナー予稿集, 第4部, 35, p.65, (2013-3)
- 山崎 裕介, 山田 宗男, 中野 倫明:「初心運転者の運転能力の評価と向上技術の検討」, 照明学会東海支部平成24年度若手セミナー予稿集, 第4部, 36, p.67, (2013-3)
- 榎田 喬介, 中野 倫明, 山田 宗男:「スマートフォン操作を伴う歩行ながら状態検出手法の検討」, 照明学会東海支部平成24年度若手セミナー予稿集, 第4部, 38, p.69, (2013-3)
- 鈴木 麻里, 中野 倫明, 山田 宗男:「スマートフォンによる運転挙動検出と評価に関する検討」, 照明学会東海支部平成24年度若手セミナー予稿集, 第4部, 39, p.71, (2013-3)
- 小川 雄矢, 中野 倫明, 山田 宗男:「香りの含有成分によるドライバの疲労回復効果の検証」, 照明学会東海支部平成24年度若手セミナー予稿集, 第4部, 40, p.73, (2013-3)
- 岡本 幸大, 中野 倫明, 山田 宗男:「ドライバへの香り提示による覚醒効果に関する検討-嗅覚リセット効果の検証-」, 照明学会東海支部平成24年度若手セミナー予稿集, 第4部, 41, p.75, (2013-3)
- 加藤 渉, 中野 倫明, 山田 宗男:「ドライバへの生体磁気刺激による覚醒効果の実験的検証」, 照明学会東海支部平成24年度若手セミナー予稿集, 第4部, 42, p.76, (2013-3)
- 鷺見 海王, 中野 倫明, 山田 宗男:「香り刺激による睡眠リバウンド現象の確認と検証」, 照明学会東海支部平成24年度若手セミナー予稿集, 第4部, 43, p.78, (2013-3)
- 山崎 裕介, 山田 宗男, 中野 倫明:「初心運転者の運転能力の測定とその向上方法に関する研究」, 平成24年度電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会, ポスター発表PA, PA-1, (2013-3)
- 小椋 有記, 山田 宗男, 中野 倫明:「高齢者の自動車運転時の認知機能測定システムの試作」, 平成24年度電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会, ポスター発表PA, PA-3, (2013-3)
- 榎田 喬介, 中野 倫明, 山田 宗男:「スマートフォンを用いた歩行ながら状態検出手法の検討」, 平成24年度電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会, ポスター発表PA, PA-7, (2013-3)
- 鈴木 麻里, 中野 倫明, 山田 宗男:「スマートフォンによる運転挙動検出と評価に関する検討」, 平成24年度電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会, ポスター発表PA, PA-8, (2013-3)
- 宮部 公寛, 小椋 有記, 山崎 初夫, 川澄 未来子, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「高齢者の自動車運転時の認知機能測定システムの試作」, 2013年電子情報通信学会総合大会・情報・システムソサイエティ(ISS)特別企画「DK-1.学生ポスターセッション」, ISS-SP-315, p.157, (2013-3)
- 山崎 裕介, 山田 真以, 川澄 未来子, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「危険予測シミュレータの試作と初心運転者の訓練への応用」, 自動車技術会2013年春季学術講演会前刷集, No.33-13 運転者教育, 174, (2013-5)
- 宮部 公寛, 小椋 有記, 山崎 初夫, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「高齢者の自動車運転時の認知機能の測定方法」, 自動車技術会2013年春季学術講演会前刷集, No.33-13 運転者教育, 175, (2013-5)
- 岡本 幸大, 鷺見 海王, 中野 倫明, 山本 新, 山田 宗男:「スマートフォンにおける操作ながら状態検出手法の提案」, 2012年交通予防安全コンソーシアム年次報告書, 2.技術報告, 2-1 運転行動, pp.6-8, (2013-6)
- 増田 光太, 大島 優治, 中野 倫明, 山本 新, 山田 宗男:「脳波による睡眠リバウンド効果の検証」, 2012年交通予防安全コンソーシアム年次報告書, 2.技術報告, 2-1 運転行動, pp.9-12, (2013-6)
- 山田 真以, 山崎 裕介, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「初心運転者の運転能力の評価・訓練システム」, 2012年交通予防安全コンソーシアム年次報告書, 2.技術報告, 2-1 運転行動, pp.13-16, (2013-6)
- 宮部 公寛, 小椋 有記, 安藤 紀貴, 松浦 悟史, 沼山 達哉, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「高齢者の運転時の認知機能測定システム」, 2012年交通予防安全コンソーシアム年次報告書, 2.技術報告, 2-1 運転行動, pp.17-21, (2013-6)
- 鷺見 海王, 岡本 幸大, 中野 倫明, 山本 新, 山田 宗男:「スマートフォンを用いた運転支援システムの検討」, 2012年交通予防安全コンソーシアム年次報告書, 2.技術報告, 2-2 運転支援, pp.45-48, (2013-6)
- 岡本 幸大, 鷺見 海王, 榎田 喬介, 中野 倫明, 渡邊 晃, 山田 宗男:「スマートフォンにおける歩行ながら状態検出手法の提案」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013)シンポジウム論文集(CD-ROM), セッション6D 行動認識応用, 6D-4, pp.1483-1486, (2013-7)
- 鷺見 海王, 岡本 幸大, 鈴木 麻里, 渡邊 晃, 中野 倫

- 明, 山田 宗男:「スマートフォンを用いた運転支援システム開発の検討－運転挙動弁別可能性の検討－」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2013) シンポジウム論文集 (CD-ROM), セッション 6D 行動認識応用, 6D-5, pp.1487-1490, (2013-7)
- 宮部 公寛, 小椋 有記, 山崎 初夫, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「自動車運転時の高齢者の認知機能測定・評価法とシステムの一検討」, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2013, 対話発表(ポスター発表), 1514P, (2013-9)
- 宮部 公寛, 小椋 有記, 山崎 初夫, 山本 新, 山田 宗男, 中野 倫明:「高齢者の日常生活に必要な認知機能の測定方法の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, 情報システム・ネットワーク, Po1-28, (2013-9)
- 安藤 紀貴, 山崎 裕介, 山本 新, 山田 宗男, 中野 倫明:「事故多発地点のシミュレーションによる事故低減方法の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, 情報システム・ネットワーク, Po1-29, (2013-9)
- 加藤 渉, 小川 雄矢, 毛利 佳之, 中野 倫明, 山田 宗男, 毛利 佳年雄:「生理的磁気刺激による新たなドライバ覚醒手法とその効果」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, 情報システム・ネットワーク, Po1-30, (2013-9)
- 小川 雄矢, 加藤 渉, 毛利 佳之, 中野 倫明, 山田 宗男, 毛利 佳年雄:「生理的磁気刺激を用いたドライバ覚醒手法における睡眠リバウンド抑制効果の検証」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, 情報システム・ネットワーク, Po1-31, (2013-9)
- 山崎 裕介, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「初心運転者の危険予測に関する運転能力の評価法」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, 情報システム・ネットワーク, Po1-32, (2013-9)
- 槇田 喬介, 岡本 幸大, 鷺見 海王, 山崎 初夫, 中野 倫明, 山田 宗男:「スマートフォン搭載加速度センサによるながら歩行検出手法の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, 情報システム・ネットワーク, Po1-33, (2013-9)
- 小椋 有記, 宮部 公寛, 安藤 紀貴, 山崎 初夫, 山本 新, 山田 宗男, 中野 倫明:「高齢者の自動車運転に必要な認知機能の評価方法」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, 情報システム・ネットワーク, Po1-34, (2013-9)
- Y.Ogawa, H.Yamasaki, T.Nakano, S.Yamamoto and M.Yamada: "Verification on the Effect in Relieving Fatigue of the Driver by Component Content of Fragrance", Proceedings of 2013 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2013), Regular Session 2 (RS2): Wireless Systems & Intelligent Transport Systems (Poster Session), RS2-5, (2013-10)
- K.Sumii, Y.Okamoto, M.Suzuki, A.Watanabe, T.Nakano and M.Yamada: "Study on Effective Methods to Detect Driver Behavior with Smartphones", Proceedings of 2013 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2013), Regular Session 2 (RS2): Wireless Systems & Intelligent Transport Systems (Poster Session), RS2-6, (2013-10)
- Y.Okamoto, K.Sumii, K.Makita, T.Nakano, H.Yamasaki and M.Yamada: "An Examination of a Detection for Simultaneous Smartphone Operation", Proceedings of 2013 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2013), Regular Session 2 (RS2): Wireless Systems & Intelligent Transport Systems (Poster Session), RS2-7, (2013-10)
- K.Miyabe, Y.Ogura, H.Yamasaki, M.Yamada, S.Yamamoto and T.Nakano: "Study on System for Measuring and Evaluating Elderly Cognitive Function while Driving", Proceedings of 2013 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2013), Regular Session 2 (RS2): Wireless Systems & Intelligent Transport Systems (Poster Session), RS2-8, (2013-10)
- Y.Okamoto, K.Sumii, D.Kato, M.Kawasumi, T.Nakano, S.Yamamoto and M.Yamada: "A Proposal of a Detection Method for Simultaneous Smartphone Operation", Proceedings of 20th ITS World Congress TOKYO 2013 (第 20 回 ITS 世界会議 東京 2013), Technical/Scientific Sessions TS002-Smart Phones and Speech Recognition, 3910, (2013-10)
- Y.Ogawa, H.Yamasaki, M.Kawasumi, T.Nakano, S.Yamamoto and M.Yamada: "Verification on the Effect in Relieving Fatigue of The Driver by Fragrance that Stimulates the Serotonin Secretion", Proceedings of 20th ITS World Congress TOKYO 2013 (第 20 回 ITS 世界会議 東京 2013), Technical/Scientific Sessions TS024-Driver Detection System (1), 3911, (2013-10)
- K.Sumii, Y.Okamoto, D.Kato, M.Kawasumi, T.Nakano, S.Yamamoto, A.Watanabe and M.Yamada: "Study on Driver Assistance System with Smartphones", Proceedings of 20th ITS World Congress TOKYO 2013 (第 20 回 ITS 世界会議 東京 2013), Technical/

Scientific Sessions TS090 - Driver Assistance Systems(1), 4035, (2013-10)

K.Miyabe, Y.Ogura, H.Yamasaki, M.Yamada, S.Yamamoto, and T.Nakano: "A Method for Quantitative Assessment of Elderly Cognitive Function While Driving", Proceedings of THE 20TH INTERNATIONAL DISPLAY WORKSHOPS (IDW'13), Poster VHFp2: Applied Vision and Human Factors, VHFp2-7, (2013-12)

榎田 喬介, 岡本 幸大, 鷺見 海王, 中野 倫明, 山田 宗男: 「スマートフォン搭載センサを利用しながら歩行状態検出手法の検討」, ViEW2013 ビジョン技術の実利用ワークショップ講演論文集, IS1-B 人の動き解析, IS1-B2, (2013-12)

小椋 有記, 宮部 公寛, 山崎 初夫, 山田 宗男, 中野 倫明: 「自動車運転時の高齢者の認知機能の測定・評価法」, 2013年映像情報メディア学会冬季大会, 第7部門 ヒューマンインフォメーション2, 7-6, (2013-12)

山崎 裕介, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明: 「危険予測が必要な場面での初心運転者の運転能力の測定・評価法」, 2013年映像情報メディア学会冬季大会, 第7部門 ヒューマンインフォメーション2, 7-7, (2013-12)

柳田 康幸

【学術論文】

中野 拓哉, 佐治 翔太, 吉岡 有哉, 河地 祐樹, 柳田 康幸: 「単発のファンを用いた人の頭部前面における風向知覚特性の測定」, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.18, No.1, pp.37-44, (2013-3)

【その他】

Y.Iwama, T.Serizawa, and Y.Yanagida: "Implementation of a Front-end Software Module for Hemispherical Optical Input Device KHAKI", Proceedings of the 2013 International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT), pp.994-999, (2013-1)

西尾 泰輔, 柳田 康幸: 「渦輪による香り搬送効率に対する充填位置の影響～流体シミュレーションによる解析～」, 日本バーチャルリアリティ学会第11回香りと生体情報研究会, 日本バーチャルリアリティ学会研究報告, Vol.18, No.SBR-1, 発表番号 SBR2013-6, (2013-3)

丹羽 祐人, 柳田 康幸: 「呼吸連動型加湿器における同期タイミングの改良」, 日本バーチャルリアリティ学会第11回香りと生体情報研究会, 日本バーチャルリアリティ学会研究報告, Vol.18, No.SBR-1, 発表番号 SBR2013-7, (2013-3)

柳田 康幸: 「五感へ広がるマルチメディア」, 電気学会東海支部若手セミナー, 招待講演, (2013-3)

大地 徹, 柳田 康幸: 「歩行時における振動刺激感度低下に対する仮現運動利用の検討」, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.112, No.474, pp.1-4 (MVE2012-95), (2013-3)

Y.Yanagida, M.Kajima, S.Suzuki, and Y.Yoshioka: "Pilot Study for Generating Dynamic Olfactory Field Using Scent Projectors", Proceedings of IEEE Virtual Reality 2013, pp.151-152, (2013-3)

Y.Yanagida: "Virtual Reality and Telexistence: Techniques for Spatiotemporal Control of Olfactory Space", 1st World Congress of Digital Olfaction Society, p.23, 招待講演, (2013-4)

加藤 匠, 高森 裕也, 芹澤 隆史, 柳田 康幸: 「ドーム型統合入力デバイス KHAKI における GUI 操作の改良」, 日本バーチャルリアリティ学会第18回大会論文誌, pp.438-441, (2013-9)

柳田 康幸: 「空気メディア: 見えずとも感じられるメディア技術」, 電子情報通信学会 HCG シンポジウム, 発表番号 A-2-1, (2013-12)

中野 拓哉, 吉岡 有哉, 柳田 康幸: 「頭部に対する均一な風提示による風向知覚特性の測定」, 電子情報通信学会 HCG シンポジウム, 発表番号 A-3-3, (2013-12)

大地 徹, 柳田 康幸: 「振動触覚ディスプレイによる気配提示システムの研究～ウェアラブルディスプレイのためのシステム構成～」, 電子情報通信学会 HCG シンポジウム, 発表番号 I-1-2, (2013-12)

岩間 芳宏, 柳田 康幸: 「ペンライト型デバイスを用いた聴覚コンテンツの拡張」, 電子情報通信学会 HCG シンポジウム, 発表番号 I-1-3, (2013-12)

山田 啓一

【学術論文】

古橋 竜祐, 山田 啓一: 「複数フレームの見かけの姿勢に基づく歩行者の横断意図の推定」, 電気学会論文誌 C, Vol.133, No.5, pp.1069-1075, (2013-5)

馬淵 竜紀, 山田 啓一: 「黄信号切替わり時におけるドライバの通過・停止の意図推定」, 電気学会論文誌 C, Vol.133, No.6, pp.1178-1185, (2013-6)

【その他】

深川 裕規, 山田 啓一: 「運転行動からのドライバの前方歩行者への気付きの推定」, 2013年電子情報通信学会総合大会論文誌, A-17-23, (2013-3)

三谷 知令, 山田 啓一: 「交差点左折時におけるドライ

バの歩行者への気づき推定とそれに基づくドライバ支援方法に関する検討], 2013年電子情報通信学会総合大会論文集, A-17-24, (2013-3)

趙宣伊, 居川 達也, 山田 啓一, 武智 和洋:「加速度・角速度センサを用いたセンサ保持状態に依存しない人物行動認識に関する検討], 2013年電子情報通信学会総合大会論文集, D-9-13, (2013-3)

深川 裕規, 山田 啓一:「確率モデルに基づく運転行動からのドライバの歩行者への気づきの推定], 自動車技術会学術講演会前刷集(2013年春季大会), No.93-13, pp.17-20, 20135163, (2013-5)

Y.Fukagawa and K.Yamada: “Estimating Driver Awareness of Pedestrians from Driving Behavior Based on a Probabilistic Model”, Proceedings of the 2013 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp.1155-1160, (2013-6)

R.Mabuchi and K.Yamada: “Prediction of Driver's Stop or Go at Yellow Traffic Signal from Vehicle Behavior”, Proceedings of the 2013 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, pp.1161-1166, (2013-6)

趙宣伊, 山田 啓一, 武智 和洋:「加速度・角速度センサを用いたセンサ保持状態に依存しない人物行動認識], 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, H5-4, (2013-9)

深川 裕規, 山田 啓一:「運転行動からのドライバの前方歩行者への気付きの推定 ~ドライビングシミュレータによる評価実験~, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, N1-4, (2013-9)

山田 宗男

【著書】

山田 宗男, 中野 倫明(分担執筆):「視界視認性に基づく自動車ワイパ拭性能評価手法], 第 4 章 各用途 / 目的に合わせたセンサの組合せ方・使われ方とその周辺 技術, 5 節 画像認識・車間距離検知と運転支援システム [8], 技術情報協会『次世代自動車の夢を実現するセンサ開発と制御技術], pp.671-680, (2012-10)

【学術論文】

K.Mohri, T.Uchiyama, M.Yamada, Y.Mohri, K.Endo, T.Suzuki and Y.Inden: “Physiological Magnetic Stimulation for Arousal of Elderly Car Driver Evaluated with Electro-Encephalogram and Spine Magnetic Field”, IEEE Transactions on Magnetics, Vol.48, No.11, pp.3505-3508, (2012-11)

【その他】

小川 雄矢, 加藤 渉, 毛利 佳之, 毛利 佳年雄, 内山 剛,

中野 倫明, 山田 宗男:「磁気刺激による新たな居眠り運転防止技術の提案とその覚醒効果], 名古屋大学 予防早期医療創成センター 第 3 回ワークショップ, ポスターセッション No.12, (2013-1)

Y.Mohri, M.Yamada, K.Endo, T.Suzuki and K.Mohri: “Arousal Effect of Physiological Magnetic Stimulation on Car Driver's Pit of Stomach Evaluated with Electroencephalogram Using Driving Simulator”, Proceedings in Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2013), 3P6a, pp.1061-1065, (2013-3)

K.Mohri, M.Sasaki, T.Uemura, Y.Mohri, M.Yamada and T.Kato: “Pulse Train Distributed Magnetic Field Generated from High Strength Concrete Using Magnetized Olivine Stone Aggregate”, Proceedings in Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2013), 3P6a, pp.1057-1060, (2013-3)

宮部 公寛, 山田 宗男, 中野 倫明:「高齢者の自動車運転時の認知機能測定方法], 照明学会東海支部平成 24 年度 若手セミナー予稿集, 第 4 部, 33, p.63, (2013-3)

小椋 有記, 山田 宗男, 中野 倫明:「高齢者の自動車運転時の認知機能測定システムの試作], 照明学会東海支部平成 24 年度 若手セミナー予稿集, 第 4 部, 34, p.64, (2013-3)

安藤 紀貴, 山田 宗男, 中野 倫明:「高齢者の運動プログラムによる認知機能向上の検討], 照明学会東海支部平成 24 年度 若手セミナー予稿集, 第 4 部, 35, p.65, (2013-3)

山崎 裕介, 山田 宗男, 中野 倫明:「初心運転者の運転能力の評価と向上技術の検討], 照明学会東海支部平成 24 年度 若手セミナー予稿集, 第 4 部, 36, p.67, (2013-3)

榎田 喬介, 中野 倫明, 山田 宗男:「スマートフォン操作を伴う歩行ながら状態検出手法の検討], 照明学会東海支部平成 24 年度 若手セミナー予稿集, 第 4 部, 38, p.69, (2013-3)

鈴木 麻里, 中野 倫明, 山田 宗男:「スマートフォンによる運転挙動検出と評価に関する検討], 照明学会東海支部平成 24 年度 若手セミナー予稿集, 第 4 部, 39, p.71, (2013-3)

小川 雄矢, 中野 倫明, 山田 宗男:「香りの含有成分によるドライバの疲労回復効果の検証], 照明学会東海支部平成 24 年度 若手セミナー予稿集, 第 4 部, 40, p.73, (2013-3)

岡本 幸大, 中野 倫明, 山田 宗男:「ドライバへの香り提示による覚醒効果に関する検討 - 嗅覚リセット

- 効果の検証-」, 照明学会東海支部 平成 24 年度 若手セミナー予稿集, 第 4 部, 41, p.75, (2013-3)
- 加藤 渉, 中野 倫明, 山田 宗男:「ドライバへの生体磁気刺激による覚醒効果の実験的検証」, 照明学会東海支部 平成 24 年度 若手セミナー予稿集, 第 4 部, 42, p.76, (2013-3)
- 鷺見 海王, 中野 倫明, 山田 宗男:「香り刺激による睡眠リバウンド現象の確認と検証」, 照明学会東海支部 平成 24 年度 若手セミナー予稿集, 第 4 部, 43, p.78, (2013-3)
- 山崎 裕介, 山田 宗男, 中野 倫明:「初心運転者の運転能力の測定とその向上方法に関する研究」, 平成 24 年度 電子情報通信学会東海支部 卒業研究発表会, ポスター発表 PA, PA-1, (2013-3)
- 小椋 有記, 山田 宗男, 中野 倫明:「高齢者の自動車運転時の認知機能測定システムの試作」, 平成 24 年度 電子情報通信学会東海支部 卒業研究発表会, ポスター発表 PA, PA-3, (2013-3)
- 榎田 喬介, 中野 倫明, 山田 宗男:「スマートフォンを用いた歩行ながら状態検出手法の検討」, 平成 24 年度 電子情報通信学会東海支部 卒業研究発表会, ポスター発表 PA, PA-7, (2013-3)
- 鈴木 麻里, 中野 倫明, 山田 宗男:「スマートフォンによる運転挙動検出と評価に関する検討」, 平成 24 年度 電子情報通信学会東海支部 卒業研究発表会, ポスター発表 PA, PA-8, (2013-3)
- 宮部 公寛, 小椋 有記, 山崎 初夫, 川澄 未来子, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「高齢者の自動車運転時の認知機能測定システムの試作」, 2013 年電子情報通信学会総合大会・情報・システムソサイエティ (ISS) 特別企画「DK-1. 学生ポスターセッション」, ISS-SP-315, p.157, (2013-3)
- 山崎 裕介, 山田 真以, 川澄 未来子, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「危険予測シミュレータの試作と初心運転者の訓練への応用」, 自動車技術会 2013 年春季学術講演会前刷集, No.33-13 運転者教育, 174, (2013-5)
- 宮部 公寛, 小椋 有記, 山崎 初夫, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「高齢者の自動車運転時の認知機能の測定方法」, 自動車技術会 2013 年春季学術講演会前刷集, No.33-13 運転者教育, 175, (2013-5)
- 岡本 幸大, 鷺見 海王, 中野 倫明, 山本 新, 山田 宗男:「スマートフォンにおける操作ながら状態検出手法の提案」, 2012 年交通予防安全コンソーシアム年次報告書, 2. 技術報告, 2-1 運転行動, pp.6-8, (2013-6)
- 増田 光太, 大島 優治, 中野 倫明, 山本 新, 山田 宗男:「脳波による睡眠リバウンド効果の検証」, 2012 年交通予防安全コンソーシアム年次報告書, 2. 技術報告, 2-1 運転行動, pp.9-12, (2013-6)
- 山田 真以, 山崎 裕介, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「初心運転者の運転能力の評価・訓練システム」, 2012 年交通予防安全コンソーシアム年次報告書, 2. 技術報告, 2-1 運転行動, pp.13-16, (2013-6)
- 宮部 公寛, 小椋 有記, 安藤 紀貴, 松浦 悟史, 沼山 達哉, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「高齢者の運転時の認知機能測定システム」, 2012 年交通予防安全コンソーシアム年次報告書, 2. 技術報告, 2-1 運転行動, pp.17-21, (2013-6)
- 鷺見 海王, 岡本 幸大, 中野 倫明, 山本 新, 山田 宗男:「スマートフォンを用いた運転支援システムの検討」, 2012 年交通予防安全コンソーシアム年次報告書, 2. 技術報告, 2-2 運転支援, pp.45-48, (2013-6)
- 岡本 幸大, 鷺見 海王, 榎田 喬介, 中野 倫明, 渡邊 晃, 山田 宗男:「スマートフォンにおける歩行ながら状態検出手法の提案」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2013) シンポジウム論文集 (CD-ROM), セッション 6D 行動認識応用, 6D-4, pp.1483-1486, (2013-7)
- 鷺見 海王, 岡本 幸大, 鈴木 麻里, 渡邊 晃, 中野 倫明, 山田 宗男:「スマートフォンを用いた運転支援システム開発の検討 - 運転挙動弁別可能性の検討 -」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2013) シンポジウム論文集 (CD-ROM), セッション 6D 行動認識応用, 6D-5, pp.1487-1490, (2013-7)
- 宮部 公寛, 小椋 有記, 山崎 初夫, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「自動車運転時の高齢者の認知機能測定・評価法とシステムの一検討」, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2013, 対話発表 (ポスター発表), 1514P, (2013-9)
- 宮部 公寛, 小椋 有記, 山崎 初夫, 山本 新, 山田 宗男, 中野 倫明:「高齢者の日常生活に必要な認知機能の測定方法の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, 情報システム・ネットワーク, Po1-28, (2013-9)
- 安藤 紀貴, 山崎 裕介, 山本 新, 山田 宗男, 中野 倫明:「事故多発地点のシミュレーションによる事故低減方法の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, 情報システム・ネットワーク, Po1-29, (2013-9)
- 加藤 渉, 小川 雄矢, 毛利 佳之, 中野 倫明, 山田 宗男, 毛利 佳年雄:「生理的磁気刺激による新たなドライバ覚醒手法とその効果」, 平成 25 年度電気関係学会

- 東海支部連合大会, 情報システム・ネットワーク, Po1-30, (2013-9)
- 小川 雄矢, 加藤 渉, 毛利 佳之, 中野 倫明, 山田 宗男, 毛利 佳年雄:「生理的磁気刺激を用いたドライバ覚醒手法における睡眠リバウンド抑制効果の検証」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, 情報システム・ネットワーク, Po1-31, (2013-9)
- 山崎 裕介, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「初心運転者の危険予測に関する運転能力の評価法」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, 情報システム・ネットワーク, Po1-32, (2013-9)
- 榎田 喬介, 岡本 幸大, 鷺見 海王, 山崎 初夫, 中野 倫明, 山田 宗男:「スマートフォン搭載加速度センサによるながら歩行検出手法の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, 情報システム・ネットワーク, Po1-33, (2013-9)
- 小椋 有記, 宮部 公寛, 安藤 紀貴, 山崎 初夫, 山本 新, 山田 宗男, 中野 倫明:「高齢者の自動車運転に必要な認知機能の評価方法」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, 情報システム・ネットワーク, Po1-34, (2013-9)
- Y.Ogawa, H.Yamasaki, T.Nakano, S.Yamamoto and M.Yamada: “Verification on the Effect in Relieving Fatigue of the Driver by Component Content of Fragrance”, Proceedings of 2013 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2013), Regular Session 2 (RS2): Wireless Systems & Intelligent Transport Systems (Poster Session), RS2-5, (2013-10)
- K.Sumii, Y.Okamoto, M.Suzuki, A.Watanabe, T.Nakano and M.Yamada: “Study on Effective Methods to Detect Driver Behavior with Smartphones”, Proceedings of 2013 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2013), Regular Session 2 (RS2): Wireless Systems & Intelligent Transport Systems (Poster Session), RS2-6, (2013-10)
- Y.Okamoto, K.Sumii, K.Makita, T.Nakano, H.Yamazaki and M.Yamada: “An Examination of a Detection for Simultaneous Smartphone Operation”, Proceedings of 2013 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2013), Regular Session 2 (RS2): Wireless Systems & Intelligent Transport Systems (Poster Session), RS2-7, (2013-10)
- K.Miyabe, Y.Ogura, H.Yamasaki, M.Yamada, S.Yamamoto and T.Nakano: “Study on System for Measuring and Evaluating Elderly Cognitive Function while Driving”, Proceedings of 2013 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2013), Regular Session 2 (RS2): Wireless Systems & Intelligent Transport Systems (Poster Session), RS2-8, (2013-10)
- Y.Okamoto, K.Sumii, D.Kato, M.Kawasumi, T.Nakano, S.Yamamoto and M.Yamada: “A Proposal of a Detection Method for Simultaneous Smartphone Operation”, Proceedings of 20th ITS World Congress TOKYO 2013 (第 20 回 ITS 世界会議 東京 2013), Technical/Scientific Sessions TS002 - Smart Phones and Speech Recognition, 3910, (2013-10)
- Y.Ogawa, H.Yamasaki, M.Kawasumi, T.Nakano, S.Yamamoto and M.Yamada: “Verification on the Effect in Relieving Fatigue of The Driver by Fragrance that Stimulates the Serotonin Secretion”, Proceedings of 20th ITS World Congress TOKYO 2013 (第 20 回 ITS 世界会議 東京 2013), Technical/Scientific Sessions TS024 - Driver Detection System (1), 3911, (2013-10)
- K.Sumii, Y.Okamoto, D.Kato, M.Kawasumi, T.Nakano, S.Yamamoto, A.Watanabe and M.Yamada: “Study on Driver Assistance System with Smartphones”, Proceedings of 20th ITS World Congress TOKYO 2013 (第 20 回 ITS 世界会議 東京 2013), Technical/Scientific Sessions TS090 - Driver Assistance Systems(1), 4035, (2013-10)
- K.Miyabe, Y.Ogura, H.Yamasaki, M.Yamada, S.Yamamoto and T.Nakano: “A Method for Quantitative Assessment of Elderly Cognitive Function While Driving”, Proceedings of THE 20TH INTERNATIONAL DISPLAY WORKSHOPS (IDW'13), Poster VHFp2: Applied Vision and Human Factors, VHFp2-7, (2013-12)
- 榎田 喬介, 岡本 幸大, 鷺見 海王, 中野 倫明, 山田 宗男:「スマートフォン搭載センサを利用したながら歩行状態検出手法の検討」, ViEW2013 ビジョン技術の実利用ワークショップ講演論文集, IS1-B 人の動き解析, IS1-B2, (2013-12)
- 小椋 有記, 宮部 公寛, 山崎 初夫, 山田 宗男, 中野 倫明:「自動車運転時の高齢者の認知機能の測定・評価法」, 2013 年映像情報メディア学会冬季大会, 第 7 部門 ヒューマンインフォメーション 2, 7-6, (2013-12)
- 山崎 裕介, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「危険予測が必要な場面での初心運転者の運転能力の測定・評価法」, 2013 年映像情報メディア学会冬季大会, 第 7 部門 ヒューマンインフォメーション 2, 7-7, (2013-12)

山本 修身**【学術論文】**

大野 雄基, 手嶋 一訓, 加藤 大智, 山岸 弘幸, 鈴木 秀和, 旭 健作, 山本 修身, 渡邊 晃:「TLIFESを利用した徘徊行動検出方式の提案と実装」, 情報処理学会論文誌コンシューマ・デバイス&システム(CDS), Vol.3, No.3, pp.1-10, (2013-7)

【その他】

大野 雄基, 手嶋 一訓, 加藤 大智, 鈴木 秀和, 旭 健作, 山本 修身, 渡邊 晃:「TLIFESを利用した徘徊行動検出方式の提案と実装」, 情報処理学会研究報告コンシューマ・デバイス&システム(CDS), Vol.2013-CDS-6, No.12, pp.1-8, (2013-1)

加藤 貴之, 山本 修身:「箱入り娘型パズルの最適解の効率的探索」, 電子情報通信学会 2013年度総大会情報・システムソフトウェア特別企画学生ポスターセッション, 2013年3月19日~21日, 岐阜大学, ISS-P-243, (2013-3)

長谷川 冴香, 山本 修身:「BDDを用いた15パズルのギャップ集合の効率的な表現について」, 情報処理学会第75回全国大会論文集, 東北大学川内キャンパス 2013年3月6日~8日, 3S-1, (2013-3)

加藤 貴之, 山本 修身:「箱入り娘パズル型スライディングパズルとその最適解の効率的探索」, 情報処理学会第75回全国大会論文集, 東北大学川内キャンパス 2013年3月6日~8日, 3S-2, (2013-3)

河野 勇人, 山本 修身:「GPUを用いたドローネ三角形分割アルゴリズムの効率化について」, 情報処理学会第75回全国大会論文集, 東北大学川内キャンパス 2013年3月6日~8日, 1M-2, (2013-3)

山田 穂高, 山本 修身:「BDD/ZDDを用いた魔法陣の解の個数の数え上げについて」, 平成25年度電気関係学会東海支部連合大会, 静岡大学浜松キャンパス 9月24日-25日, M3-2, (2013-9)

佐藤 慎也, 山本 修身:「小盤面上の囲碁ゲームにおけるモンテカルロ法の性能について」, 平成25年度電気関係学会東海支部連合大会, 静岡大学浜松キャンパス 9月24日-25日, M3-5, (2013-9)

富士岡 稜太, 山本 修身:「BDDによる15パズルのギャップ集合の表現と最適解の効率的な探索」, 平成25年度電気関係学会東海支部連合大会, 静岡大学浜松キャンパス 9月24日-25日, M3-3, (2013-9)

加藤 貴之, 山本 修身:「箱入り娘型パズルのためのパターンデータベースの構成と評価」, 平成25年度電気関係学会東海支部連合大会, 静岡大学浜松キャンパス 9月24日-25日, M3-4, (2013-9)

K.Asahi, Y.Sakai, H.Banno, O.Yamamoto, A.Ogawa and K.Yamada: "Detecting Approaching Vehicles through Acoustic Sensing Using Directional Microphones for Preventing Crossing Collisions", Proceedings of the 6th Biennial Workshop on Digital Signal Processing for In-Vehicle Systems, DSP In-Vehicle 2013, September 29-October 2, 2013, Korea University Seoul, Korea, pp.68-73, (2013-9)

吉川 雅弥**【学術論文】**

R.Hori, T.Kitamori, T.Ueoka, M.Yoshikawa and T.Fujino: "Via Programmable Structured ASIC Architecture "VPEX3" and CAD Design System", IEICE Trans.on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E95-A, No.12, pp.2182-2190, (2012-12)

小野 みどり, 勝部 真人, 汐崎 充, 藤野 毅, 吉川 雅弥:「アーキテクチャを考慮した複数エラーの差分推定に基づくフォールト解析とその評価」, 電気学会論文誌C, Vol.132, No.12, pp.1888-1896, (2012-12)

浅井 稔也, 汐崎 充, 藤野 毅, 吉川 雅弥:「暗号ハードウェアのゲートレベル設計工程における電力解析攻撃に対する脆弱性評価手法」, 電気学会論文誌C, Vol.133, No.5, pp.947-956, (2013-6)

佐藤 隆亮, 松島 大祐, 汐崎 充, 藤野 毅, 吉川 雅弥:「周波数領域における部分鍵推定を用いたハイブリッド電力解析攻撃とその評価」, 電気学会論文誌C, Vol.133, No.7, pp.1322-1330, (2013-6)

【その他】

T.Fujino, Y.Hori, M.Yoshikawa and D.Suzuki: "The Design and Evaluation Methodology of Dependable VLSI for Tamper Resistance", Proc.of International Symposium on Dependable VLSI Systems, pp.74-77, (2012-12)

後藤 輝, 吉川 雅弥:「ハイブリッド方式を用いたフォールト解析とその耐性評価」, 情報学ワークショップ講演論文集, pp.57-60, (2012-12)

塚平 峻矢, 松島 大祐, 吉川 雅弥:「故障利用解析対策回路を対象としたハードウェアトロイの設計」, 情報学ワークショップ講演論文集, pp.89-92, (2012-12)

M.Yoshikawa, R.Satoh and T.Kumaki: "Hardware Trojan for Security LSI", Proc.of IEEE International Conference on Consumer Electronics, pp.31-32, (2013-1)

後藤 輝, 吉川 雅弥:「複数解析手法を用いた故障利用解析に対する耐性評価」, システム制御情報学会若手研究会講演論文集, pp.3-4, (2013-1)

- 塚平 峻矢, 吉川 雅弥:「フォールト攻撃対策回路を対象としたトロイ回路の検討」, システム制御情報学会若手研究会講演論文集, pp.1-2, (2013-1)
- 浅井 稔也, 吉川 雅弥:「イベントモデルシミュレーションによるサイドチャネル情報取得の効率化」, 暗号と情報セキュリティシンポジウム講演論文集, 1E1-1, pp.1-6, (2013-1)
- M.Yoshikawa, T.Tsukadaira and T.Kumaki: “Trojan circuit for countermeasures against fault analysis attacks”, Proc.of World Academy of Science, Engineering and Technology, No.74, pp.62-66, (2013-2)
- M.Yoshikawa, H.Goto: “Security verification simulator for fault analysis attacks”, Proc.of International Conference on Soft Computing and Software Engineering, p.50, Doi 10.7321/jscse.v3.n4.71, (2013-3)
- 後藤 輝, 吉川 雅弥:「故障確率を考慮した階層型フォールト解析とその実装評価」, 電子情報通信学会, 信学技報, vol.112, no.451, VLD2012-160, pp.135-140, (2013-3)
- 塚平 峻矢, 松島 大祐, 熊木 武志, 吉川 雅弥:「フォールト解析対策回路を対象としたハードウェアトロイの実装と評価」, 電子情報通信学会, 信学技報, vol.112, no.451, VLD2012-161, pp.141-146, (2013-3)
- R.Satoh and M.Yoshikawa: “Secret Key aware Side-Channel Attack in Frequency Domain for Cryptography Circuit”, Proc.of International Conference on Computers and Their Applications, pp.21-26, (2013-3)
- T.Asai and M.Yoshikawa: “Efficient acquisition technique of side-channel information using event-model simulation”, Proc.of International Workshop on Constructive Side-Channel Analysis and Secure Design (COSADO), s-5b, (2013-3)
- M.Yoshikawa and T.Tsukadaira: “A Hardware Trojan for Cryptographic Countermeasure Circuits”, Proc. of IAENG International Conference on Electrical Engineering, pp.680-684, (2013-3)
- M.Yoshikawa and T.Asai: “Platform for Verification of Electromagnetic Analysis Attacks against Cryptographic Circuits”, Proc.of International Conference on Information Technology: New Generations., pp.653-658, (2013-4)
- R.Hori, T.Ueoka, T.Otani, M.Yoshikawa and T.Fujino: “The Implementation of DES Circuit on Via-programmable Structured ASIC Architecture VPEX3”, Proc.of International Symposium on VLSI Design, Automation and Test (2013 VLSI-DAT), pp.241-244, (2013-4)
- 浅井 稔也, 吉川 雅弥:「暗号処理 LSI 内部クロックの周波数及びスキュー可変機構による耐タンパ性改善検討」, LSI とシステムのワークショップ 2013 講演論文集, pp.252-254, (2013-5)
- 人見 達郎, 堀 遼平, 上岡泰輔, 吉川 雅弥, 藤野 毅「ピアプログラマブルストラクチャード ASIC アーキテクチャ VPEX の DES 暗号回路における消費電力性能評価」, LSI とシステムのワークショップ 2013 講演論文集, pp.142-144, (2013-5)
- M.Yoshikawa: “Hybrid Power Analysis Attack in Frequency Domain for Security Modules”, Proc.of 4th International Congress on Computational Engineering and Sciences, p.149, (2013-5)
- T.Kumaki, M.Yoshikawa and T.Fujino: “Cipher-Destroying Secret-Key-Emitting Hardware Trojan Against AES Core”, Proc.of The IEEE 56th Intl Midwest Symposium on Circuits & Systems, pp.408-411, (2013-8)
- 浅井 稔也, 吉川 雅弥:「周波数及びスキュー変動機構を持つ内臓発振器を用いた耐サイドチャネル攻撃 AES 暗号回路」, 東京大学大規模集積システム設計研究センター年報, p.110, (2013-8)
- 佐藤 隆亮, 吉川 雅弥:「サイドチャネル攻撃対策 AES 暗号回路に対するハードウェアトロイの実装」, 東京大学大規模集積システム設計研究センター年報, p.110, (2013-8)
- 浅井 稔也, 吉川 雅弥:「FDTD 法を用いた暗号サイドチャネルリーク的设计評価手法」電子情報通信学会, 信学技報, vol.113, no.217, ISEC2013-51, pp.1-7, (2013-9)
- 野崎 佑典, 吉川 雅弥:「耐タンパ検証プラットフォームの一考察」, 電気関係学会東海支部連合大会講演集, p.O1-3, (2013-9)
- 浅井 稔也, 吉川 雅弥:「暗号サイドチャネル情報リーク原因の解析手法」, 電気関係学会東海支部連合大会講演集, p.O1-4, (2013-9)
- K.Sugioka, T.Asai and M.Yoshikawa: “Event Modeling Method for Verification of Power Analysis Attacks”, Proc.of The 18th Workshop on Synthesis And System Integration of Mixed Information Technologies, pp.280-281, (2013-10)
- 大谷 拓, 堀 遼平, 吉川 雅弥, 藤野 毅:「ピアプログラマブルアーキテクチャ VPEX3S -動作速度を改善するための基本論理素子の改良-」, 電子情報通信学会, 信学技報, VLD2013-70, pp.75-80, (2013-11)
- 堀 遼平, 大谷 拓, 人見 達郎, 上口 翔大, 吉川 雅弥, 藤野 毅:「ピアプログラマブルアーキテクチャ

VPEX4 (1) -配線混雑度改善と低消費電力性能向上のための基本論理素子の改良-」電子情報通信学会, 信学技報, VLD2013-71, pp.81-86, (2013-11)

上口翔大, 堀遼平, 大谷拓, 吉川雅弥, 藤野毅:「ピアプログラマブルアーキテクチャ VPEX4 (2) -ベンチマーク回路を用いた性能評価-」電子情報通信学会, 信学技報, VLD2013-72, pp.87-92, (2013-11)

塚田靖史, 板屋修平, 熊木武志, 吉川雅弥, 藤野毅:「組込みプロセッサに仕掛けられたハードウェアトロイに関する研究」, 電子情報通信学会, 信学技報, CPSY2013-64, pp.29-34, (2013-11)

渡邊 晃

【学術論文】

納堂博史, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃:「NTMobileにおける自律的経路最適化の提案」, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.1, pp.1-10, (2013-1)

鈴木秀和, 上醉尾一真, 水谷智大, 西尾拓也, 内藤克浩, 渡邊晃:「NTMobileにおける通信接続性の確立手法と実装」, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.1, pp.1-13, (2013-1)

内藤克浩, 上醉尾一真, 西尾拓也, 水谷智大, 鈴木秀和, 渡邊晃, 森香津夫, 小林英雄:「NTMobileにおける移動透過性の実現と実装」, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.1, pp.1-14, (2013-1)

大野雄基, 手嶋一訓, 加藤大智, 山岸弘幸, 鈴木秀和, 旭健作, 山本修身, 渡邊晃:「TLIFESを利用した徘徊行動検出方式の提案と実装」, コンシューマ・デバイス&システム, Vol.3, No.3, pp.1-10, (2013-7)

鈴木健太, 旭健作, 鈴木秀和, 渡邊晃:「自宅からのリモートアクセスを可能にする GSRv2 の提案と評価」, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.6, pp.1751-1560, (2013-6)

【その他】

加藤大智, 竹腰昇太, 大野雄基, 鈴木秀和, 旭健作, 渡邊晃:「TLIFESにおける省電力化を目的とした位置測位手法の提案と実装」, コンシューマ・デバイス&システム研究報告, 2013-CDS-6, Vol.2013-CDS-6, No.13, pp.1-6, (2013-1)

大野雄基, 手嶋一訓, 加藤大智, 鈴木秀和, 旭健作, 渡邊晃:「TLIFESを利用した徘徊行動検出方式の提案と実装」, コンシューマ・デバイス&システム研究報告, 2013-CDS-6, Vol.2013-CDS-6, No.12, pp.1-8, (2013-1)

福山陽祐, 上醉尾一真, 鈴木秀和, 旭健作, 内藤克浩, 渡邊晃:「Android 端末における Wi-Fi/3G 間のシー

ムレスハンドオーバーの提案と実装」情報処理学会研究報告, 2013-UBI-37, Vol.2013-UBI-37, No.27, pp.1-8, (2013-3)

廣瀬達也, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃:「NTMobileを用いたネットワークモビリティの実現に関する提案」, 情報処理学会第75回全国大会論文集, (2013-3)

酒井人世, 清水皓平, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃:「NTMobileを用いた一般端末による遠隔 DLNA 通信システムの実現手法」, 情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.75, No.3, 1F-3, pp.91-93, (2013-3)

河北晋吾, 小菅王春, 鈴木秀和, 渡邊晃:「プラグインによる機能拡張が可能なナビゲーションプラットフォームの提案」, 情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.75, No.3, 4W-5, pp.251-252, (2013-3)

廣瀬達也, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃:「NTMobileを拡張したネットワークモビリティの提案と実装」, 情報処理学会研究報告, 2012-MBL-66, pp.1-6, (2013-5)

戸田尚希, 旭健作, 鈴木秀和, 渡邊晃:「Androidアプリケーションの挙動を可視化することによるセキュリティ対策の検討」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013)シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.1348-1354, (2013-7)

三嶋勇太, 旭健作, 鈴木秀和, 渡邊晃:「通信状態を考慮したアドホックルーティングプロトコルの提案」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013)シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.1563-1568, (2013-7)

伊藤智洋, 鈴木秀和, 旭健作, 渡邊晃:「アドホックネットワークの性能を向上させるストロングビジット導入の検討と評価」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013)シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.1754-1760, (2013-7)

金丸幸弘, 鈴木秀和, 旭健作, 渡邊晃:「無線センサネットワーク可視化システムに要求される位置推定精度に関する検討」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013)シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.2053-2058, (2013-7)

上醉尾一真, 鈴木秀和, 内藤克浩, 渡邊晃:「モバイルアプリケーション向け移動透過通信フレームワークの実装と評価」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013)シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.1843-1852, (2013-7)

畠基成, 鈴木秀和, 足達元, 北瀬和之, 大森昭嗣, 松本幸正, 渡邊晃:「無線センサネットワークを用いたパシロケーションシステムの開発」, マルチメ

- ディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013) シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.904-910, (2013-7)
- 津田 一磨, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「遠隔地にある Bluetooth 機器間のシームレス接続手法の実装」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013) シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.805-811, (2013-7)
- 清水 皓平, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「NTMobile による一般端末向け遠隔 DLNA 通信システムの実装」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013) シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.798-804, (2013-7)
- 井貝 友哉, 土井 敏樹, 上酔尾 一真, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「NTMobile における RS-N の二重化と状態管理手法の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.P3-6, (2013-9)
- 上山 雄輝, 上酔尾 一真, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「NTMobile における最適な DC 選択手法の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.P3-5, (2013-9)
- 河北 晋吾, 小菅 王春, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「プラグイン型ナビアプリによる避難誘導の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.H1-7, (2013-9)
- 水野 貴文, 上酔尾 一真, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「スマートフォン向け移動透過通信技術の実現手法に関する検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.N1-3, (2013-9)
- オウセイ, 鈴木 秀和, 川澄 未来子, 渡邊 晃:「シニア向け SNS の検討」, 平成 25 年電気関係学会東海支部連合大会, Vol.2013, No.P4-2, (2013-9)
- 染川 敦, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「PSH パケットと SYN パケットの関係に着目した踏み台攻撃の検出手法の提案」, 平成 25 年関係学会東海支部連合大会, Vol.2013, No.O1-7, (2013-9)
- 早川 顕太, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「インストール時の特性を利用したワーム検出の一手法」, 平成 25 年電気関係学会東海支部連合大会, Vol.2013, No.O1-8, (2013-9)
- 加古 将規, 上酔尾 一真, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「NTMobile における仮想 IPv4 アドレス運用手法の提案」, 平成 25 年電気関係学会東海支部連合大会, Vol.2013, No.P3-8, (2013-9)
- 金澤 晃宏, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「電子掲示板を利用した安否確認システムの提案」, 電気関係学会東海支部連合大会, (2013-9)
- 山田 凌大, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「TLIFES におけるスマートフォンの消費電力低減対策の検討」, 平成 25 年電気関係学会東海支部連合大会, Vol.2013, No.N1-1, (2013-9)
- 清水 智彦, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「アドホックネットワークにおけるスループットを向上するストロングビジトーンの提案」, 電気関係学会東海支部連合大会, (2013-9)
- 若杉 純, 土井 敏樹, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「NTMobile における最適な RS 選択手法の検討」, 平成 25 年電気関係学会東海支部連合大会, Vol.2013, No.P3-7, (2013-9)
- 土井 敏樹, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「NTMobile におけるアドレス変換方リレーサーバの実装と動作検証」, 情報処理学会研究報告, 2013-MBL-67, No.11, pp.1-6, (2013-9)
- H.Suzuki, K.Naito, K.Kamienoo, T.Hirose and A.Watanabe: "NTMobile: New End-to-End Communication Architecture in IPv4 and IPv6 Networks", ACM MobiCom 2013, pp.171-174, (2013-10)
- M.Hata, H.Adachi, H.Suzuki, K.Kitase, Y.Matsumoto and A.Watanabe: "Proposal for Novel Bus Location System Using Wireless Sensor Network", Proceedings of the 20th ITS World Congress Tokyo 2013, No.3209, pp.1-10, (2013-10)
- 足達 元, 畠 基成, 鈴木 秀和, 旭 健作, 松本 幸正, 渡邊 晃:「距離減衰モデルを用いたバス接近通過表示システムにおける判定精度向上に関する検討」, 情報処理学会研究報告モバイルコンピューティングとユビキタス通信(MBL), Vol.2013-MBL-68, No.11, pp.1-7, (2013-11)
- 伊藤 智洋, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「ストロングビジトーンを用いたアクセス制御方式の検討と評価」, 情報処理学会研究報告モバイルコンピューティングとユビキタス通信(MBL), Vol.2013-MBL-68, No.10, pp.1-6, (2013-11)
- 松尾 辰也, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「端末の変更が一切不要な NAT 越え通信システムの提案」, 第 11 回情報学ワークショップ, (2013-12)
- 五島 秀典, 渡邊 晃, 旭 健作, 鈴木 秀和:「クライアントを自由に選択可能な認証プロトコル TSSAP」, (2013-12)
- 三嶋 勇太, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「PD-OLSR

におけるプロトコルごとの経路制御に関する検討」, 情報処理学会研究報告, 2013-MBL-69, WiP, (2013-12)

廣瀬 達也, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「NTMobile を用いたネットワークモビリティの提案」, 2013-MBL-69, WiP, (2013-12)

宇佐見 庄五

【その他】

芳賀 亮治, 宇佐見 庄五:「閾値を用いない GDBF 復号法の推定 SNR を考慮した局所解放出」, 第 35 回情報理論とその応用シンポジウム予稿集, pp.1-6, (2012-12)

近藤 隆司, 山下 比呂, 宇佐見 庄五, 白田 毅:「多元信号に対する量子準最適受信機におけるフィードバック機構の最適化」, 第 35 回情報理論とその応用シンポジウム予稿集, pp.139-144, (2012-12)

青山 悟, 宇佐見 庄五:「一般化 MPSC とポーラ形式型相関系列を組み合わせた 2 値 CSK 方式」, 第 35 回情報理論とその応用シンポジウム予稿集, pp.368-372, (2012-12)

瀬川 昂弘, 矢崎 良明, 宇佐見 庄五, 白田 毅:「エンタングルメント純粋化プロトコルの抽出期待値による評価」, 第 35 回情報理論とその応用シンポジウム予稿集, pp.461-464, (2012-12)

矢崎 良明, 宇佐見 庄五, 白田 毅:「一種の量子誤りに対する 2-EPP の有効性」, 第 35 回情報理論とその応用シンポジウム予稿集, pp.465-469, (2012-12)

T.Segawa, S.Usami and T.S.Usuda: "Is 2-EPP good at low rates for phase damping channel?", Proceedings of 2013 13th Asian Quantum Information Science Conference (AQIS13), pp.133-134, (2013-8)

佐藤 和輝, 近藤 隆司, 宇佐見 庄五, 白田 毅:「M 相 PSK 信号に対する非破壊的量子受信機とその特性」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, F3-5, (2013-9)

芳賀 亮治, 宇佐見 庄五:「GDBF 復号法の局所解放出法」, 誤り訂正符号のワークショップ, 発表番号 10, (2013-9)

亀谷 由隆

【その他】

小島 諒介, 亀谷 由隆, 佐藤 泰介:「Naive Bayes モデルを用いた効率的なクラスタラベリング手法」, 人工知能学会第 88 回人工知能基本問題研究会予稿集, pp.19-24, (2013-1)

Y.Kameya and H.Asaoka: "Depth-first Traversal over a Mirrored Space for Non-redundant Discriminative Itemsets." Proceedings of the 15th International Conference on Data Warehousing and Knowledge Discovery (DaWaK-2013), pp.196-208, (2013-8)

川澄 未来子

【その他】

杉野 祐太, 川澄 未来子:「インターホン玄関子機における表示コンテンツの研究」, 照明学会東海支部, 「若手セミナー」予稿集, pp.69-70, (2013-3)

川澄 未来子:「工業製品に対する色嗜好のアジアにおける地域差」, 平成 24 年度日本色彩学会関西支部大会予稿集, pp.8-9, (2013-3)

山崎 裕介, 山田 真以, 川澄 未来子, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「危険予測シミュレータの試作と初心運転者の訓練への応用」, 自動車技術会 2013 年春季学術講演会前刷集, No.33-13 運転者教育, 174, (2013-5)

川澄 未来子, 加藤 克哉, 平松 佑真, 高幡 幸太郎, 阿部 智仁, 安達 勝一, 花井 雅敏, 小林 菜月, 王小哈:「ナースコール廊下灯における色・点滅パターンと視認性との関係の検討」, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2013, 1506D, (2013-9)

杉野 祐太, 川澄 未来子:「インターホン玄関子機における表示コンテンツの研究 - 顔画像の年代の効果 -」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, Po1-27, (2013-9)

Y.Okamoto, K.Sumii, D.Kato, M.Kawasumi, T.Nakano, S.Yamamoto and M.Yamada: "A Proposal of a Detection Method for Simultaneous Smartphone Operation", Proceedings of 20th ITS World Congress TOKYO 2013 (第 20 回 ITS 世界会議 東京 2013), Technical/Scientific Sessions TS002 -Smart Phones and Speech Recognition, 3910, (2013-10)

Y.Ogawa, H.Yamasaki, M.Kawasumi, T.Nakano, S.Yamamoto and M.Yamada: "Verification on the Effect in Relieving Fatigue of The Driver by Fragrance that Stimulates the Serotonin Secretion", Proceedings of 20th ITS World Congress TOKYO 2013 (第 20 回 ITS 世界会議 東京 2013), Technical/Scientific Sessions TS024 - Driver Detection System (1), 3911, (2013-10)

K.Sumii, Y.Okamoto, D.Kato, M.Kawasumi, T.Nakano, S.Yamamoto, A.Watanabe and M.Yamada: "Study on Driver Assistance System with Smartphones", Proceedings of 20th ITS World Congress TOKYO 2013 (第 20 回 ITS 世界会議 東京 2013), Technical/Scientific Sessions

- TS090 - Driver Assistance Systems (1), 4035, (2013-10)
- 川澄 未来子, 加藤 克哉, 平松 佑真, 高幡 幸太郎, 阿部 智仁, 安達 勝一, 花井 雅敏, 小林 菜月, 王小哈: 「ナースコール廊下灯の色・点滅ボタンと緊急感との関係性の検討」, 日本色彩学会誌, 37, 6, pp.572-573, (2013-11)
- M.Kawasumi: "A Comparative Study in Asian Countries on Color Preference for Factory Products", 1st Asia Color Association Conference, (2013-12)

小中 英嗣

【学術論文】

- E.Konaka, T.Suzuki, K.Asano, and Y.Iijima: "Model predictive control for line pacing in steel processing", IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, Vol.7, No.S1, pp.S153-S159, (2012-12)
- 戸石 大輔, 小中 英嗣: 「グラフ探索と機械学習に基づく二輪走行車両のモデル予測制御器設計」, 電気学会論文誌 C, Vol.133, No.2, pp.342-349, (2013-2)

【その他】

- 前田 健介, 小中 英嗣: 「手先位置制御のためのバイナリマニピュレータの最適制御入力探索」, 第 55 回自動制御連合講演会 講演論文集, pp.520-525, (2012-11).
- E.Konaka, T.Suzuki, K.Asano, and Y.Iijima: "HPN modeling, optimization and control law extraction for continuous steel processing lines", In proc.of the Winter Simulation Conference 2012, (2012-12)
- 前田 健介, 小中 英嗣: 「モデル予測制御に基づくバイナリマニピュレータの障害物回避制御」, 第 26 回回路とシステムワークショップ論文集, pp.237-242, (2013-7)
- E.Konaka, H.Okuda, and T.Suzuki: "Hierarchical PWARX modeling of obstacle avoidance and steering skill of human driver", In proc.of the SICE Annual Conference 2013, pp.1437-1442, (2013-9).
- 長谷川 克臣, 小中 英嗣: 「Android 端末の加速度センサを用いた様々な歩行に対応した歩数計の設計」, 平成 25 年度 電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, pp.N3-2, (2013-9)
- 前田 健介, 小中 英嗣: 「バイナリマニピュレータの逆運動学問題に対する最適解の探索手法」, 平成 25 年度 電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, pp.H4-5, (2013-9)
- 前田 健介, 小中 英嗣: 「バイナリマニピュレータの作業領域の楕円体近似手法」, 計測自動制御学会 シス

- テム・情報部門学術講演会 2013 講演論文集, pp.37-42, (2013-11)

坂野 秀樹

【著書】

- 有木 康雄 編: 『OHM 大学テキスト デジタル信号処理』, 4 章, 5 章, 9 章, オーム社, (2013-1)

【その他】

- 西脇 裕展, 坂野 秀樹, 旭 健作: 「スクリーム唱法における基本周波数とスペクトル変動の相関の調査」, 電子情報通信学会技術報告, SP2012-107, pp.55-60, (2013-1)
- 鈴木 千文, 坂野 秀樹, 旭 健作, 板倉 文忠, 森勢 将雅: 「歌唱音声における基本周波数とパワーの変動量を反映するビブラート特徴量の提案とその評価方法について」, 電子情報通信学会技術報告, SP2012-108, pp.61-66, (2013-1)
- 鈴木 千文, 坂野 秀樹, 旭 健作, 板倉 文忠, 森勢 将雅: 「歌唱音声における基本周波数とパワーの変動量を反映するビブラート特徴量の評価方法の検討」, 日本音響学会 2013 年春季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 1-Q-5a, p.50, (2013-3)
- 西脇 裕展, 坂野 秀樹, 旭 健作: 「スクリーム唱法の再現を可能とする歌唱音声合成手法の検討」, 日本音響学会 2013 年春季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 3-P-2b, p.144, (2013-3)
- 西脇 裕展, 坂野 秀樹, 旭 健作: 「スクリーム唱法による歌唱音声における周期性の時間変動に関する調査」, 日本音響学会 2013 年秋季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 1-P-41a, p.40, (2013-9)
- 鈴木 千文, 坂野 秀樹, 旭 健作, 森勢 将雅: 「基本周波数とパワーの変動量を変化させたビブラート音声を用いたビブラート特徴量の評価」, 日本音響学会 2013 年秋季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 1-P-43c, p.41, (2013-9)
- 谷澤 啓介, 坂野 秀樹, 旭 健作: 「スキヤットの子音部における調音位置の組み合わせが調音結合に与える影響の分析」, 日本音響学会 2013 年秋季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 1-P-45c, p.41, (2013-9)
- 坂野 秀樹, 森勢 将雅, 河原 英紀: 「C 言語による TANDEM-STRAIGHT の実装と GPGPU による高速化に関する検討」, 日本音響学会 2013 年秋季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 3-7-4, p.122, (2013-9)
- 牧野 奨平, 坂野 秀樹, 旭 健作: 「音声分析合成による鼻声の声質改善を目的とした鼻音におけるスペクトルの時間変動の分析」, 日本音響学会 2013 年秋

季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 3-P-19, p.130, (2013-9)

都築 聡, 森勢 将雅, 坂野 秀樹, 小澤 賢司:「音声道断面積関数の時間変化に基づく聴感的印象評価の検討」, 日本音響学会 2013 年秋季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 3-P-52, p.139, (2013-9)

K.Asahi, Y.Sakai, H.Banno, O.Yamamoto, A.Ogawa and K.Yamada: "Detecting Approaching Vehicles through Acoustic Sensing Using Directional Microphones for Preventing Crossing Collisions", Proceedings of the 6th Biennial Workshop on Digital Signal Processing for In-Vehicle Systems, pp.68-73, (2013-9)

旭 健作

【学術論文】

鈴木 康祐, 旭 健作, 渡邊 晃:「LED を受光素子として用いた双方向可視光通信に関する基礎的検討」, 電気学会論文誌 C (電子・情報・システム部門誌), Vol.133, No.2, pp.268-274, (2013-2)

鈴木 健太, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「自宅からのリモートアクセスを可能にする GSRv2 の提案と評価」, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.6, pp.1751-1760, (2013-6)

大野 雄基, 手嶋 一訓, 加藤 大智, 山岸 弘幸, 鈴木 秀和, 旭 健作, 山本 修身, 渡邊 晃:「TLIFES を利用した徘徊行動検出方式の提案と実装」, 情報処理学会論文誌コンシューマ・デバイス&システム(CDS), Vol.3, No.3, pp.1-10, (2013-7)

【その他】

五島 秀典, 渡邊 晃, 鈴木 秀和, 旭 健作:「クライアントを自由に選択できる認証プロトコル TSSAP の提案」, 情報学ワークショップ 2012 (WiNF2012) 論文集, WiNF2012, Vol.2012, pp.105-108, (2012-12)

戸田 尚希, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「Android アプリケーションの挙動を可視化することによるセキュリティ対策」, 情報学ワークショップ 2012 (WiNF2012) 論文集, WiNF2012, Vol.2012, pp.115-118, (2012-12)

伊藤 智洋, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「アドホックネットワークにおけるストロングビジートンを用いたアクセス制御方式の検討と評価」, 情報学ワークショップ 2012 (WiNF2012) 論文集, WiNF2012, Vol.2012, pp.197-200, (2012-12)

三嶋 勇太, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「アドホックネットワークにおけるプロトコルごとのリンクメトリックによるルーティング手法の提案」, 情

報学ワークショップ 2012 (WiNF2012) 論文集, WiNF2012, Vol.2012, pp.201-206, (2012-12)

大野 雄基, 手嶋 一訓, 加藤 大智, 鈴木 秀和, 旭 健作, 山本 修身, 渡邊 晃:「TLIFES を利用した徘徊行動検出方式の提案と実装」, 情報処理学会研究報告コンシューマ・デバイス&システム(CDS), Vol.2013-CDS-6, No.12, pp.1-8, (2013-1)

加藤 大智, 竹腰 昇太, 大野 雄基, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「TLIFES における省電力化を目的とした位置測位手法の提案と実装」, 情報処理学会研究報告コンシューマ・デバイス&システム(CDS), Vol.2013-CDS-6, No.13, pp.1-6, (2013-1)

西脇 裕展, 坂野 秀樹, 旭 健作:「スクリーム唱法における基本周波数とスペクトル変動の相関の調査」, 電子情報通信学会技術報告, SP2012-107, pp.55-60, (2013-1)

鈴木 千文, 坂野 秀樹, 旭 健作, 板倉 文忠, 森勢 将雅:「歌唱音声における基本周波数とパワーの変動量を反映するビブラート特徴量の提案とその評価方法について」, 電子情報通信学会技術報告, SP2012-108, pp.61-66, (2013-1)

福山 陽祐, 上醉尾 一真, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃, 内藤 克浩:「Android 端末における Wi-Fi/3G 間のシームレスハンドオーバーの提案と実装」, 情報処理学会研究報告(UBI), Vol.2013-UBI-37, No.27, pp.1-8, (2013-3)

鈴木 千文, 坂野 秀樹, 旭 健作, 板倉 文忠, 森勢 将雅:「歌唱音声における基本周波数とパワーの変動量を反映するビブラート特徴量の評価方法の検討」, 日本音響学会 2013 年春季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 1-Q-5a, p.50, (2013-3)

西脇 裕展, 坂野 秀樹, 旭 健作:「スクリーム唱法の再現を可能とする歌唱音声合成手法の検討」, 日本音響学会 2013 年春季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 3-P-2b, p.144, (2013-3)

津田 一磨, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「遠隔地にある Bluetooth 機器間のシームレス接続手法の実装」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013) シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.805-811, (2013-7)

三嶋 勇太, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「通信状態を考慮したアドホックルーティングプロトコルの提案」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013) シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.1563-1568, (2013-7)

戸田 尚希, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「Android

- アプリケーションの挙動を可視化することによるセキュリティ対策の検討」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013) シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.1348-1354, (2013-7)
- 伊藤 智洋, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「アドホックネットワークの性能を向上させるストロングビジートン導入の検討と評価」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013) シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.1754-1760, (2013-7)
- 金丸 幸弘, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「無線センサネットワーク可視化システムに要求される位置推定精度に関する検討」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013) シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.2053-2058, (2013-7)
- 河北 晋吾, 小菅 王春, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「プラグイン型ナビアプリによる避難誘導の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, H1-7, (2013-9)
- 山田 凌大, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「TLIFES におけるスマートフォンの消費電力低減対策の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, N1-1, (2013-9)
- 清水 智彦, 伊藤 智洋, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「アドホックネットワークにおけるスループットを向上させるストロングビジートンの提案」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, F4-5, (2013-9)
- 金澤 晃宏, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「電子掲示板を利用した安否確認システムの提案」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, P4-3, (2013-9)
- 西脇 裕展, 坂野 秀樹, 旭 健作:「スクリーム唱法による歌唱音声における周期性の時間変動に関する調査」, 日本音響学会 2013 年秋季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 1-P-41a, p.40, (2013-9)
- 鈴木 千文, 坂野 秀樹, 旭 健作, 森勢 将雅:「基本周波数とパワーの変動量を変化させたビブラート音声を用いたビブラート特徴量の評価」, 日本音響学会 2013 年秋季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 1-P-43c, p.41, (2013-9)
- 谷澤 啓介, 坂野 秀樹, 旭 健作:「スキヤットの子音部における調音位置の組み合わせが調音結合に与える影響の分析」, 日本音響学会 2013 年秋季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 1-P-45c, p.41, (2013-9)
- 牧野 奨平, 坂野 秀樹, 旭 健作:「音声分析合成による鼻声の声質改善を目的とした鼻音におけるスペクトルの時間変動の分析」, 日本音響学会 2013 年秋季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 3-P-19, p.130, (2013-9)
- K.Asahi, Y.Sakai, H.Banno, O.Yamamoto, A.Ogawa and K.Yamada: "Detecting Approaching Vehicles through Acoustic Sensing Using Directional Microphones for Preventing Crossing Collisions", Proceedings of the 6th Biennial Workshop on Digital Signal Processing for In-Vehicle Systems, pp.68-73, (2013-9)
- 伊藤 智洋, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「ストロングビジートンを用いたアクセス制御方式の検討と評価」, 情報処理学会研究報告モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究会(MBL), Vol.2013-MBL-68, No.10, pp.1-6, (2013-11)
- 足達 元, 畠 基成, 鈴木 秀和, 旭 健作, 松本 幸正, 渡邊 晃:「距離減衰モデルを用いたバス接近通過表示システムにおける判定精度向上に関する検討」, 情報処理学会研究報告モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究会(MBL), Vol.2013-MBL-68, No.11, pp.1-7, (2013-11)

鈴木 秀和

【学術論文】

- 鈴木 秀和, 上醉尾 一真, 水谷 智大, 西尾 拓也, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「NTMobile における通信接続性の確立手法と実装」, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.1, pp.367-379, (2013-1)
- 内藤 克浩, 上醉尾 一真, 西尾 拓也, 水谷 智大, 鈴木 秀和, 渡邊 晃, 森 香津夫, 小林 英雄:「NTMobile における移動透過性の実現と実装」, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.1, pp.380-393, (2013-1)
- 納堂 博史, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「NTMobile における自律的経路最適化の提案」, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.1, pp.394-403, (2013-1)
- 鈴木 健太, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「自宅からのリモートアクセスを可能にする GSRv2 の提案と評価」, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.6, pp.1751-1760, (2013-6)
- 大野 雄基, 手嶋 一訓, 加藤 大智, 山岸 弘幸, 鈴木 秀和, 旭 健作, 山本 修身, 渡邊 晃:「TLIFES を利用した徘徊行動検出方式の提案と実装」, 情報処理学会論文誌 コンシューマ・デバイス & システム(CDS), Vol.3, No.3, pp.1-10, (2013-7)
- 上醉尾 一真, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「IPv4/IPv6 混在環境で移動透過性を実現する NTMobile の実装と評価」, 情報処理学会論文誌, Vol.54, No.10,

pp.2288-2299, (2013-10)

【その他】

大野 雄基, 手嶋 一訓, 加藤 大智, 鈴木 秀和, 旭 健作, 山本 修身, 渡邊 晃:「TLIFESを利用した徘徊行動検出方式の提案と実装」, 情報処理学会研究報告コンシューマ・デバイス & システム(CDS), Vol.2013-CDS-6, No.12, pp.1-8, (2013-1)

加藤 大智, 竹腰 昇太, 大野 雄基, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「TLIFESにおける省電力化を目的とした位置測位手法の提案と実装」, 情報処理学会研究報告コンシューマ・デバイス & システム(CDS), Vol.2013-CDS-6, No.13, pp.1-6, (2013-1)

酒井 人世, 清水 皓平, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「NTMobileを用いた一般端末による遠隔 DLNA 通信システムの実現手法」, 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集, Vol.2013, No.1, pp.91-93, (2013-3)

足達 元, 畠 基成, 鈴木 秀和, 松本 幸正:「距離減衰モデルを用いたバス通過判定手法の検証」, 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集, Vol.2013, No.1, pp.137-139, (2013-3)

河北 晋吾, 小菅 王春, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「プラグインによる機能拡張が可能なナビゲーションプラットフォームの提案」, 第 75 回全国大会講演論文集, Vol.2013, No.1, pp.251-253, (2013-3)

廣瀬 達也, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「NTMobileを用いたネットワークモビリティの実現に関する提案」, 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集, Vol.2013, No.1, pp.357-359, (2013-3)

坂田 暁彦, 松本 幸正, 鈴木 秀和:「簡易バスロケーションシステムのデータを用いたバスの停車・発車判定方法の検討」, 平成 24 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, No.IV-040, pp.307-308, (2013-3)

福山 陽祐, 上醉尾 一真, 鈴木 秀和, 旭 健作, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「Android 端末における Wi-Fi/3G 間のシームレスハンドオーバーの提案と実装」, 情報処理学会研究報告モバイルコンピューティングとユビキタス通信(MBL), Vol.2013-MBL-65, No.27, pp.1-8, (2013-3)

廣瀬 達也, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「NTMobileを拡張したネットワークモビリティの提案と実装」, 情報処理学会研究報告モバイルコンピューティングとユビキタス通信(MBL), Vol.2013-MBL-66, No.29, pp.1-5, (2013-5)

鈴木 秀和, 畠 基成, 松本 幸正, 大森 昭嗣, 澤田 基弘:「センサネットワークを用いた新たなバスロケーションシステムの開発と災害時への適用に関する研究」, 土木計画学研究発表会・講演集, Vol.47,

No.143, pp.1-8, (2013-6)

清水 皓平, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「NTMobileによる一般端末向け遠隔 DLNA 通信システムの実装」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013) シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.798-804, (2013-7)

津田 一磨, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「遠隔地にある Bluetooth 機器間のシームレス接続手法の実装」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013) シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.805-811, (2013-7)

畠 基成, 鈴木 秀和, 足達 元, 北瀬 和之, 大森 昭嗣, 松本 幸正, 渡邊 晃:「無線センサネットワークを用いたバスロケーションシステムの開発」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013) シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.904-910, (2013-7)

戸田 尚希, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「Android アプリケーションの挙動を可視化することによるセキュリティ対策の検討」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013) シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.1348-1354, (2013-7)

三嶋 勇太, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「通信状態を考慮したアドホックルーティングプロトコルの提案」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013) シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.1563-1568, (2013-7)

伊藤 智洋, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「アドホックネットワークの性能を向上させるストロングビジートーン導入の検討と評価」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013) シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.1754-1760, (2013-7)

上醉尾 一真, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「モバイルアプリケーション向け移動透過通信フレームワークの実装と評価」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013) シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.1843-1852, (2013-7)

金丸 幸弘, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「無線センサネットワーク可視化システムに要求される位置推定精度に関する検討」, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013) シンポジウム論文集, Vol.2013, No.1, pp.2053-2058, (2013-7)

A.Sakata, Y.Matsumoto, H.Suzuki and T.Kosuge: "Effect of Providing Regional Information with Real-Time Bus Information on Passenger Consciousness", Proceedings of the 13th World Conference on Transport Research

- (WCTR 2013), No.3038, pp.1-12, (2013-7)
- A.Sakata, Y.Matsumoto and H.Suzuki : "Development of Bus Location System with Smartphone and Effect of Providing Regional Information added on Bus Information", Proceedings of the 10th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies (EASTS 2013), No.EASTS_ISC-D-13-00141, pp.1-12, (2013-9)
- 坂田 暁彦, 松本 幸正, 鈴木 秀和 : 「コミュニティバスの遅延状況把握と遅延に対する利用者意識に関する研究」, 土木学会第 68 回年次学術講演会論文集, No.IV-124, pp.247-248, (2013-9)
- 土井 敏樹, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃 : 「NTMobile におけるアドレス変換型リレーサーバの実装と動作検証」, 情報処理学会研究報告モバイルコンピューティングとユビキタス通信 (MBL), Vol.2013-MBL-67, No.11, pp.1-6, (2013-9)
- 伊藤 達也, 金丸 幸弘, 鈴木 秀和 : 「無線ネットワーク可視化システムにおけるリンク表現の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.F4-4, (2013-9)
- 清水 智彦, 伊藤 智洋, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃 : 「アドホックネットワークにおけるスループットを向上するストロングビジートンの提案」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.F4-5, (2013-9)
- 加藤 謙作, 足達 元, 畠 基成, 鈴木 秀和, 松本 幸正 : 「GPS を利用しないバスロケーションシステムの検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.H1-4, (2013-9)
- 細野 友章, 金丸 幸弘, 鈴木 秀和 : 「AR を用いた家電制御フレームワークの検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.H1-6, (2013-9)
- 河北 晋吾, 小菅 王春, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃 : 「プラグイン型ナビアプリによる避難誘導の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.H1-7, (2013-9)
- 山田 凌大, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃 : 「TLIFES におけるスマートフォンの消費電力低減対策の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.N1-1, (2013-9)
- 水野 貴文, 上酔尾 一真, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃 : 「スマートフォン向け移動透過通信技術の実現手法に関する検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.N1-3, (2013-9)
- 加茂 武, 小菅 王春, 鈴木 秀和, 松本 幸正 : 「動的位置予測に基づく AR を用いたバス位置表示システムの提案」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.N1-8, (2013-9)
- 染川 敦, 鈴木 秀和, 渡邊 晃 : 「PSH パケットと SYN パケットの関係に着目した踏み台攻撃の検出手法の提案」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.O1-7, (2013-9)
- 早川 顕太, 鈴木 秀和, 渡邊 晃 : 「インストール時の特性を利用したワーム検出の一手法」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.O1-8, (2013-9)
- 上山 雄輝, 上酔尾 一真, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃 : 「NTMobile における最適な DC 選択手法の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.P3-5, (2013-9)
- 井貝 友哉, 土井 敏樹, 上酔尾 一真, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃 : 「NTMobile における RS-N の二重化と状態管理手法の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.P3-6, (2013-9)
- 若杉 純, 土井 敏樹, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃 : 「NTMobile における最適な RS 選択手法の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.P3-7, (2013-9)
- 加古 将規, 上酔尾 一真, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃 : 「NTMobile における仮想 IPv4 アドレス運用手法の提案」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.P3-8, (2013-9)
- 王 静, 鈴木 秀和, 川澄 未来子, 渡邊 晃 : 「シニア向け SNS の検討」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.P4-2, (2013-9)
- 金澤 晃宏, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃 : 「電子掲示板を利用した安否確認システムの提案」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会論文集, Vol.2013, No.P4-3, (2013-9)
- H.Suzuki, K.Naito, K.Kamienoo, T.Hirose and A.Watanabe : "NTMobile : New End-to-End Communication Architecture in IPv4 and IPv6 Networks", Proceedings of the 19th Annual International Conference on Mobile Computing & Networking (MobiCom 2013), pp.171-174, (2013-10)
- M.Hata, H.Adachi, H.Suzuki, K.Kitase, Y.Matsumoto and A.Watanabe : "Proposal for Novel Bus Location System Using Wireless Sensor Network", Proceedings of the 20th ITS World Congress Tokyo 2013, No.3209, pp.1-10, (2013-10)

- 伊藤 智洋, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「ストロ
ングビジトーンを用いたアクセス制御方式の検
討と評価」, 情報処理学会研究報告モバイルコン
ピューティングとユビキタス通信(MBL), Vol.2013-
MBL-68, No.10, pp.1-6, (2013-11)
- 足達 元, 島 基成, 鈴木 秀和, 旭 健作, 松本 幸正,
渡邊 晃:「距離減衰モデルを用いたバス接近通過表
示システムにおける判定精度向上に関する検討」,
情報処理学会研究報告モバイルコンピューティング
とユビキタス通信(MBL), Vol.2013-MBL-68, No.11,
pp.1-7, (2013-11)
- 東風平 勝太, 林口 正樹, 北瀬 和之, 瀬野 尾徹, 松本
幸正, 鈴木 秀和:「通信コスト不要なバスロケーショ
ンシステム」, 名古屋鉄道株式会社技術研究所研究
報告, Vol.58, (2013-11)
- 五島 秀典, 渡邊 晃, 鈴木 秀和, 旭 健作:「クライア
ントを自由に選択可能な認証プロトコル TSSAP の
提案」, 第 11 回情報学ワークショップ(WiNF2013)
論文集, (2013-12)
- 松尾 辰也, 鈴木 秀和, 旭 健作, 渡邊 晃:「端末の変
更が一切不要な NAT 越え通信システムの提案」, 第
11 回情報学ワークショップ(WiNF2013) 論文集,
(2013-12)
- 廣瀬 達也, 鈴木 秀和, 内藤 克浩, 渡邊 晃:「NTMobile
を用いたネットワークモビリティの提案」, 情報処
理学会研究報告モバイルコンピューティングとユビ
キタス通信(MBL), Vol.2013-MBL-69, (2013-12)
- 三鴨 勇太, 旭 健作, 鈴木 秀和, 渡邊 晃:「PD-OLSR
におけるプロトコル毎の経路制御に関する検討」, 情
報処理学会研究報告モバイルコンピューティングと
ユビキタス通信(MBL), Vol.2013-MBL-69, (2013-12)

電気電子工学科

飯岡 大輔

【著書】

飯岡 大輔：「限流器」,『超電導電力機器とシステムの高性能・多機能化』, 第3章, 電気学会 超伝導電力機器とシステムの高性能・多機能化調査専門委員会編, 電気学会技術報告, 1290号, (2013-8)

【学術論文】

飯岡 大輔, 林 泰弘：「分散型電源が連系された配電系統における故障点標定の精度に関する考察」, 電気学会論文誌 B, 133, 6, pp.515-522, (2013-6)

【その他】

田尻 洋平, 飯岡 大輔, 古場 尚之, 相島 武, 中尾 武典：「高圧受電設備内の人口地絡試験結果を模擬する計先シミュレーションに関する一検討」, 電気学会全国大会講演論文集, 6-308, CD-ROM, (2013-3)

重野 弘喜, 飯岡 大輔, 佐々木 俊介, 重藤 貴也：「SVR タップ切換時における配電線末端電圧様相のシミュレーション」, 電気学会全国大会講演論文集, 6-162, CD-ROM, (2013-3)

金子 紀明, 林 優也, 飯岡 大輔, 山中 三四郎, 大野 英之：「低圧需要家用 SVC のリアクトル回路への通電試験」, 電気学会全国大会講演論文集, 6-247, CD-ROM, (2013-3)

造賀 芳文, 飯岡 大輔：「スマートグリッド実現に向けた欧米諸国における取組み」, 電気学会全国大会講演論文集, 6-S11-5, CD-ROM, (2013-3)

金子 紀明, 飯岡 大輔, 山中 三四郎, 大野 英之：「配電損失削減を目的とした低圧需要家用無効電力補償装置の効率向上に関する検討」, 電気学会電力・エネルギー部門大会講演論文集, CD-ROM, (2013-8)

重野 弘喜, 飯岡 大輔, 佐々木 俊介, 重藤 貴也：「低圧負荷機器への供給電圧・電力の測定値を用いた電圧特性の推定」, 電気学会電力・エネルギー部門大会講演論文集, CD-ROM, (2013-8)

田尻 洋平, 飯岡 大輔, 古場 尚之, 相島 武, 中尾 武典：「高圧需要家内の同期発電機が単独運転に移行した場合の受電点における周波数変動」, 電気学会電力・エネルギー部門大会講演論文集, CD-ROM, (2013-8)

林 直輝, 飯岡 大輔：「瞬低時における太陽光発電用 PCS 出力電流の周波数解析」, 電気学会電力・エネルギー部門大会講演論文集, CD-ROM, (2013-8)

飯岡 大輔, 続木 裕之, 斎藤 章博：「Doubly-Fed 型風力発電システムの連系線に導入する限流器の効果に

関する基礎的検討」, 電気学会電力・エネルギー部門大会講演論文集, CD-ROM, (2013-8)

林 直輝, 飯岡 大輔：「瞬低時 PCS 出力電流のウェーブレット解析に用いる基底関数に関する検討」, 電気設備学会全国大会講演論文集, CD-ROM, (2013-9)

重野 弘喜, 飯岡 大輔, 佐々木 俊介, 重藤 貴也：「SVR タップ切換時における配電線末端電圧様相と電圧特性との関係」, 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会, PE-13-079/PSE-13-095, (2013-9)

金子 紀明, 飯岡 大輔, 山中 三四郎, 大野 英之：「低圧用無効電力補償装置による1日分の配電線損失削減量に関するシミュレーション」, 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会, PE-13-089/PSE-13-105, (2013-9)

林 直輝, 飯岡 大輔：「瞬低時 PCS 出力電流のウェーブレット解析と瞬低条件との関係」, 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会, PE-013-090/PSE-13-106, (2013-9)

飯岡 大輔, 続木 裕之：「Doubly-Fed 型風力発電システムの連系線に導入する限流器の効果と仕様に関する検討」, 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会, PE-13-106/PSE-13-122, (2013-9)

重野 弘喜, 飯岡 大輔, 佐々木 俊介, 重藤 貴也：「多段設置された SVR の集中制御を目的としたタップ位置探索手法」, 電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, CD-ROM, (2013-9)

林 直輝, 飯岡 大輔：「瞬低発生時における PCS 出力電流の高調波成分と線路インピーダンスの関係」, 電気関係学会東海支部連合大会講演論文集, CD-ROM, (2013-9)

田尻 洋平, 飯岡 大輔, 古場 尚之, 相島 武, 中尾 武典：「地絡事故に伴う高圧需要家用同期発電機の単独運転時周波数変動と地絡条件との関係」, 電気関係学会東海支部連合大会, 講演論文集, CD-ROM, (2013-9)

伊藤 昌文

【学術論文】

T.Hiraoka, T.Ohta, T.Kageyama, M.Ito, N.Nishizawa, and M.Hori : "Temperature Measurement of Si Substrate Using Optical-Fiber-Type Low-Coherence Interferometry Employing Supercontinuum Light", Japanese Journal of Applied Physics, 52, 026602-1-6, (2013-2)

- T.Hiraoka, T.Ohta, M.Ito, N.Nishizawa and M.Hori :
“Optical-Fiber Type Broadband Cavity Ring-Down Spectroscopy Using Wavelength-Tunable Ultra-Short Pulsed Light”, Japanese Journal of Applied Physics, 52, 040201-1-3, (2013-3)
- H.Hashizume, T.Ohta, T.Mori, S.Iseki, M.Hori and M.Ito :
“Inactivation Process of *Penicillium digitatum* Spores Treated with Non-equilibrium Atmospheric Pressure Plasma”, Japanese Journal of Applied Physics, 52, 056202-1-4, (2013-4)
- H.Hashizume, T.Ohta, F.Jia, K.Takeda, K.Ishikawa, M.Hori and M.Ito : “Inactivation effects of neutral reactive-oxygen species on *Penicillium digitatum* spores using non-equilibrium atmospheric-pressure oxygen radical source”, Applied Physics Letters, 153708-1-4, (2013-10)
- T.Tsutsumi, T.Ohta, K.Ishikawa, K.Takeda, H.Kondo, M.Sekine, M.Hori, and M.Ito : “Rapid measurement of substrate temperatures by frequency-domain low-coherence interferometry”, Applied Physics Letters, 103, 182102-1-3, (2013-10)
- 【その他】
- 橋爪 博司, 太田 貴之, 賈鳳東, 竹田 圭吾, 石川 健治, 堀 勝, 伊藤 昌文 : 「0(3Pj)と02(1Δg)密度測定によるミドリカビ胞子の殺菌因子の評価」, 第30回プラズマプロセス研究会(SPP-30), A1-03, アクティシティ浜松, (2013-1)
- 井上 真里, 太田 貴之, 伊藤 昌文, 堀 勝 : 「中高圧力におけるマイクロホローカソード放電中の粒子の挙動」, 第30回プラズマプロセス研究会(SPP-30), B6-03, アクティシティ浜松, (2013-1)
- 島根 竜太郎, 熊谷 慎也, 太田 貴之, 伊藤 昌文, 堀 勝, 佐々木 実 : 「MEMS ノズルを利用した大気圧プラズマ照射によるマイクロ加工」, 第30回プラズマプロセス研究会(SPP-30), B6-04, アクティシティ浜松, (2013-1)
- 加藤 寛人, 橋爪 博司, 太田 貴之, 平松 美根男, 堀 勝, 伊藤 昌文 : 「大気圧酸素ラジカル源によって処理された微生物のラマン分光」, 第30回プラズマプロセス研究会(SPP-30), A7-03, アクティシティ浜松, (2013-1)
- 安藤 睦, 竹田 圭吾, 太田 貴之, 伊藤 昌文, 平松 美根男, 鈴木 智子, 井上 栄, 安藤 義則, 堀 勝 : 「散乱分光法を用いたカーボンナノチューブ合成アークプラズマ中の微粒子計測」, 第30回プラズマプロセス研究会(SPP-30), P2-49, アクティシティ浜松, (2013-1)
- T.Ohta, M.Ito, T.Tsutsumi, T.Hiraoka, K.Takeda and M.Hori : “Monitoring of water temperature in plasma processing using optical low-coherence interferometry”, The 16th International Workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics, p30, (2013-1)
- J.Kularatne, H.Kano, M.Ito, T.Ohta, K.Takeda, K.Ishikawa, H.Kondo, M.Sekine and M.Hori : “Application of atmospheric pressure plasma in element analysis of agricultural products”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P1003A, p70, (2013-1)
- M.Inoue, T.Ohta, M.Ito and M.Hori : “Behavior of metastable He atom at middle pressure in micro hollow cathode discharge”, P1004A, p70, (2013-1)
- *M.Inoue, T.Ohta, M.Ito and M.Hori : “Line profile of Pb atom at middle pressure in micro hollow cathode discharge”, P1006A, p71, (2013-1)
- T.Hiraoka, T.Tsutsumi, H.Kato, T.Ohta, H.Kondo, K.Ishikawa, M.Ito, M.Sekine and M.Hori : “Measurement of carbon nanowalls/silicon substrate temperature by Fourier-domain low-coherence interferometry”, P1022A, p79, (2013-1)
- T.Tsutsumi, T.Hiraoka, K.Takeda, K.Ishikawa, T.Ohta, M.Ito, H.Kondo, M.Sekine and M.Hori : “Real time temperature measurement of film-covered-substrate employing Fourier domain low coherence interferometer during plasma”, P1023A, p80, (2013-1)
- M.Hori, K.Takeda, T.Ohta, M.Ito and N.Nishizawa : “Measurement of species in non-equilibrium atmospheric pressure plasma using near infrared absorption spectroscopy with supercontinuum light”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P1033A, p85, (2013-1)
- A.Ando, K.Takeda, T.Ohta, M.Ito, M.Hiramatsu, T.Suzuki, S.Inoue, Y.Ando and M.Hori : “Diagnostics of particles in arc plasma for synthesizing single-wall carbon nanotubes”, P1059, p98, (2013-1)
- M.Ito, H.Hashizume, T.Ohta, F.Jia, K.Takeda, K.Ishikawa and M.Hori : “Dependence of exposure distance on inactivation of *P. digitatum* spores using low-temperature atmospheric pressure radical source”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3017A, p193, (2013-1)
- H.Hashizume, T.Towatari, H.Ohashi, T.Ohta, M.Hori and M.Ito : “Real-time in-situ monitoring of fluorescent

- images of *P. digitatum* spores during oxygen radical treatment using confocal laser microscopy”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3019A, p194, (2013-1)
- K.Ishikawa, H.Mizuno, H.Tanaka, H.Hashizume, T.Ohta, M.Ito, K.Takeda, H.Kondo, M.Sekine and M.Hori : “Electron spin resonance study of plasma-biological surface interaction for food hygiene”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3025A, p197, (2013-1)
- H.Mizuno, K.Ishikawa, H.Tanaka, H.Hashizume, T.Ohta, M.Ito, K.Takeda, H.Kondo, M.Sekine, M.Hori : “Plasma-biological surface interaction investigated by electron spin resonance”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3027A, p198, (2013-1)
- H.Kato, H.Hashizume, T.Ohta, M.Hiramatsu, M.Ito, M.Hori : “Raman spectroscopy of *Penicillium digitatum* spores treated by atmospheric-pressure oxygen-radical source”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3030A, p199, (2013-1)
- H.Hashizume, T.Ohta, M.Ito, F.Jia, K.Takeda, K.Ishikawa, M.Hori : “Measurement of singlet oxygen molecule densities in the inactivation process of *P. digitatum* spores using low-temperature atmospheric pressure radical source”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3040A, p203, (2013-1)
- T.Hiraoka, H.Kato, T.Tsutsumi, T.Ohta, M.Ito, K.Takeda, H.Kondo, M.Hori : “Temperature measurement of carbon nanowall / silicon substrate using super-continuum light source on low-coherence interferometry”, The 6th International Conference on PLASMA Nano Technology & Science, P-G11, Gero Synergy Center 'ACTIVE', JAPAN, (2013-2)
- *J.S.Kularatne, H.Kano, M.Ito, T.Ohta, K.Takeda, H.Kondo, K.Ishikawa, M.Sekine, and M.Hori : “Influence of N₂ inclusion to Ar AP plasma in atomization”, The 6th International Conference on PLASMA Nano Technology & Science, P-A10, Gero Synergy Center 'ACTIVE', JAPAN, (2013-2)
- H.Kato, H.Hashizume, T.Ohta, M.Hiramatsu, M.Hori and M.Ito : “Raman spectra variation of microorganisms treated, by atmospheric-pressure oxygen-radical source”, The 6th International Conference on PLASMA Nano Technology & Science, P-H08, Gero Synergy Center 'ACTIVE', JAPAN, (2013-2)
- H.Hashizume, T.Ohta, M.Ito, F.Jia, K.Takeda, K.Ishikawa and M.Hori : “Effects of Reactive Oxygen Species on Inactivation of *Penicillium Digitatum* Spores Dependent on Exposure Distance using an Atmospheric-pressure Oxygen Radical Source”, The 6th International Conference on PLASMA Nano Technology & Science, O-7, Gero Synergy Center 'ACTIVE', JAPAN, (2013-2)
- 橋爪 博司, 太田 貴之, 竹田 圭吾, 石川 健治, 堀 勝, 伊藤 昌文 : 「酸素ラジカル処理されたミドリカビ胞子の蛍光観察」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 29p-B9-2, CD-ROM, (2013-3)
- 橋爪 博司, 鈴木 実, 太田 貴之, 堀 勝, 伊藤 昌文 : 「酸素ラジカル処理による出芽酵母の増殖効果」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 29p-B9-3, CD-ROM, (2013-3)
- 水野 寛子, 石川 健治, 田中 宏昌, 橋爪 博司, 太田 貴之, 伊藤 昌文, 竹田 圭吾, 近藤 博基, 関根 誠, 堀 勝 : 「ミドリカビ胞子からの電子スピン共鳴信号の同定(3)」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 29p-B9-6, CD-ROM, (2013-3)
- 太田 貴之, 橋爪 博司, 杉原 慶紀, 竹田 圭吾, 石川 健治, 堀 勝, 伊藤 昌文 : 「酸素ラジカル殺菌中のミドリカビ胞子の形態変化」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 29p-B9-7, CD-ROM, (2013-3)
- 安藤 睦, 太田 貴之, 竹田 圭吾, 伊藤 昌文, 平松 美根男, 鈴木 智子, 井上 栄, 安藤 義則, 堀 勝 : 「Ni-Y含有炭素電極を用いたアークプラズマ中の微粒子の挙動」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 29a-B7-2, CD-ROM, (2013-3)
- 堤 隆嘉, 竹田 圭吾, 石川 健治, 近藤 博基, 太田 貴之, 伊藤 昌文, 関根 誠, 堀 勝 : 「窒化ガリウム(GaN)向けサファイア基板の周波数領域型低コヒーレンス干渉計による温度計測(II)」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 29aB8-6, CD-ROM, (2013-3)
- 加藤 寛人, 柴田 恭兵, 太田 貴之, 堤 隆嘉, 堀 勝, 伊藤 昌文 : 「低コヒーレンス干渉計を用いた基板温度計測における波長依存性」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 29a-B8-7, CD-ROM, (2013-3)
- 橋爪 博司, 太田 貴之, 賈 鳳東, 竹田 圭吾, 石川 健治, 堀 勝, 伊藤 昌文 : 「非平衡大気圧プラズマより発生する活性酸素種の数密度測定とミドリカビ胞子の殺菌効果の評価」, 第66回日本酸化ストレス学会学術

- 集会, O-54, WINC あいち, (2013-3)
- 石川 健治, 水野 寛子, 田中 宏昌, 橋爪 博司, 太田 貴之, 伊藤 昌文, 竹田 圭吾, 近藤 博基, 関根 誠, 堀 勝:「ミドリカビ胞子からの実時間その場 ESR 信号観察」, 第 66 回日本酸化ストレス学会学術集会, O-55, WINC あいち, (2013-3)
- 太田 貴之, 橋爪 博司, 伊藤 昌文, 石川 健治, 竹田 圭吾, 堀 勝:「低温酸素プラズマを用いたミドリカビ胞子の殺菌」, 第 66 回日本酸化ストレス学会学術集会, P-70, WINC あいち, (2013-3)
- T.Ohta, M.Ito and M.Hori: "Development of optical diagnostics method for interaction between plasma and surface using femtosecond laser technique", The 17th International Workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics (K-J Workshop), Sungkyunkwan University, Republic of Korea, (2013-5)
- A.Ando, T.Ohta, K.Takeda, M.Ito, M.Hiramatsu, T.Suzuki, Y.Ando and M.Hori: "Optical emission spectroscopy of arc plasma using Ni-Y containing carbon electrode", 17th Korea-Japan Workshop on Advanced Plasma Processes and Diagnostics & 4th Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-Nano Materials, Sungkyunkwan University, Republic of Korea, (2013-5)
- M.Ito, T.Ohta, T.Tsutsumi, K.Takeda and M.Hori: "Precise Rapid Measurement of Substrate Temperature by Frequency-Domain Optical Low-Coherence Interferometry", 7th Korea-Japan Workshop on Advanced Plasma Processes and Diagnostics & 4th Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-Nano Materials, Sungkyunkwan University, Republic of Korea, (2013-5)
- H.Hashizume, T.Ohta, F.Jia, K.Takeda, K.Ishikawa, M.Hori and M.Ito: "Analysis of fungal spore inactivation based on measurements of reactive-oxygen-species densities", 17th Korea-Japan Workshop on Advanced Plasma Processes and Diagnostics & 4th Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-Nano Materials, Sungkyunkwan University, Republic of Korea, (2013-5)
- M.Ito, T.Ohta and H.Hashizume: "Plasma microbiology using density-controlled atmospheric-pressure oxygen-radical source", 2013 International Symposium on Functional Materials (IFFM2013)/The 3rd International Symposium for Plasma Biosciences (ISPB2013), p113, (2013-6)
- A.Ando, T.Ohta, K.Takeda, M.Ito, M.Hiramatsu, T.Suzuki, S.Inoue, Y Ando and M.Hori: "Optical emission spectroscopy of arc plasma using Ni-Y catalyst for synthesizing single-walled carbon nanotubes", The 12th Asia Pacific Physics Conference of AAPPs and The third Asia-Europe Physics Summit, D2-PTu-16, Makuhari Messe Chiba, Japan, (2013-7)
- *J.Kularatne, J.Jolibois, H.Kano, M.Ito, T.Ohta, K.Takeda, H.Kondo, K.Ishikawa, M.Sekine and M.Hori: "Detection of metal elements in soil using atmospheric pressure plasma", The 12th Asia Pacific Physics Conference of AAPPs and The third Asia-Europe Physics Summit, D2-PTu-10, Makuhari Messe Chiba, Japan, (2013-7)
- T.Ohta, H.Hashizume, M.Ito, K.Takeda, K.Ishikawa and M.Hori: "Bactericidal efficiency of reactive oxygen radicals for Fungi based on radical density measurement", 21th International Symposium on Plasma chemistry (ISPC2013), 7.39, Cairns Convention Centre, Australia, (2013-8)
- 太田 貴之, 堤 隆嘉, 竹田 圭吾, 石川 健治, 堀 勝, 伊藤 昌文:「低コヒーレンス干渉計を用いたプラズマプロセス中のウエハ温度モニタリング技術の開発」, 平成 25 年電気学会 基礎・材料・共通部門大会, 12-B-a2-4, 横浜国立大学, (2013-9)
- K.Ishikawa, H.Mizuno, H.Hashizume, T.Ohta, M.Ito, H.Tanaka, K.Takeda, S.Tajima, H.Kondo, M.Sekine and M.Hori: "Chemical analyses of edible meat irradiated atmospheric- pressure- plasmas", 16a-M3-7, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, CD-ROM, (2013-9)
- H.Hashizume, T.Towatari, T.Ohta, K.Takeda, K.Ishikawa, M.Hori, and M.Ito: "Observation of *P.digitatum* spores treated with oxygen radicals by confocal laser fluorescent microscopy", 16p-M3-7, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, CD-ROM, (2013-9)
- T.Towatari, H.Hashizume, N.Takagi, T.Ohta, M.Hori, and M.Ito: "Inactivation of microorganisms by oxygen radical treatment in liquid phase", 17p-PM4-6, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, CD-ROM, (2013-9)
- H.Hashizume, M.Suzuki, T.Ohta, M.Hori and M.Ito: "Control of proliferation activity on budding yeast cells by oxygen-radical treatment", 17p-PM4-8, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, CD-ROM, (2013-9)
- H.Kato, T.Ohta, H.Hashizume, M.Hori and M.Ito: "Molecular structure analysis of *Penicillium digitatum* by Raman spectroscopy", 17p-PM4-9, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, CD-ROM, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, CD-ROM, (2013-9)
- T.Ohta, T.Hiraoka, N.Nishizawa, M.Hori, and M.Ito:

- “Optical-fiber-type broadband cavity ring-down spectroscopy for bio-materials in plasma processing”, 17p-PM4-14, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, CD-ROM, (2013-9)
- T.Ohta, H.Hashizume, M.Ito, K.Takeda, K.Ishikawa, M.Hori : “Inactivation of microorganisms in liquid exposed by oxygen radical source”, 3-102, p75, 31st international conference on phenomena in ionized gases, (2013-7)
- T.Tsutsumi, K Takeda, K.Ishikawa, T.Ohta, M.Ito, H.Kondo, M.Sekine and M.Hori : “Effect of thin films on wafer temperature during plasma processes investigated by non-contact temperature measurement technique”, 4-013, p81, 31st international conference on phenomena in ionized gases, (2013-7)
- H.Hashizume, T.Towatari, T.Ohta, K.Takeda, K.Ishikawa, M.Hori, and M.Ito : “*In-situ* fluorescent observation of oxidation of *P.digitatum* spores by neutral oxygen radicals”, P-13, p18, 第26回プラズマ材料科学シンポジウム (SPSM-26), (2013-9)
- H.Hashizume, T.Ohta, M.Hori, and M.Ito : “Proliferation activity of budding yeast cells controlled by dose of neutral oxygen species”, 241-B-2, p88, 第26回プラズマ材料科学シンポジウム (SPSM-26), (2013-9)
- T.Ohta, H.Hashizume, M.Ito, K.Takeda and M.Hori : “Growth control of budding yeast cells by oxygen-radical treatment”, p75, Bulletin of the American physical society, 66th Annual Gaseous Electronics Conference, (2013-9)
- M.Ito, H.Hashizume, T.Ohta, K.Takeda, K.Ishikawa and M.Hori : “Reaction mechanism between cell membranes of *P.digitatum* spores and oxygen radicals”, p85, Bulletin of the American physical society, 66th Annual Gaseous Electronics Conference, (2013-9)
- 宇佐美 拓也, 加藤 寛人, 太田 貴之, 堤 隆嘉, 堀 勝, 伊藤 昌文 : 「太陽電池膜政策プロセス制御のための非接触基板温度モニタリング手法の構築」, P1-20, p134, 第5回薄膜太陽電池セミナー, (2013-11)
- 藤田 英彦, 太田 貴之, 伊藤 昌文, 堀 勝 : 「複数の金属原子密度を同時にモニタリングするための吸収分光用光源の開発」, 別紙, 第5回薄膜太陽電池セミナー, (2013-11)
- 伊藤 昌文, 太田 貴之, 橋爪 博司 : 「プラズマアグリカルチャーの創成をめざして」, 平成25年度 東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究会, p1, 東北大学, (2013-11)
- 唐渡 卓也, 橋爪 博司, 太田 貴之, 堀 勝, 伊藤 昌文 : 「酸素ラジカル源を用いた液中の微生物の不活性化」, p21.B1, 応用物理学会 SC 東海学術講演会 2013, (2013-11)
- 加藤 寛人, 太田 貴之, 橋爪 博司, 平松 美根男, 堀 勝, 伊藤 昌文 : 「ラマン散乱分光法による生体試料の分子構造分析」, P11, p43, 応用物理学会 SC 東海学術講演会 2013, (2013-11)
- 吉田 圭佑, 伊藤 昌文, 平松 美根男, 加納 浩之, J.Joibois, J.Kularatne, 近藤 博基, 堀 勝 : 「燃料電池用途のためのアルコールを溶媒とする液中プラズマを用いたナノグラフェンの合成」, P16, p48, 応用物理学会 SC 東海学術講演会 2013, (2013-11)
- M.Ito, T.Tsutsumi, T.Ohta, K.Takeda, K.Ishikawa, H.Kondo, M.Sekine and M.Hori : “Rapid precise measurements of film-covered-substrate temperatures during plasma processes”, The 1st International Conference on Surface Engineering (ICSE 2013), THUAM03-2, p144, (2013-11)
- H.Kato, T.Ohta, K.Takeda, H.Hashizume, M.Hori, and M.Ito : “Vibrational analysis of biological samples treated with plasma using multiplex coherent anti-Stokes Raman scattering microscopy”, The 1st International Conference on Surface Engineering (ICSE 2013), MONPM03-4, p155, (2013-11)
- T.Towatari, H.Hashizume, T.Ohta, M.Hori, and M.Ito : “Inactivation of microorganism in liquid phase treated with neutral oxygen radical source”, The 1st International Conference on Surface Engineering (ICSE 2013), TUEAM03-4, p.165, (2013-11)

太田 貴之

【学術論文】

- T.Hiraoka, T.Ohta, T.Kageyama, M.Ito, N.Nishizawa, and M.Hori : “Temperature measurement of Si substrate using optical-fiber-type low-coherence interferometry employing super continuum light” Japanese Journal of Applied Physics, 52, 026602, (2013)
- T.Hiraoka, T.Ohta, M.Ito, N.Nishizawa, and M.Hori : “Optical-Fiber Type Broadband Cavity Ring-Down Spectroscopy Using Wavelength-Tunable Ultra-Short Pulsed Light”, Japanese Journal of Applied Physics (Rapid communication), 52, 040201, (2013)
- H.Hashizume, T.Ohta, T.Mori, S.Iseki, Masaru Hori, and M.Ito : “Inactivation Process of *Penicillium digitatum* Spores Treated with Non-equilibrium Atmospheric

- Pressure Plasma”, Japanese Journal of Applied Physics, 52, 056202, (2013)
- T.Tsutsumi, T.Ohta, K.Ishikawa, K.Takeda, Hiroki Kondo, M.Sekine, M.Hori and M.Ito : “Precise Rapid Measurements of Substrate Temperatures by Frequency-Domain Low-Coherence Interferometry”, Applied Physics Letters.103, 182102, (2013)
- H.Hashizume, T.Ohta, J.Fengdong, K.Takeda, K.Ishikawa, M.Hori and M.Ito : “Inactivation effects of neutral reactive-oxygen species on Penicillium digitatum spores using non-equilibrium atmospheric-pressure oxygen radical source” Applied Physics Letters., 103, 153708, (2013)
- 【学会発表】
- (Invited) T.Ohta, M.Ito, T.Tsutsumi, T.Hiraoka, K.Takeda and M.Hori : “Monitoring of wafer temperature in plasma processing using optical low-coherence interferometry”, The 16th International Workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics (K-J workshop), Okazaki Conference Center, Japan, January 25-27, (2013-1)
- J.Kularatne, H.Kano, M.Ito, T.Ohta, K.Takeda, K.Ishikawa, H.Kondo, M.Sekine, and M.Hori : “Application of atmospheric pressure plasma in element analysis of agricultural products”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P1003A, Nagoya University, Japan, Jan.28-Feb.1, (2013)
- M.Inoue, T.Ohta, M.Ito and M.Hori : “Behavior of Metastable He atom at middle pressure in micro hollow cathode discharge”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P1004A, Nagoya University, Japan, Jan.28-Feb.1, (2013)
- M.Inoue, T.Ohta, M.Ito and M.Hori : “Line profile of Pb atom at middle pressure in micro hollow cathode lamp”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P1006A, Nagoya University, Japan, Jan.28-Feb.1, (2013)
- T.Hiraoka, T.Tsutsumi, H.Kato, K.Takeda, T.Ohta, H.Kondo, K.Ishikawa, M.Ito, M.Sekine and M.Hori : “Measurement of carbon nanowalls / silicon substrate temperature by fourier-domain low-coherence interferometry” 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P1022A, Nagoya University, Japan, Jan.28-Feb.1, (2013)
- T.Tsutsumi, T.Hiraoka, K.Takeda, K.Ishikawa, T.Ohta, M.Ito, H.Kondo, M.Sekine, and M.Hori : “Real time temperature measurements of film-covered-substrate employing fourier domain low coherence interferometer during plasma processes”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P1023A, Nagoya University, Japan, Jan.28-Feb.1, (2013)
- M.Hori, K.Takeda, T.Ohta, M.Ito, and N.Nishizawa : “Measurement of species in non-equilibrium atmospheric pressure plasma using near infrared absorption spectroscopy with supercontinuum light”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P1033A, Nagoya University, Japan, Jan.28-Feb.1, (2013)
- A.Ando, K.Takeda, T.Ohta, M.Ito, M.Hiramatsu, T.Suzuki, S.Inoue, Y.Ando and M.Hori : “Diagnostics of particles in arc plasma for synthesizing single-wall carbon nanotubes”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P1059C, Nagoya University, Japan, Jan.28-Feb.1, (2013)
- M.Ito, H.Hashizume, T.Ohta, F.Jia, K.Takeda, K.Ishikawa and M.Hori : “Dependence of exposure distance on inactivation of P. digitatum spores using low-temperature atmospheric pressure radical source”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3017A, Nagoya University, Japan, Jan.28-Feb.1, (2013)
- H.Hashizume, T.Towatari, H.Ohashi, T.Ohta, M.Hori and M.Ito : “Real-time in-situ monitoring of fluorescent images of P. digitatum spores during oxygen radical treatment using confocal laser microscopy”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3019A, Nagoya University, Japan, Jan.28-Feb.1, (2013)
- K.Ishikawa, H.Mizuno, H.Tanaka, H.Hashizume, T.Ohta, M.Ito, K.Takeda, H.Kondo, M.Sekine, and M.Hori : “Electron spin resonance study of plasma-biological surface interaction for food hygiene”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3025A, Nagoya University, Japan, Jan.28-Feb.1, (2013)
- H.Mizuno, K.Ishikawa, H.Tanaka, H.Hashizume, T.Ohta,

- M.Ito, K.Takeda, H.Kondo, M.Sekine, and M.Hori :
“Plasma-biological surface interaction investigated by electron spin resonance”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3027A, Nagoya University, Japan, Jan.28-Feb.1, (2013)
- H.Kato, H.Hashizume, T.Ohta, M.Hiramatsu, M.Ito and M.Hori : “Raman spectroscopy of penicillium digitatum spores treated by atmospheric-pressure oxygen-radical source”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3030A, Nagoya University, Japan, Jan.28-Feb.1, (2013)
- H.Hashizume, T.Ohta, M.Ito, F.Jia, K.Takeda, K.Ishikawa and M.Hori : “Measurement of singlet oxygen molecule densities in the inactivation process of P.digitatum spores using low-temperature atmospheric pressure radical source”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, P3040A, Nagoya University, Japan, Jan.28-Feb.1, (2013)
- T.Hiraoka, H.Kato, T.Tsutsumi, T.Ohta, M.Ito, K.Takeda, H.Kondo and M.Hori : “Temperature measurement of carbon nanowall / silicon substrate using super-continuum light source on low-coherence interferometry”, The 6th International Conference on PLASMA Nano Technology & Science, P-G11, Gero Synergy Center 'ACTIVE', JAPAN, Feb.2-3, (2013-2)
- J.S.Kularatne, H.Kano, M.Ito, T.Ohta, K.Takeda, H.Kondo, K.Ishikawa, M.Sekine, and M.Hori : “Influence of N₂ inclusion to Ar AP plasma in atomization”, The 6th International Conference on PLASMA Nano Technology & Science, P-A10, Gero Synergy Center 'ACTIVE', JAPAN, Feb.2-3, (2013-2)
- H.Kato, H.Hashizume, T.Ohta, M.Hiramatsu, M.Hori and M.Ito : “Raman spectra variation of microorganisms treated, by atmospheric-pressure oxygen-radical source”, The 6th International Conference on PLASMA Nano Technology & Science, P-H08, Gero Synergy Center 'ACTIVE', JAPAN, Feb.2-3, (2013-2)
- H.Hashizume, T.Ohta, M.Ito, F.Jia, K.Takeda, K.Ishikawa and M.Hori : “Effects of Reactive Oxygen Species on Inactivation of Penicillium Digitatum Spores Dependent on Exposure Distance using an Atmospheric-pressure Oxygen Radical Source”, The 6th International Conference on PLASMA Nano Technology & Science, O-7, Gero Synergy Center 'ACTIVE', JAPAN, Feb.2-3, (2013-2)
- (Invited) T.Ohta, M.Ito and M.Hori : “Development of optical diagnostics method for interaction between plasma and surface using femtosecond laser technique”, The 17th International Workshop on Advanced Plasma Processing and Diagnostics (K-J Workshop), Sungkyunkwan University, Republic of Korea, May 23-25, (2013-5)
- A.Ando, T.Ohta, K.Takeda, M.Ito, M.Hiramatsu, T.Suzuki, Y.Ando and M.Hori : “Optical emission spectroscopy of arc plasma using Ni-Y containing carbon electrode”, 17th Korea-Japan Workshop on Advanced Plasma Processes and Diagnostics & 4th Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-Nano Materials, Sungkyunkwan University, Republic of Korea, May.23-25, (2013-5)
- (Invited) M.Ito, T.Ohta, T.Tsutsumi, K.Takeda and M.Hori : “Precise Rapid Measurement of Substrate Temperature by Frequency-Domain Optical Low-Coherence Interferometry”, 7th Korea-Japan Workshop on Advanced Plasma Processes and Diagnostics & 4th Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-Nano Materials, Sungkyunkwan University, Republic of Korea, May 23-25, (2013-5)
- (Invited) H.Hashizume, T.Ohta, F.Jia, K.Takeda, K.Ishikawa, M.Hori and M.Ito : “Analysis of fungal spore inactivation based on measurements of reactive-oxygen-species densities”, 17th Korea-Japan Workshop on Advanced Plasma Processes and Diagnostics & 4th Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-Nano Materials, Sungkyunkwan University, Republic of Korea, May 23-25, (2013-5)
- (Invited) M.Ito, T.Ohta and H.Hashizume : “Plasma microbiology using density-controlled atmospheric-pressure oxygen-radical source”, 2013 International Symposium on Functional Materials (IFFM2013)/The 3rd International Symposium for Plasma Biosciences (ISPB2013), Ramada Plaza Jeju Hotel, Korea, (June 27-29, 2013)
- A.Ando, T.Ohta, K.Takeda, M.Ito, M.Hiramatsu, T.Suzuki, S.Inoue, Y Ando and M.Hori : “Optical emission spectroscopy of arc plasma using Ni-Y catalyst for synthesizing single-walled carbon nanotubes”, The 12th Asia Pacific Physics Conference of AAPPS and The third Asia-Europe Physics Summit, D2-PTu-16, Makuhari

- Messe Chiba, Japan, Jul.14-19, (2013-7)
- J.Kularatne, J.Jolibois, H.Kano, M.Ito, T.Ohta, K.Takeda, H.Kondo, K.Ishikawa, M.Sekine and M.Hori : "Detection of metal elements in soil using atmospheric pressure plasma", The 12th Asia Pacific Physics Conference of AAPPS and The third Asia-Europe Physics Summit, D2-PTu-10, Makuhari Messe Chiba, Japan, Jul.14-19, (2013-7)
- T.Ohta, H.Hashizume, M.Ito, K.Takeda, K.Ishikawa and M.Hori : "Inactivation of microorganisms in liquid exposed by oxygen radical source", XXXI International Conference on Phenomena in Ionized Gases, 3-102, Granada Congress Centre, Spain, July 14-19, (2013-7)
- T.Ohta, H.Hashizume, M.Ito, K.Takeda, K.Ishikawa and M.Hori : "Bactericidal efficiency of reactive oxygen radicals for Fungi based on radical density measurement", 21th International Symposium on Plasma chemistry (ISPC2013), 7.39, Cairns Convention Centre, Australia, August 4-9, (2013-8)
- K.Ishikawa, H.Tanaka, H.Mizuno, H.Hashizume, T.Ohta, M.Ito, K.Takeda, S.Tajima, H.Kondo, M.Sekine and M.Hori : "Chemical analyses of edible meat irradiated atmospheric pressure plasmas", 2013 The Japan Society of Applied Physics (JSAP)- the Materials Research Society (MRS), 16a-M3-7 Doshisha University, Japan, Sep 16-20, (2013-9)
- H.Hashizume, T.Towatari, T.Ohta, K.Takeda, K.Ishikawa, M.Hori and M.Ito : "Observation of P.digitatum spores treated with oxygen radicals by confocal laser fluorescent microscopy", 2013 The Japan Society of Applied Physics (JSAP)- the Materials Research Society (MRS), 16p-M3-7, Doshisha University, Japan, Sep 16-20, (2013-9)
- T.Towatari, H.Hashizume, T.Ohta, M.Hori and M.Ito : "Inactivation of microorganisms by oxygen radical treatment in liquid phase", 2013 The Japan Society of Applied Physics (JSAP)- the Materials Research Society (MRS), 17p-PM4-6, Doshisha University, Japan, Sep 16-20, (2013-9)
- H.Hashizume, M.Suzuki, T.Ohta, M.Hori and M.Ito : "Control of proliferation activity on budding yeast cells by oxygen-radical treatment", 2013 The Japan Society of Applied Physics (JSAP)- the Materials Research Society (MRS), 17p-PM4-8, Doshisha University, Japan, Sep 16-20, (2013-9)
- H.Kato, T.Ohta, H.Hashizume, M.Hori and M.Ito : "Molecular structure analysis of Penicillium digitatum by Raman spectroscopy", 2013 The Japan Society of Applied Physics (JSAP)- the Materials Research Society (MRS), 17p-PM4-9, Doshisha University, Japan, Sep 16-20, (2013-9)
- T.Ohta, T.Hiraoka, N.Nishizawa, M.Hori and M.Ito : "Optical-fiber-type broadband cavity ring-down spectroscopy for bio-materials in plasma processing", 2013 The Japan Society of Applied Physics (JSAP)-the Materials Research Society (MRS), 17p-PM4-14, Doshisha University, Japan, Sep 16-20, (2013-9)
- T.Ohta, H.Hashizume, M.Ito, K.Takeda and M.Hori : "Growth control of budding yeast cells by oxygen-radical treatment", 66th Annual Gaseous Electronic Conference (GEC2013), LW3.00007, Westin Hotel Princeton, United States, September 30 - October 4, (2013)
- M.Ito, H.Hashizume, T.Ohta, K.Takeda, K.Ishikawa and M.Hori : "Reaction mechanism between cell membranes of P.digitatum spores and oxygen radicals", 66th Annual Gaseous Electronic Conference (GEC2013), MR1.00053, Westin Hotel Princeton, United States, September 30 - October 4, (2013)
- 橋爪 博司, 太田 貴之, 賈鳳東, 竹田 圭吾, 石川 健治, 堀 勝, 伊藤 昌文 : 「O (3P) と O₂ (1 Δ g) 密度測定によるミドリカビ胞子の殺菌因子の評価」, 第30回プラズマプロセス研究会(SPP-30), A1-03, アクトシティ浜松, (2013/1/21-23)
- 井上 真里, 太田 貴之, 伊藤 昌文, 堀 勝 : 「中高圧力におけるマイクロホローカソード放電中の粒子の挙動」, 第30回プラズマプロセス研究会(SPP-30), B6-03, アクトシティ浜松, (2013/1/21 -23)
- 島根 竜太郎, 熊谷 慎也, 太田 貴之, 伊藤 昌文, 堀 勝, 佐々木 実 : 「MEMS ノズルを利用した大気圧プラズマ照射によるマイクロ加工」, 第30回プラズマプロセス研究会(SPP-30), B6-04, アクトシティ浜松, (2013/1/21-23)
- 加藤 寛人, 橋爪 博司, 太田 貴之, 平松 美根男, 堀 勝, 伊藤 昌文 : 「大気圧酸素ラジカル源によって処理された微生物のラマン分光」, 第30回プラズマプロセス研究会(SPP-30), A7-03, アクトシティ浜松, (2013/1/21 -23)
- 安藤 睦, 竹田 圭吾, 太田 貴之, 伊東 昌文, 平松 美根男, 鈴木 智子, 井上 栄, 安藤 義則, 堀 勝 : 「散乱分光法を用いたカーボンナノチューブ合成アークプラズマ中の微粒子計測」, 第30回プラズマプロセス研究会(SPP-30), P2-49, アクトシティ浜松,

(2013/1/21-23)

安藤 睦, 太田 貴之, 竹田 圭吾, 伊藤 昌文, 平松 美根男, 鈴木 智子, 井上 栄, 安藤 義則, 堀 勝:「Ni-Y 含有炭素電極を用いたアークプラズマ中の微粒子の挙動」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 29a-B7-2, 神奈川工科大学, (2013/3/27-30)

堤 隆嘉, 竹田 圭吾, 石川 健治, 近藤 博基, 太田 貴之, 伊藤 昌文, 関根 誠, 堀 勝:「窒化ガリウム(GaN)向けサファイア基板の周波数領域型低コヒーレンス干渉計による温度計測(II)」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 29aB8-6, 神奈川工科大学, (2013/3/27-30)

加藤 寛人, 柴田 恭兵, 太田 貴之, 堤 隆嘉, 堀 勝, 伊藤 昌文:「低コヒーレンス干渉計を用いた基板温度計測における波長依存性」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 29a-B8-7, 神奈川工科大学, (2013/3/27-30)

H.Mizuno, K.Ishikawa, H.Tanaka, H.Hashizume, T.Ohta, M.Ito, K.Takeda, H.Kondo, M.Sekine, and M.Hori: "Identification of ESR signals arisen from Penicillium digitatum spores", 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 29p-B9-6, 神奈川工科大学, (2013/3/27-30)

橋爪 博司, 太田 貴之, 賈 鳳東, 竹田 圭吾, 石川 健治, 堀 勝, 伊藤 昌文:「非平衡大気圧プラズマより発生する活性酸素種の数密度測定とミドリカビ胞子の殺菌効果の評価」, 第 66 回日本酸化ストレス学会学術集会, O-54, WINC あいち, (2013/3/27-30)

石川 健治, 水野 寛子, 田中 宏昌, 橋爪 博司, 太田 貴之, 伊藤 昌文, 竹田 圭吾, 近藤 博基, 関根 誠, 堀 勝:「ミドリカビ胞子からの実時間その場 ESR 信号観察」, 第 66 回日本酸化ストレス学会学術集会, O-55, WINC あいち, (2013/3/27-30)

太田 貴之, 橋爪 博司, 伊藤 昌文, 石川 健治, 竹田 圭吾, 堀 勝:「低温酸素プラズマを用いたミドリカビ胞子の殺菌」, 第 66 回日本酸化ストレス学会学術集会, P-70, WINC あいち, (2013/3/27-30)

太田 貴之, 堤 隆嘉, 竹田 圭吾, 石川 健治, 堀 勝, 伊藤 昌文:「低コヒーレンス干渉計を用いたプラズマプロセス中のウエハ温度モニタリング技術の開発」, 平成 25 年電気学会 基礎・材料・共通部門大会, 12-B-a2-4, 横浜国立大学, (2013/9/12-13)

天野 智貴, 加納 浩之, 竹田 圭吾, 近藤 博基, 太田 貴之, 伊藤 昌文, 平松 美根男:「液中プラズマで合成したナノグラフェンを用いた燃料電池用白金触媒電極の特性評価」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 19a-C-4, 同支社大学京田辺キャンパス, (2013/9/16-

20)

安藤 睦, 竹田 圭吾, 近藤 博基, 石川 健治, 関根 誠, 太田 貴之, 伊藤 昌文:「ナノグラフェン合成中の液中プラズマの分光診断」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 19a-C-5, 同支社大学京田辺キャンパス, (2013/9/16-20)

【受賞】

太田 貴之, 橋爪 博司, 伊藤 昌文, 石川 健治, 竹田 圭吾, 堀 勝:「低温酸素プラズマを用いたミドリカビ胞子の殺菌」, 第 66 回日本酸化ストレス学会優秀演題賞

【特許】

伊藤 昌文, 橋爪 博司, 太田 貴之, 堀 勝「酵母の増殖方法および酵母の生菌数の制御方法」, 特願 2013-45836, (2013/3/8)

伊藤 昌文, 加納 浩之, 太田 貴之, 堀 勝「殺虫殺菌方法及び殺虫殺菌装置」, 特許 5170509 号, (2013/1/11)

堀 勝, 伊藤 昌文, 太田 貴之, 東島康裕:「マルチマイクロホローカソード光源および原子吸光分析装置」, 特許 5305411 号, (2013/7/5)

大野 英之

【その他】

金子 紀明, 林 優也, 飯岡 大輔, 山中 三四郎, 大野 英之:「低圧需要家用 SVC のリアクトル回路への通電試験」, 平成 25 年電気学会全国大会, 6-247, (2013-3)

中川 一路, 山中 三四郎, 大野 英之:「住宅用太陽光発電システムの簡易診断 ~%電力の検討~」, 平成 25 年電気学会全国大会, 7-053, (2013-3)

三宅 弘太郎, 山中 三四郎, 大野 英之:「AMeDAS を利用した%電力量の推定誤差に関する検討」, 平成 25 年電気学会全国大会, 7-054, (2013-3)

松井 隆晃, 山中 三四郎, 大野 英之:「ホットスポットが発生したモジュールの I-V 特性」, 平成 25 年電気学会全国大会, 7-057, (2013-3)

岩井 士郎, 山中 三四郎, 大野 英之:「分光日射分布の短絡電流に及ぼす影響(その 2) - 名城大学と沖永良部島の比較 -」, 平成 25 年電気学会全国大会, 7-064, (2013-3)

松井 隆晃, 山中 三四郎, 大野 英之:「各種モジュールに発生するホットスポットの調査」, 平成 25 年電気学会電力・エネルギー部門大会, 246, (2013-8)

岩井 士郎, 山中 三四郎, 大野 英之:「分光日射分布が短絡電流に及ぼす影響(その 3)」, 平成 25 年電気学会電力・エネルギー部門大会, 267, (2013-8)

金子 紀明, 飯岡 大輔, 山中 三四郎, 大野 英之:「配電損失削減を目的とした低圧需要家無効電力補償装

置の効率向上に関する検討」, 2013年電気設備学会全国大会 P10, (2013-9)

松井 隆晃, 山中 三四郎, 大野 英之: 「PV モジュールに発生するホットスポットの経時変化(その2)」, 太陽/風力エネルギー講演論文集, 86, (2013-11)

岩井 士郎, 山中 三四郎, 大野 英之: 「分光放射照度分布の影響を考慮した%電力量の補正-晴天指数を用いた補正法の検討-」, 太陽/風力エネルギー講演論文集, 136, (2013-11)

児玉 哲司

【学術論文】

T.Kodama and K.Nakahira: "Performance analysis of ultrasonic ranging using a digital polarity correlator", Meas.Sci.Technol.Vol.24, 015101 (8pp), (2012-12)

T.Kodama and N.Osakabe: "Two-electron interference in a coherent beam", Microscopy, Vol.62, Supplement 1, pp.S119-S129, (2013-4)

【その他】

石田 高史, 川崎 忠寛, 丹司 敬義, 児玉 哲司, 生田 孝, 小粥 啓子: 「位相計測のための光ファイバーアレイ電子検出器の開発Ⅱ」, 日本電子顕微鏡学会第68回学術講演会発表要旨集, 21-P18, (2013-5)

清水 教之

【学術論文】

T.Okumura, Y.Muramoto and N.Shimizu: "Influence of DC Electric Field on Growth of Daikon Radish (*Raphanus sativus*)", IEEE Transaction on Dielectric and Electric Insulation, Vol.19, No.6, pp.2237-2244, (2012)

村本 裕二, 竹本 和史, 藤井 庸平, 清水 教之: 「低温での電気二重層内のイオンの振る舞い」, 低温工学, 48 巻, 10 号, pp.517 - 521, (2013)

村本 裕二, 藤井 庸平, 清水 教之: 「電気二重層内のイオンの振る舞い-電気二重層の静電容量に及ぼす充電電圧波形と冷却の影響-」, 静電気学会誌, 37 巻, 6 号, (2013)

T.Okumura, Y.Muramoto and N.Shimizu: "Dependency of *Arabidopsis thaliana* growth on DC Electric Field Intensity", IEEE Transaction on Dielectric and Electric Insulation, (2014)

土屋 龍平, 村本 裕二, 清水 教之: 「固化したアルコール水溶液の交流絶縁破壊特性」, 電気学会論文誌 A, Vol.134, No.3, (2014)

R.Tsuchiya, Y.Muramoto and N.Shimizu: "A.C.Breakdown Properties of Ice-Alcohol Mixed System", 2013 IEEE

International Conference on Solid Dielectrics (2013 ICSD, CFP13ICS-USB), POST-05: 7, pp.533-536, June 30th - July 4th, (2013)

Y.Muto, Y.Muramoto and N.Shimizu: "Dielectric Constant and Depolarization Current of Ice", 2013 IEEE International Conference on Solid Dielectrics (2013 ICSD, CFP13ICS-USB), POST-05: 8, pp.537-540, June 30th - July 4th, (2013)

T.Okumura, Y.Muramoto and N.Shimizu: "Polarity Effect on Growth Acceleration of *Arabidopsis Thaliana* by DC Electric Field", 2013 IEEE International Conference on Solid Dielectrics (2013 ICSD, CFP13ICS-USB), POST-05: 22, pp.591-594, June 30th - July 4th, (2013)

K.Tanabe, Y.Muramoto and N.Shimizu: "Effect of H₂O Molecule on Electrical Tree Initiation Voltage of Silicone Rubber", 2013 IEEE International Conference on Solid Dielectrics (2013 ICSD CFP13ICS-USB), POST-07: 8, pp.760-763, June 30th - July 4th, (2013)

【その他】

村上 祐一, 村本 裕二, 清水 教之: 「パルス間隔が高電界パルスを用いた液体の殺菌に及ぼす影響」, 平成25年電気学会全国大会, No.1-165, (2013-3)

土屋 龍平, 村本 裕二, 清水 教之: 「77Kにおける氷-プロパノール混合系の交流絶縁破壊特性」, 平成25年電気学会全国大会, No.2-006, (2013-3)

武藤 佳子, 村本 裕二, 清水 教之: 「水エレクトレットの電荷量」, 平成25年電気学会全国大会, No.2-022, (2013-3)

田邊 顕, 村本 裕二, 清水 教之: 「シリコーンゴムの電気トリ-発生電圧に及ぼすH₂O分子の影響」, 平成25年電気学会全国大会, No.2-072, (2013-3)

奥村 賢直, 村本 裕二, 清水 教之: 「直流電界がシロイヌナズナの成長に及ぼす影響-極性の効果-」, 平成25年電気学会全国大会, No.2-101, (2013-3)

山口 耕平, 村本 裕二, 清水 教之: 「酸化チタンペースト内に存在する水が色素増感太陽電池の特性に与える影響」, 平成25年電気学会全国大会, No.7-050, (2013-3)

奥村 賢直, 村本 裕二, 清水 教之: 「負極性直流電界がシロイヌナズナの成長に及ぼす効果」, 2013年電気関係学会東海支部連合大会, No.D3-6, (2013-9)

村上 祐一, 村本 裕二, 清水 教之: 「高電界パルスによる牛乳中の大腸菌の殺菌」, 2013年電気関係学会東海支部連合大会, No.D3-7, (2013-9)

土屋 龍平, 村本 裕二, 清水 教之: 「77Kにおける氷-1, 3-プロパンジオール混合系の交流絶縁破壊特性」,

2013年電気関係学会東海支部連合大会, No.A3-8, (2013-9)

山口 耕平, 村本 裕二, 清水 教之:「色素吸着量が色素増感太陽電池の特性に及ぼす影響」, 2013年電気関係学会東海支部連合大会, No.B4-4, (2013-9)

田邊 顕, 村本 裕二, 清水 教之:「シリコンゴムの電気トリ-発生に及ぼす油浸漬の影響」, 2013年電気関係学会東海支部連合大会, No.A4-8, (2013-9)

武藤 佳子, 村本 裕二, 清水 教之:「水エレクトレットにおける電荷量とポーリング時間との関係」, 2013年電気関係学会東海支部連合大会, No.A5-1, (2013-9)

清水 教之:「物語 交流電気トリ-発生機構」, 第44回電気電子絶縁材料システムシンポジウム, M-1, (2013-11)

土屋 龍平, 村本 裕二, 清水 教之:「固化した炭素数3アルコール水溶液の交流絶縁破壊電圧」, 第44回電気電子絶縁材料システムシンポジウム, MVP-3, (2013-11)

下山 宏

【学術論文】

H.Yasuda, T.Haraguchi, H.Yabara, K.Takahata, H.Murata, E.Rokuta, and H.Shimoyama: "Multiaxis and multibeam technology for high throughput maskless E-beam lithography", J.Vac.Sci.Technol.B, Vol.30, No.6, pp.06FC01-1 - 06FC01-7, (2012-11/12)

安田 洋, 原口 岳士, 矢原 秀文, 高畑 公二, 下山 宏, 六田 英治, 村田 英一, 久保田 雅則, 三田 吉郎, 浅田 邦博:「電子線直接描画の高スループット化実現のための多軸・多ビーム化技術」, Nanotech Japan Bulletin (WEB マガジン), Vol.6, No.5, 2013年10月30日発行, (2013-10)

【その他】

石神 宙愛, 市來 康平, 村田 英一, 下山 宏:「境界電荷法および境界磁荷法を用いた磁界重畳型対物レンズの解析」, 日本顕微鏡学会 第69回学術講演会, 21-P15, (2013-5)

下山 宏:「名古屋大学における超高压電顕用FE電子銃の開発(1983年からの10年間)」, 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153回研究会資料, pp.9-14, (2013-9)

渡辺 和寛, 江村 泰明, 村田 英一, 六田 英治, 下山 宏, 安田 洋, 原口 岳士:「ショットキー放出されたLaB6電子銃の電子放出実験」, 2013年<第74回>応用物理学会秋季学術講演会, 18a-A13-7, 同講演

予稿集(CD-ROM), pp.07-091, (2013-9)

市來 康平, 石神 宙愛, 稲垣 亮祐, 村田 英一, 下山 宏:「境界電荷法および境界磁荷法を用いた磁界重畳型対物レンズの解析」, 2013年<第74回>応用物理学会秋季学術講演会, 16a-A13-4, 同講演予稿集(CD-ROM), pp.07-026, (2013-9)

稲垣 亮祐, 村田 英一, 下山 宏:「磁界重畳型対物レンズを搭載したSEEM/PEEM装置の分解能測定」, 平成25年度電気関係学会東海支部連合大会, G1-4, 同講演論文集(CD-ROM), G1-4, (2013-9)

石神 宙愛, 村田 英一, 下山 宏:「磁気飽和を考慮した境界磁荷法」, 平成25年度電気関係学会東海支部連合大会, G1-5, 同講演論文集(CD-ROM), G1-5, (2013-9)

村田 英一, 下山 宏, 根尾 陽一郎, 三村 秀典, 吉田 知也, 長尾 昌善:「静電レンズ一体型 Field Emitter Array の電子軌道解析」, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.113, No.257 (信学技法, ED2013), (2013-10)

石神 宙愛, 村田 英一, 下山 宏:「磁気飽和を考慮した境界磁荷法の開発」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013, B7, 同講演予稿集, p.27, (2013-11)

市來 康平, 石神 宙愛, 村田 英一, 下山 宏:「境界電荷法および境界磁荷法を用いた磁界重畳型対物レンズの解析」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013, B8, 同講演予稿集, p.28, (2013-11)

稲垣 亮祐, 村田 英一, 下山 宏:「磁界重畳型対物レンズを搭載したSEEM/PEEM装置の分解能測定」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013, B9, 同講演予稿集, p.29, (2013-11)

須田 孝二, 村田 英一, 下山 宏:「電子銃加速空間における電子間クーロン相互作用」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013, P23, 同講演予稿集, p.55, (2013-11)

渡辺 和寛, 江村 泰明, 村田 英一, 六田 英治, 下山 宏, 安田 洋, 原口 岳士:「ショットキー電子放出実験による電子放出エミッタの幾何学的形状因子の決定」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013, P24, 同講演予稿集, p.56, (2013-11)

辰野 恭市

【その他】

飛田 稔, 楊 嫻静, 山本 裕介, 前川 直毅, 鈴木 啓竜, 赫英新, 辰野 恭市:「配電作業におけるボルト挿入の実験-手探り動作によるアームタイ上のボルト穴への挿入-」, ROBOMECH2013, 1A2-Q05, (2013-5)

鈴木 啓竜, 飛田 稔, 前川 直毅, 山本 裕介, 楊 嫻静,

- 辰野 恭市, 赫英新(ハートリンク):「配電作業ロボットのシミュレータの開発」, ROBOMECH2013, 1A2-Q07, (2013-5)
- 辰野 恭市:「作業シナリオ作成の重要性ー福島第1原発廃止措置のための作業シナリオのイメージ」第31回日本ロボット学会学術講演会, 2L1-01, (2013-9)
- 楊嫻静, 飛田 稔, 鈴木 啓竜, 江本 健吾, 辰野 恭市:「半自律配電作業ロボットにおけるボルトの画像認識」第31回日本ロボット学会学術講演会, 1E2-04, (2013-9)
- M.Hida, X.Yang, T.Suzuki, K.Emoto, Y.He and K.Tatsuno: "A Task skill for Inserting Bolt on Power Distribution Line Maintenance", MHS2013 P1-3, (2013-11)
- Y.He, M.Hida, T.Suzuki, K.Emoto, Y.HE, K.Tatsuno: "Image Recognition of a Bolt in Power Distribution Line Maintenance tasks for an Autonomous Robot", MHS2013 P1-6, (2013-11)
- Othmane.A, M.Hida, X.Yang, T.Suzuki, K.Emote, R.Tanaka, Y.Shibata and K.Tatsuno: "Improvement of the Face of a Remote Visitor Robot", MHS2013 P1-7, (2013-11)
- 田中 亮次, 柴田 有加, 江本 健, 福田 皇久, アティフ・オスマン, 辰野 恭市:「遠隔訪問ロボットの首振り動作の導入」, SI2013, 1K3-4, (2013-12)
- 鈴木 啓竜, 江本 健吾, 柴田 将志, 飛田 稔, 辰野 恭市:「配電作業ロボットのマニュアル操作のためのマスターアームの一方式の提案」, SI2013, 3L2-1, (2013-12)
- 新美 孔基, 横井 宏明, 都竹 愛一郎:「タクシー無線が地上デジタル放送波に与える影響ータクシー無線対策フィルターの比較ー」, 映像情報メディア学会放送技術研究会, Vol.37, No.9, BCT2013-38, (2013-2)
- 伊藤 寿章, 横井 宏明, 都竹 愛一郎:「標準電波 JYJ の伝播特性に関する研究」, 映像情報メディア学会放送技術研究会, Vol.37, No.9, BCT2013-39, (2013-2)
- 横井 宏明, 村田 英一, 都竹 愛一郎:「地上デジタル放送受信機の高性能化の検討ー市販受信機との性能比較ー」, 映像情報メディア学会放送技術研究会, Vol.37, No.9, BCT2013-40, (2013-2)
- 横井 宏明, 村田 英一, 都竹 愛一郎:「地上デジタル放送受信機の高性能化の検討」, 照明学会東海支部若手セミナー, pp.57-58, (2013-3)
- 横井 宏明, 柄松 裕作, 日紫 喜勇輔, 都竹 愛一郎:「地上デジタル放送受信機の高性能化の検討」, 電気関係学会東海支部連合大会, Po1-19, (2013-9)
- 柄松 裕作, 横井 宏明, 日紫 喜勇輔, 都竹 愛一郎:「地上デジタル放送波の到来角度の推定」, 電気関係学会東海支部連合大会, I1-5, (2013-9)
- 日紫 喜勇輔, 柄松 裕作, 横井 宏明, 都竹 愛一郎:「長波 JYJ 電波の電界強度の3次元測定」, 電気関係学会東海支部連合大会, Po2-1, (2013-9)

【特許】

- 都竹 愛一郎:「時刻情報送信装置, 時刻情報送信方法および時刻情報送信プログラム」, 特許登録 5170663, (2013-1)
- 都竹 愛一郎:「電波時計の時刻補正方法」, 出願番号 2013-171543, (2013-8)

中條 涉

【その他】

- N.Tripathi: "Communication Capacity of Dual K-band and Millimeter-Wave Frequency use During Rain Attenuation", IEEE Nagoya Chapter Midland Student Express 2013 Spring, S3-3, (2013-4)
- Y.Ogawa: "Correlation between Rain Attenuation and Rainfall Intensity of 60-GHz Terrestrial Link", IEEE Nagoya Chapter Midland Student Express 2013 Autumn, S6-2, (2013-12)
- Y.Takai: "A Study of LED Visible Light Parallel Communication with CCD Camera", IEEE Nagoya Chapter Midland Student Express 2013 Autumn, S7-2, (2013-12)

都竹 愛一郎

【その他】

平松 美根男

【著書】

- M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori: "Graphene Nanowalls", New Progress on Graphene Research, (edited by Jian Ru Gong), Chapter 9, pp.235-260, InTech, (<http://dx.doi.org/10.5772/51528>), (2013-3)

【学術論文】

- M.Hiramatsu, M.Naito, H.Kondo, and M.Hori: "Fabrication of graphene-based films using microwave-plasma-enhanced chemical vapor deposition", Japanese Journal of Applied Physics, Vol.52, 01AK04 (5 pages), DOI: 10.7567/JJAP.52.01AK04, (2013-1)
- M.Hiramatsu, S.Mitsuguchi, T.Horibe, H.Kondo, M.Hori, and H.Kano: "Fabrication of carbon nanowalls on carbon fiber paper for fuel cell application", Japanese Journal of Applied Physics, Vol.52, 01AK03 (5 pages),

- DOI : 10.7567/JJAP.52.01AK03, (2013-1)
- M.Hiramatsu, Y.Nihashi, H.Kondo, and M.Hori :
“Nucleation control of carbon nanowalls using inductively coupled plasma-enhanced chemical vapor deposition”, Japanese Journal of Applied Physics, Vol.52, 01AK05 (6 pages), DOI : 10.7567/JJAP.52.01AK05, (2013-1)
- T.Horibe, H.Kondo, K.Ishikawa, H.Kano, M.Sekine, M.Hiramatsu, and M.Hori : “Supercritical fluid deposition of high-density nanoparticles of photocatalytic TiO₂ on carbon nanowalls”, Applied Physics Express, Vol.6, 045103 (3 pages), DOI : 10.7567/APEX.6.045103, (2013-4)
- H.Watanabe, H.Kondo, M.Hiramatsu, M.Sekine, S.Kumar, K.Ostrikov, and M.Hori : “Surface chemical modification of carbon nanowalls for wide-range control of surface wettability”, Plasma Processes and Polymers, Vol.10, pp.582-592, DOI : 10.1002/ppap.201200141, (2013-7)
- H.Shimoeda, H.Kondo, K.Ishikawa, M.Hiramatsu, M.Sekine, and M.Hori : “Atomic oxygen etching from the top edges of carbon nanowalls”, Applied Physics Express, Vol.6, 045103 (3 pages), DOI : 10.7567/APEX.6.095201, (2013-8)
- 【その他】
- H.Kato, H.Hashizume, T.Ohta, M.Hiramatsu, M.Hori, and M.Ito : “Raman Spectroscopy of Microorganisms Treated by Atmospheric-pressure Oxygen-radical Source”, 第30回プラズマプロセス研究会, 浜松市, アクトシティ浜松・研修交流センター, (2013-1)
- K.Yoshida, M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori : “Electrochemical Characterization of Carbon Nanowall Electrode for Electric Double Layer Capacitor Application”, 第30回プラズマプロセス研究会, 浜松市, アクトシティ浜松・研修交流センター, (2013-1)
- T.Horibe, H.Kondo, H.Kano, K.Ishikawa, M.Hiramatsu, M.Sekine, and M.Hori : “High-density Supporting of Pt-Au Nanoparticles on Carbon Nanowalls by Two-step Supporting 201 Technique Employing Supercritical Fluid”, 第30回プラズマプロセス研究会, 浜松市, アクトシティ浜松・研修交流センター, (2013-1)
- R.Tsukada, M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori : “Area Selective Growth of Carbon Nanowalls by Nucleation Control of Nanographene Using Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition”, 第30回プラズマプロセス研究会, 浜松市, アクトシティ浜松・研修交流センター, (2013-1)
- Y.Kashima, M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori : “Fabrication of Carbon Films Using Microwave Plasma-enhanced CVD in Surface Wave Mode”, 第30回プラズマプロセス研究会, 浜松市, アクトシティ浜松・研修交流センター, (2013-1)
- M.Nagashima, H.Watanabe, M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori : “Biosensor Properties of Carbon Nanowalls Fabricated Using Radical Injection Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition”, 第30回プラズマプロセス研究会, 浜松市, アクトシティ浜松・研修交流センター, (2013-1)
- A.Ando, K.Takeda, Ohta, M.Ito, M.Hiramatsu, T.Suzuki, S.Inoue, Y.Ando, and M.Hori : “Measurement of Particles in Arc Plasma for Synthesizing Single-wall Carbon Nanotubes Using Light Scattering Spectroscopy”, 第30回プラズマプロセス研究会, 浜松市, アクトシティ浜松・研修交流センター, (2013-1)
- H.Watanabe, H.Kondo, Y.Okamoto, M.Sekine, M.Hiramatsu, Y.Baba, and M.Hori : “Effects of carbon nanowall scaffold and their chemical termination on cell culturing”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2013), Nagoya University, (2013-1)
- A.Ando, K.Takeda, T.Ohta, M.Ito, M.Hiramatsu, T.Suzuki, S.Inoue, Y.Ando, and M.Hori : “Diagnostics of particles in arc plasma for synthesizing single-wall carbon nanotubes”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2013), Nagoya University, (2013-1)
- T.Horibe, H.Kondo, H.Kano, K.Ishikawa, M.Sekine, M.Hiramatsu, and M.Hori : “Formation and characteristics of Pt-Au nanoparticles supported on carbon nanowalls (CNWs) employing a supercritical fluid”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2013), Nagoya University, (2013-1)
- H.Shimoeda, H.Kondo, K.Takeda, K.Ishikawa, M.Hiramatsu, M.Sekine, M.and Hori : “Effects of morphological changes induced by hydrogen peroxide treatment on electrical properties of carbon nanowalls”, 5th International Symposium on Advanced

- Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2013), Nagoya University, (2013-1)
- H.Cho, H.Kondo, K.Ishikawa, M.Sekine, M.Hiramatsu, and M.Hori : “Crystallographic and electrical properties of vertically-grown graphene sheets by CH₄/H₂ plasma”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2013), Nagoya University, (2013-1)
- R.Tsukada, M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori : “Area-selective growth of carbon nanowall using plasma-enhanced CVD”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2013), Nagoya University, (2013-1)
- Y.Kashima, M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori : “Fabrication of carbon films using microwave plasma-enhanced CVD”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2013), Nagoya University, (2013-1)
- H.Kato, H.Hashizume, T.Ohta, M.Hiramatsu, M.Ito, and M.Hori : “Raman spectroscopy of penicillium digitatum spores treated by atmospheric-pressure oxygen-radical source”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2013), Nagoya University, (2013-1)
- Y.Kawai, Y.Honda, M.Yamaguchi, H.Amano, H.Kondo, M.Hiramatsu, H.Kano, K.Yamakawa, S.Den, and M.Hori : “In-situ observation of emission peak transition from GaN to Al_{0.34}Ga_{0.66}N by introducing in-situ cathode luminescence in plasma-assisted molecular beam epitaxy using high-density nitrogen radical source”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2013), Nagoya University, (2013-1)
- K.Yoshida, M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori : “Electrochemical evaluation of carbon nanowalls as electric double layer capacitor”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2013), Nagoya University, (2013-1)
- M.Nagashima, H.Watanabe, M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori : “Plasma surface modification of carbon nanowalls for biosensor application”, 5th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlasma2013), Nagoya University, (2013-2)
- 河合 洋次郎, 本田 善央, 山口 雅史, 天野 浩, 近藤 博基, 平松 美根男, 加納 浩之, 山川 晃司, 昭 治, 堀 勝 : 「高密度ラジカル源を用いた分子線エピタキシー法による III 族窒化物エピタキシャル成長」, No.13-11 IIP2013 情報・知能・精密機器部門 (IIP 部門) 講演会 (情報・知能・精密機器部門 企画), 東洋大学, (2012-3)
- Y.Kawai, Y.Honda, M.Yamaguchi, H.Amano, H.Kondo, M.Hiramatsu, H.Kano, K.Yamakawa, S.Den, and M.Hori : “AlN growth on (100) β-Ga₂O₃ by plasma-assisted molecular beam epitaxy using high-density radical source”, 17th European Molecular Beam Epitaxy Workshop (EURO MBE 2013), Levi, Finland, (2013-3)
- 安藤 睦, 太田 貴之, 竹田 圭吾, 伊藤 昌文, 平松 美根男, 鈴木 智子, 井上 栄, 安藤 義則, 堀 勝 : 「Ni-Y 含有炭素電極を用いたアークプラズマ中の微粒子の挙動」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013-3)
- 堀部 剛良, 近藤 博基, 加納 浩之, 石川 健治, 関根 誠, 平松 美根男, 堀 勝 : 「超臨界流体を用いた 2 段階担持プロセスによるカーボンナノウォールへの Pt ナノ微粒子の超高密度担持および粒径分布制御」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013-3)
- 趙亨峻, 近藤 博基, 石川 健治, 関根 誠, 平松 美根男, 堀 勝 : 「窒素プラズマを用いた化学修飾によるカーボンナノウォールの構造および電気的特性の制御」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013-3)
- 下枝 弘尚, 近藤 博基, 石川 健治, 平松 美根男, 関根 誠, 堀 勝 : 「カーボンナノウォールの結晶構造に対するラジカル酸化効果 (II)」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013-3)
- Y.Kawai, Y.Honda, M.Yamaguchi, H.Amano, H.Kondo, M.Hiramatsu, H.Kano, K.Yamakawa, S.Den, and M.Hori : “Realization of superior crystalline quality of thick In_{0.1}Ga_{0.9}N epilayer grown by plasma-assisted molecular beam epitaxy using high-density radical source”, 55th Electronic Materials Conference (EMC), University of Notre Dame, Notre Dame, Indiana, USA, (2013-6)
- K.Yoshida, Y.Yamashita, M.Ito, M.Hiramatsu, H.Kano,

- J.Jolibois, J.Kularatne, H.Kondo, and M.Hori :
 “Preparation of Pt/nanographene paste using alcohol in-liquid plasma for fuel cell application”, The 12th Asia Pacific Physics Conference of AAPPS/ The third Asia-Europa Physics Summit (APPC12/ASEPS3), International Conference Halls, Makuhari Messe Chiba, D2-PTu-2, (2013-7)
- R.Tsukada, M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori :
 “Nucleation Control of Carbon Nanowalls Using Inductively Coupled Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition”, The 12th Asia Pacific Physics Conference of AAPPS/ The third Asia-Europa Physics Summit (APPC12/ASEPS3), International Conference Halls, Makuhari Messe Chiba, D2-PTu-11, (2013-7)
- Y.Kashima, M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori :
 “Fabrication of Carbon Films Using Microwave Plasma-Enhanced CVD in Surface Wave Mode”, The 12th Asia Pacific Physics Conference of AAPPS/ The third Asia-Europa Physics Summit (APPC12/ASEPS3), International Conference Halls, Makuhari Messe Chiba, A3-PTu-2, (2013-7)
- H.Shimoeda, H.Kondo, K.Ishikawa, M.Hiramatsu, M.Sekine, and M.Hori : “Crystallographic and Chemical Modification of Carbon Nanowalls by Radical Oxidation”, The 12th Asia Pacific Physics Conference of AAPPS/ The third Asia-Europa Physics Summit (APPC12/ ASEPS3), International Conference Halls, Makuhari Messe Chiba, A3-3-O4, (2013-7)
- A.Ando, T.Ohta, K.Takeda, M.Ito, M. Hiramatsu, T.Suzuki, S.Inoue, Y.Ando, and M.Hori : “Optical emission spectroscopy of arc plasma using Ni-Y catalyst for synthesizing single-walled carbon nanotubes”, The 12th Asia Pacific Physics Conference of AAPPS/ The third Asia-Europa Physics Summit (APPC12/ ASEPS3), International Conference Halls, Makuhari Messe Chiba, D2-PTu-16, (2013-7)
- Y.Kashima, M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori :
 “Fabrication of Graphene Films Using Microwave Plasma-enhanced CVD in Surface Wave Mode”, The 35th International Symposium on Dry Process (DPS2013), Ramada Plaza Jeju Hotel, Korea, P-34, (2013-8)
- R.Tsukada, M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori :
 “Nucleation Control of Nanographene Using Inductively Coupled Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition”, The 35th International Symposium on Dry Process (DPS2013), Ramada Plaza Jeju Hotel, Korea, P-35, (2013-8)
- K.Yoshida, Y.Yamashita, M.Ito, M.Hiramatsu, H.Kano, J.Jolibois, J.Kularatne, H.Kondo, and M.Hori :
 “Preparation of Pt/nanographene paste using alcohol in-liquid plasma for fuel cell application”, The 35th International Symposium on Dry Process (DPS2013), Ramada Plaza Jeju Hotel, Korea, P-55, (2013-8)
- 下枝 弘尚, 近藤 博基, 石川 健治, 平松 美根男, 関根 誠, 堀 勝 : 「カーボンナノウォールに対する酸素原子及びアルゴンイオンの同時照射効果」, 第73回応用物理学会学術講演会, 同志社大学京田辺キャンパス, 18a-B2-5, (2013-9)
- 近藤 博基, 渡邊 均, 石川 健治, 関根 誠, 堀 勝, 平松 美根男 : 「カーボンナノウォールの表面化学修飾とナノバイオ応用」, 第73回応用物理学会学術講演会, 同志社大学京田辺キャンパス, 19a-C2-3, (2013-9)
- 天野 智貴, 加納 浩之, 竹田 圭吾, 近藤 博基, 太田 貴之, 伊藤 昌文, 平松 美根男, 石川 健治, 関根 誠, 堀 勝 : 「液中プラズマで合成したナノグラフェンを用いた燃料電池用白金触媒電極の特性評価」, 第73回応用物理学会学術講演会, 同志社大学京田辺キャンパス, 19a-C2-4, (2013-9)
- 安藤 睦, 竹田 圭吾, 近藤 博基, 石川 健治, 関根 誠, 太田 貴之, 伊藤 昌文, 平松 美根男, 加納 浩之, 堀 勝 : 「ナノグラフェン合成中の液中プラズマの分光診断」, 第73回応用物理学会学術講演会, 同志社大学京田辺キャンパス, 19a-C2-5, (2013-9)
- M.Hiramatsu, R.Tsukada, H.Kondo, and M.Hori :
 “Nucleation control of self-organized vertical nanographenes using inductively coupled plasma enhanced chemical vapor deposition”, 19th International Vacuum Congress (IVC-19), Palais des Congrès, Paris, France, NST/SS-8-Or-3, (2013-9)
- (招待講演) 平松 美根男 : 「プラズマを用いたグラフェンのCVD」, 大阪大学接合科学研究所平成25年度共同研究成果発表会, 大阪大学接合科学研究所荒田記念館, (2013-11)
- 加島 洋平, 平松 美根男, 近藤 博基, 堀 勝 : 「マイクロ波プラズマCVD法を用いたグラフェンの作製」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013, 名古屋大学, B4, (2013-11)
- 塚田 僚介, 平松 美根男, 近藤 博基, 堀 勝 : 「カーボンナノウォールの核発生制御に関する研究」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013, 名古屋大学, B6, (2013-11)

- 加藤 寛人, 太田 貴之, 橋爪 博司, 平松 美根男, 堀 勝, 伊藤 昌文:「ラマン散乱分光法による生体試料の分子構造解析」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013, 名古屋大学, P11, (2013-11)
- 吉田 圭佑, 伊藤 昌文, 平松 美根男, 加納 浩之, J.Jolibois, J.Kularatne, 近藤 博基, 堀 勝:「ラ燃料電池用途のためのアルコールを溶媒とする液中プラズマを用いたナノグラフェンの合成」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013, 名古屋大学, P16, (2013-11)
- (Invited) M.Hiramatsu: “Carbon nanowalls: synthesis and application”, International Conference on Surface Engineering (ICSE 2013), Haeundae Grand Hotel, Busan, Korea, (2013-11)
- (招待講演) 平松 美根男:「プラズマを用いたグラフェンの CVD」, 第 15 回プラズマ新領域研究会「ダイヤモンドおよびグラフェン関連物質のプラズマプロセスと先進応用」, 名城大学名駅サテライト多目的室, (2013-11)
- 塚田 僚介, 平松 美根男, 近藤 博基, 堀 勝:「カーボンナノウォールの核発生制御に関する研究」, 電気学会プラズマ研究会, 名城大学名駅サテライト多目的室, PST-13-125, (2013-11)
- 加島 洋平, 平松 美根男, 近藤 博基, 堀 勝:「マイクロ波プラズマ CVD 法を用いたグラフェンの作製」, 電気学会プラズマ研究会, 名城大学名駅サテライト多目的室, PST-13-126, (2013-11)
- 安藤 睦, 竹田 圭吾, 近藤 博基, 石川 健治, 関根 誠, 太田 貴之, 伊藤 昌文, 平松 美根男, 加納 浩之, 堀 勝:「ナノグラフェン合成のための気-液プラズマの分光計測」, 電気学会プラズマ研究会, 名城大学名駅サテライト多目的室, PST-13-127, (2013-11)
- (招待講演) 平松 美根男:「プラズマを用いたグラフェンの CVD」, 平成 25 年度名城大学総合研究所ナノカーボンセンター中間報告会, 名城大学, (2013-11)
- (Invited) M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori: “Synthesis of graphene nanowalls for clean energy application”, International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC' 2013), Rio Hotel, Las Vegas, USA, L3-Dec-03, (2013-12)
- (Invited) M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori: “S Controlled synthesis and nano-bio applications of carbon nanowalls based on advanced plasma technology”, International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC' 2013), Rio Hotel, Las Vegas, USA, L5-Dec-04, (2013-12)
- K.Yoshida, Y.Yamashita, M.Ito, M.Hiramatsu, H.Kano, J.Jolibois, J.Kularatne, H.Kondo, and M.Hori: “Synthesis of nanographene using alcohol in-liquid plasma for fuel cell application”, 23rd Annual Meeting of MRS-J, 横浜市開港記念館, (2013-12)
- (Invited) M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori: “Carbon nanowalls: growth control and their clean applications”, 2013 The 8th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology (APSPT-8), (2013-12)
- 堀田 一弘**
- 【著書】**
- 堀田 一弘:「画像からの対象検出」, 『Computer Graphics Gems JP 2013』, 第 3 章, ボーンデジタル, (2013-8)
- 【学術論文】**
- 熊谷 章平, 堀田 一弘:「識別器を用いた細胞内画像からの輝点計数」, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J96-D, No.4, pp.904-908, (2013-4)
- 【その他】**
- S.Kumagai and K.Hotta: “Light Spot Counting in Intracellular Images using Partial Least Squares Regression and Correlation between Features”, 1st International Workshop on BioImage Recognition (BIR2013), IEEE, (2013-12)
- T.Hayashi and K.Hotta: “Action Recognition Using Effective Mask Patterns Selected from an Classificational Viewpoint”, IEEE International Symposium on Multimedia (ISM2013), IEEE, (2013-12)
- T.Okabe and K.Hotta: “Accuracy Improvement of Melanosome Tracking by Error Correction”, International Conference on Digital Image Computing: Techniques and Applications (DICTA2013), IEEE, (2013-11)
- S.Kumagai and K.Hotta: “Light Spot Counting in Intracellular Images using Partial Least Squares Regression”, 14th International Conference on Systems Biology, (2013-8)
- T.Niwa and K.Hotta: “Light Spot Detection in Intracellular Images Using Contextual Information”, 14th International Conference on Systems Biology, (2013-8)
- K.Chigusa and K.Hotta: “Asbestos Counting in Building Materials by Integrating Various Kinds of Classifiers”, International Workshop on Nonlinear Circuits and Signal Processing (NCSP2013), (2013-3)
- M.Shimomura and K.Hotta: “Melanosome Tracking Using Prediction by Support Vector regression and Revision by

- Appearance Features”, 10th International Conference on Signal Processing (SPPRA2013), (2013-2)
- T.Omiya and K.Hotta: “Image Labeling Using Integration of Local and Global Features”, International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods (ICPRAM2013), (2013-2)
- T.Niwa and K.Hotta: “Unsupervised Light Spot Detection Using Background Subtraction,” International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods (ICPRAM2013), (2013-2)
- 熊谷 章平, 堀田 一弘: 「複数特徴量と Partial Least Squares 回帰による細胞内画像中の輝点計数」, 東海支部大会, (2013-9)
- 谷 雄太, 堀田 一弘: 「Bag of Words を用いた人領域の検出」, 東海支部大会, (2013-9)
- 丹羽 貴也, 堀田 一弘: 「文脈情報を用いた細胞内画像からの輝点検出」, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), (2013-8)
- 林 巧, 堀田 一弘: 「変数選択法により選択された有効なマスクパターンを用いた行動認識」, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), (2013-8)
- 熊谷 章平, 堀田 一弘: 「細胞内画像中の輝点検出と円当てはめによる最適な半径の推定」, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), (2013-8)
- 尾宮 匠人, 堀田 一弘: 「Bag-of-Words を用いた共起ヒストグラムによる画像ラベリング」, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), (2013-8)
- 千種 健司, 堀田 一弘: 「建築材料中のアスベスト及びその他の粒子の自動検出」, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013), (2013-8)
- 近藤 真暉, 堀田 一弘: 「動的輪郭モデルを用いた唇輪郭の自動抽出と発話認識への応用」, 電子情報通信学会総合大会, 学生ポスターセッション, (2013-3)
- 村田 英一**
- 【学術論文】**
- Y.Neo, A.Koike, T.Fujino, H.Mimura, H.Murata, T.Yoshida, T.Nishi and M.Nagao: “Electron Optical Properties of Microcolumn with Field Emitter”, Japanese Journal of Applied Physics Vol.52, pp.036603-1 -036603-5, (2013-2)
- A.Koike, Y.Neo, H.Mimura, H.Murata, T.Yoshida, T.Nishi and M.Nagao: “Field Emitter Equipped With a Suppressor to Control Emission Angle”, IEEE Electron Device Lett., Vol.34, pp.704 – 706, (2013-5)
- 【その他】**
- 石神 宙愛, 市來 康平, 村田 英一, 下山 宏: 「境界電荷法および境界磁荷法を用いた磁界重畳型対物レンズの解析」, 日本顕微鏡学会 第 69 回学術講演会 21-P15, (2013-5)
- 渡辺 和寛, 江村 泰明, 村田 英一, 六田 英治, 下山 宏, 安田 洋, 原口 岳士: 「ショットキー放出された LaB6 電子銃の電子放出実験」, 2013 年秋季<第 74 回>応用物理学会学術講演会 18a-A13-7, 同講演予稿集 (CD-ROM), pp.07-091, (2013-9)
- 市來 康平, 石神 宙愛, 稲垣 亮祐, 村田 英一, 下山 宏: 「境界電荷法および境界磁荷法を用いた磁界重畳型対物レンズの解析」, 2013 年<第 74 回>応用物理学会秋季学術講演会 16a-A13-4, 同講演予稿集 (CD-ROM), pp.07-026, (2013-9)
- 根尾 陽一郎, 小池 昭史, 三村 秀典, 村田 英一, 西 孝, 吉田 知也, 長尾 昌善: 「多段ゲート型マイクロカラムの開発」, 2013 年<第 74 回>応用物理学会秋季学術講演会 18a-A13-5, 同講演予稿集 (CD-ROM), pp.07-089, (2013-9)
- 林 佑, 鈴木 優介, 岩田 達夫, 永井 滋一, 梶原 和夫, 畑 浩一, 伊藤 慎太郎, 村田 英一: 「三次元境界電荷法を用いたナノエミッタ先端の電界数値計算」, 2013 年秋季<第 74 回>応用物理学会学術講演会 19p-A12-1, 同講演予稿集 (CD-ROM), pp.07-072, (2013-9)
- 稲垣 亮祐, 村田 英一, 下山 宏: 「磁界重畳型対物レンズを搭載した SEEM/PEEM 装置の分解能測定」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会 G1-4, 同講演論文集 (CD-ROM) G1-4, (2013-9)
- 石神 宙愛, 村田 英一, 下山 宏: 「磁気飽和を考慮した境界磁荷法」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会 G1-5, 同講演論文集 (CD-ROM) G1-5, (2013-9)
- 村田 英一, 下山 宏, 根尾 陽一郎, 三村 秀典, 吉田 知也, 長尾 昌善: 「静電レンズ一体型 Field Emitter Array の電子軌道解析」, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.113, No.257 (信学技法, ED2013), (2013-10)
- 安田 洋, 原口 岳士, 矢原 秀文, 高畑 公二, 下山 宏, 六田 英治, 村田 英一: 「電子線直接描画の高スループット化実現のための多軸・多ビーム化技術」, NanotechJapan Bulletin Vol.6, No.5, <第 10 回>, (2013-10)
- 石神 宙愛, 村田 英一, 下山 宏: 「磁気飽和を考慮した境界磁荷法の開発」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013 B7, 同講演予稿集, p.27, (2013-11)
- 市來 康平, 石神 宙愛, 村田 英一, 下山 宏: 「境界電

荷法および境界磁荷法を用いた磁界重畳型対物レンズの解析」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013 B8, 同講演予稿集, p.28, (2013-11)

稲垣 亮祐, 村田 英一, 下山 宏:「磁界重畳型対物レンズを搭載した SEEM/PEEM 装置の分解能測定」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013 B9, 同講演予稿集, p.29, (2013-11)

須田 孝二, 村田 英一, 下山 宏:「電子銃加速空間における電子間クーロン相互作用」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013 P23, 同講演予稿集, p.55, (2013-11)

渡辺 和寛, 江村 泰明, 村田 英一, 六田 英治, 下山 宏, 安田 洋, 原口 岳士:「ショットキー電子放出実験による電子放出エミッタの幾何学的形状因子の決定」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013 P24, 同講演予稿集, p.56, (2013-11)

村本 裕二

【学術論文】

Takamasa Okumura, Yuji Muramoto and Noriyuki Shimizu: "Influence of DC Electric Field on Growth of Daikon Radish (*Raphanus sativus*)", IEEE Transaction on Dielectric and Electric Insulation, Vol.19, No.6, pp.2237-2244, (2012)

村本 裕二, 竹本 和史, 藤井 庸平, 清水 教之:「低温での電気二重層内のイオンの振る舞い」, 低温工学, 48 巻, 10 号, pp.517-521, (2013)

村本 裕二, 藤井 庸平, 清水 教之:「電気二重層内のイオンの振る舞い-電気二重層の静電容量に及ぼす充電電圧波形と冷却の影響-」, 静電気学会誌, 37 巻, 6 号, (2013)

Takamasa Okumura, Yuji Muramoto and Noriyuki Shimizu: "Dependency of *Arabidopsis thaliana* growth on DC Electric Field Intensity", IEEE Transaction on Dielectric and Electric Insulation, (2014) (掲載決定)

土屋 龍平・村本 裕二・清水 教之:「固化したアルコール水溶液の交流絶縁破壊特性」, 電気学会論文誌 A, Vol.134, No.3, (2014) (掲載決定)

R.Tsuchiya, Y.Muramoto and N.Shimizu: "A.C.Breakdown Properties of Ice-Alcohol Mixed System", 2013 IEEE International Conference on Solid Dielectrics (2013 ICSD, CFP13ICS-USB), POST-05: 7, pp.533-536, June 30th - July 4th, (2013)

Y.Muto, Y.Muramoto and N.Shimizu: "Dielectric Constant and Depolarization Current of Ice", 2013 IEEE International Conference on Solid Dielectrics (2013

ICSD, CFP13ICS-USB), POST-05: 8, pp.537-540, June 30th - July 4th, (2013)

T.Okumura, Y.Muramoto and N.Shimizu: "Polarity Effect on Growth Acceleration of *Arabidopsis Thaliana* by DC Electric Field", 2013 IEEE International Conference on Solid Dielectrics (2013 ICSD, CFP13ICS-USB), POST-05: 22, pp.591-594, June 30th - July 4th, (2013)

K.Tanabe, Y.Muramoto and N.Shimizu: "Effect of H₂O Molecule on Electrical Tree Initiation Voltage of Silicone Rubber", 2013 IEEE International Conference on Solid Dielectrics (2013 ICSD CFP13ICS-USB), POST-07: 8, pp.760-763, June 30th - July 4th, (2013)

【その他】

村上 祐一, 村本 裕二, 清水 教之:「パルス間隔が高電界パルスを用いた液体の殺菌に及ぼす影響」, 平成 25 年電気学会全国大会, No.1-165, (2013-3)

土屋 龍平, 村本 裕二, 清水 教之:「77K における水-プロパノール混合系の交流絶縁破壊特性」, 平成 25 年電気学会全国大会, No.2-006, (2013-3)

武藤 佳子, 村本 裕二, 清水 教之:「水エレクトレットの電荷量」, 平成 25 年電気学会全国大会, No.2-022, (2013-3)

田邊 顕, 村本 裕二, 清水 教之:「シリコーンゴムの電気トリ-発生電圧に及ぼす H₂O 分子の影響」, 平成 25 年電気学会全国大会, No.2-072, (2013-3)

奥村 賢直, 村本 裕二, 清水 教之:「直流電界がシロイヌナズナの成長に及ぼす影響-極性の効果-」, 平成 25 年電気学会全国大会, No.2-101, (2013-3)

山口 耕平, 村本 裕二, 清水 教之:「酸化チタンペースト内に存在する水が色素増感太陽電池の特性に与える影響」, 平成 25 年電気学会全国大会, No.7-050, (2013-3)

奥村 賢直, 村本 裕二, 清水 教之:「負極性直流電界がシロイヌナズナの成長に及ぼす効果」, 2013 年電気関係学会東海支部連合大会, No.D3-6, (2013-9)

村上 祐一, 村本 裕二, 清水 教之:「高電界パルスによる牛乳中の大腸菌の殺菌」, 2013 年電気関係学会東海支部連合大会, No.D3-7, (2013-9)

土屋 龍平, 村本 裕二, 清水 教之:「77K における水-1, 3-プロパンジオール混合系の交流絶縁破壊特性」, 2013 年電気関係学会東海支部連合大会, No.A3-8, (2013-9)

山口 耕平, 村本 裕二, 清水 教之:「色素吸着量が色素増感太陽電池の特性に及ぼす影響」, 2013 年電気関係学会東海支部連合大会, No.B4-4, (2013-9)

田邊 顕, 村本 裕二, 清水 教之:「シリコーンゴムの

電気トリートメント発生に及ぼす油浸漬の影響」, 2013年電気関係学会東海支部連合大会, No.A4-8, (2013-9)

武藤 佳子, 村本 裕二, 清水 教之:「水エレクトレットにおける電荷量とポーリング時間との関係」, 2013年電気関係学会東海支部連合大会, No.A5-1, (2013-9)

土屋 龍平, 村本 裕二, 清水 教之:「固化した炭素数3アルコール水溶液の交流絶縁破壊電圧」, 第44回電気電子絶縁材料システムシンポジウム, MVP-3, (2013-11)

山崎 初夫

【その他】

寺田 幸正, 村上 広一, 山崎 初夫:「愛知県の高등학교に対して行った教科「情報」に関するアンケート－熱心度によるクラス分けと分析－」, 情報処理学会研究報告, Vol.2013-CE-119, No5, (2013-3)

宮部 公寛, 小椋 有紀, 山崎 初夫, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「高齢者の自動車運転時の認知機能の測定方法」, 自動車技術会 2013年春季学術講演会前刷集, No.33-13 運転者教育, 175, (2013-5)

山崎 初夫, 村上 広一, 寺田 幸正:「新入社員に必要なコンピュータ知識やICT能力に関する研究－企業へのアンケート調査による集計結果－」, 教育システム情報学会第38回全国大会, pp.373-374, (2013-9)

宮部 公寛, 小椋 有紀, 山崎 初夫, 山田 宗男, 山本 新, 中野 倫明:「自動車運転時の高齢者の認知機能測定・評価法とシステムの一検討」, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2013, 対話発表(ポスター発表), 1514P, (2013-9)

宮部 公寛, 小椋 有紀, 山崎 初夫, 山本 新, 山田 宗男, 中野 倫明:「高齢者の日常生活に必要な認知機能の測定方法の検討」, 平成25年度電気関係学会東海支部連合大会, 情報システム・ネットワーク, Po1-28, (2013-9)

楨田 喬介, 岡本 幸大, 鷺見 海王, 山崎 初夫, 中野 倫明, 山田 宗男:「スマートフォン搭載加速度センサによるながら歩行検出手法の検討」, 平成25年度電気関係学会東海支部連合大会, 情報システム・ネットワーク, Po1-33 (2013-9)

吉沢かおり, 山崎 初夫, 村上 広一, 寺田 幸正:「愛知県の高校と大学1年生に対して行った教科「情報」に関するアンケート分析」, 平成25年度電気関係学会東海支部連合大会, 知能・人文社会科学, Po1.40, (2013-9)

Y.Ogawa, H.Yamasaki, T.Nakano, S.Yamamoto and M.Yamada: "Verification on the Effect in Relieving Fatigue of the Driver by Component Content of Fragrance", Proceedings of 2013 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2013), Regular Session 2 (RS2): Wireless Systems & Intelligent Transport Systems (Poster Session), RS2-5, (2013-10)

Y.Okamoto, K.Sumii, K.Makita, T.Nakano, H.Yamasaki and M.Yamada: "An Examination of a Detection for Simultaneous Smartphone Operation", Proceedings of 2013 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2013), Regular Session 2 (RS2): Wireless Systems & Intelligent Transport Systems (Poster Session), RS2-7, (2013-10)

K.Miyabe, Y.Ogura, H.Yamasaki, M.Yamada, S.Yamamoto and T.Nakano: "Study on System for Measuring and Evaluating Elderly Cognitive Function while Driving", Proceedings of 2013 International Workshop on Smart Info-Media Systems in Asia (SISA2013), Regular Session 2 (RS2): Wireless Systems & Intelligent Transport Systems (Poster Session), RS2-8, (2013-10)

Y.Ogawa, H.Yamasaki, M.Kawasumi, T.Nakano, S.Yamamoto and M.Yamada: "Verification on the Effect in Relieving Fatigue of The Driver by Fragrance that Stimulates the Serotonin Secretion", Proceedings of 20th ITS World Congress TOKYO 2013 (第20回ITS世界会議 東京 2013), Technical/Scientific Sessions TS024 - Driver Detection System (1), 3911, (2013-10)

K.Miyabe, Y.Ogura, H.Yamasaki, M.Yamada, S.Yamamoto and T.Nakano: "A Method for Quantitative Assessment of Elderly Cognitive Function While Driving", Proceedings of THE 20TH INTERNATIONAL DISPLAY WORKSHOPS (IDW' 13), Poster VHFp2: Applied Vision and Human Factors, VHFp2-7, (2013-12)

山中 三四郎

【その他】

金子 紀明, 林 優也, 飯岡 大輔, 山中 三四郎, 大野 英之:「低圧需要家用 SVC のリアクトル回路への通電試験」, 平成25年電気学会全国大会, 6-247, (2013-3)

中川 一路, 山中 三四郎, 大野 英之:「住宅用太陽光発電システムの簡易診断～%電力の検討～」, 平成25年電気学会全国大会, 7-053, (2013-3)

三宅 弘太郎, 山中 三四郎, 大野 英之:「AMeDASを利用した%電力量の推定誤差に関する検討」, 平成25年電気学会全国大会, 7-054, (2013-3)

- 奥田 文彬, 山中 三四郎, 西戸 雄輝, 小林 浩:「住宅用 PV システムの出力低下診断に関する一考察Ⅱ - 日射強度と診断限界 -」, 平成 25 年電気学会全国大会, 7-055, (2013-3)
- 真田 英和, 山中 三四郎, 西戸 雄輝, 小林 浩:「年間%電力量の推定精度に関する研究」, 平成 25 年電気学会全国大会, 7-056, (2013-3)
- 松井 隆晃, 山中 三四郎, 大野 英之:「ホットスポットが発生したモジュールの I-V 特性」, 平成 25 年電気学会全国大会, 7-057, (2013-3)
- 岩井 士郎, 山中 三四郎, 大野 英之:「分光日射分布の短絡電流に及ぼす影響(その 2) - 名城大学と沖永良部島の比較 -」, 平成 25 年電気学会全国大会, 7-064, (2013-3)
- 小島 祥太, 山中 三四郎, 西戸 雄輝, 小林 浩:「PCS の変換効率に関する一考察 2 - 変換効率のカーブフィッティング -」, 平成 25 年電気学会全国大会, 7-066, (2013-3)
- 奥田 文彬, 山中 三四郎, 西戸 雄輝, 小林 浩:「住宅用 PV システムの出力低下診断に関する一考察Ⅲ - 日射計を用いた出力低下診断の課題 -」, 平成 25 年電気学会電力・エネルギー部門大会, 243, (2013-8)
- 松井 隆晃, 山中 三四郎, 大野 英之:「各種モジュールに発生するホットスポットの調査」, 平成 25 年電気学会電力・エネルギー部門大会, 246, (2013-8)
- 小島 祥太, 山中 三四郎, 西戸 雄輝, 小林 浩:「PCS の変換効率に関する一考察 3 - PCS の性能と変換効率の比較 -」, 平成 25 年電気学会電力・エネルギー部門大会, 256, (2013-8)
- 岩井 士郎, 山中 三四郎, 大野 英之:「分光日射分布が短絡電流に及ぼす影響(その 3)」, 平成 25 年電気学会電力・エネルギー部門大会, 267, (2013-8)
- 真田 英和, 山中 三四郎, 西戸 雄輝, 小林 浩:「%電力を用いた陰による出力低下の判定方法に関する研究」, 2013 年電気設備学会全国大会 B-4, (2013-9)
- 金子 紀明, 飯岡 大輔, 山中 三四郎, 大野 英之:「配電損失削減を目的とした低圧需要家無効電力補償装置の効率向上に関する検討」, 2013 年電気設備学会全国大会 P10, (2013-9)
- 真田 英和, 山中 三四郎, 西戸 雄輝, 小林 浩:「%電力量と発電電力量の相関性に関する一考察」, 太陽／風力エネルギー講演論文集, 77, (2013-11)
- 松井 隆晃, 山中 三四郎, 大野 英之:「PV モジュールに発生するホットスポットの経時変化(その 2)」, 太陽／風力エネルギー講演論文集, 86, (2013-11)
- 小島 祥太, 山中 三四郎, 西戸 雄輝, 小林 浩:「PCS の性能評価に関する研究 - 10 年間運転した PCS の性能評価 -」, 太陽／風力エネルギー講演論文集, 101, (2013-11)
- 奥田 文彬, 山中 三四郎, 西戸 雄輝, 小林 浩:「傾斜面日射量の推定精度に関する研究 - 全国各地における傾斜面日射量推定の精度比較 -」, 太陽／風力エネルギー講演論文集, 135, (2013-11)
- 岩井 士郎, 山中 三四郎, 大野 英之:「分光放射照度分布の影響を考慮した%電力量の補正 - 晴天指数を用いた補正法の検討 -」, 太陽／風力エネルギー講演論文集, 136, (2013-11)

材料機能工学科

赤堀 俊和

【学術論文】

赤堀 俊和：「熱処理による次世代航空機用 $\alpha + \beta$ 型チタン合金(KS-Ti-9) のマイクロ組織と機械的性質の変化」, チタン, 61, pp.61-67, (2013)

赤堀 俊和, 大口 友里恵, 服部 友一, 安井 利明, 福本 昌宏, 福井 壽男, 新家 光雄：「摩擦攪拌プロセスによる生体用 β 型 Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr 合金の表面改質層と機械的性質」, 日本金属学会誌, 77, pp.543-549, (2013)

石倉 馨, 服部 友一, 赤堀 俊和, 新家 光雄：「低コスト型生体用 Ti-Mn 系二元合金の力学的特性と生体親和性」, 日本金属学会誌, 77, pp.253-258, (2013)

M.Nakai, M.Niinomi, J.Hieda, K.Cho, T.Akahori, K.Hayashi, Y.Itsumi, S.Murakami and H.Oyama："Tensile and Fatigue Properties of Carbon-Solute-Strengthened ($\alpha + \beta$)-Type Titanium Alloy Mechanism of Unique Hardening of Dental Ag-Pd-Au-Cu Alloys in Relation with Constitutional Phases", Materials Transactions 54, pp.169-175, (2013)

【その他】

大口 友里恵, 赤堀 俊和, 服部 友一, 新家 光雄, 仲井 正昭：「表面改質処置を施した β 型チタン合金の力学的特性と骨接触性」, 社団法人 日本金属学会 2013 年春期講演大会, (2013)

大口 友里恵, 赤堀 俊和, 服部 友一, 新家 光雄：「マイクロショットピーニングを施した生体用 β 型チタン合金の力学的特性」, 社団法人 日本金属学会 2013 年秋期講演大会, (2013)

安田 智弥, 赤堀 俊和, 福井 壽男：「Cu/Ag 比の異なる歯科用低カラット貴金属合金のマイクロ組織と機械的強度」, 社団法人 日本金属学会 2013 年春期講演大会, (2013)

安田 智弥, 赤堀 俊和, 福井 壽男, 梶村 豊彦：「Cu/Ag 比の異なる歯科用低カラット貴金属合金のマイクロ組織と機械的強度」, 一般社団法人 日本歯科理工学会 第 62 回日本歯科理工学会術講演, (2013)

服部 友一, 石倉 馨, 赤堀 俊和, 仲井 正昭, 新家 光雄：「動物実験による Ti-12Mn, Ti-12Cr の生体親和性」, インプラントデバイス構築に向けた金属系バイオマテリアルの研究開発の最前線, 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, (2013)

K.Mizuno, T.Hattori, T.Akahori, M.Niinomi and K.Tsuge："Biocompatibility of Newly Developed Metastable Beta Type Ti-15Fe-3Nb-3Zr for Biomedical Applications", ESB2013 Spain, September 8-13, CD-ROM, (2013)

K.Mizuno, T.Hattori, T.Akahori, M.Niinomi and K.Tsuge："Biocompatibility of Newly Developed Metastable Beta Type Ti-15Fe-3Nb-3Zr for Biomedical Applications", ESB2013 Spain, September 8-13, CD-ROM, (2013)

A.Ito, K.Ishikura, T.Hattori, T.Akahori and M.Niinomi："Biocompatibility and Mn Element Release of Newly Developed Ti-Mn System Alloy", ESB2013 Spain, September 8-13, CD-ROM, (2013)

Y.Kato, T.Hattori, T.Akahori and M.Niinomi："Mechanical Properties and Biocompatibility of TNTZ Reinforced by TiB", ESB2013 Spain, September 8-13, CD-ROM, (2013)

T.Yasuda, T.Akahori, T.Hattori and H.Fukui："Effect of Solution Treatment on Microstructure and Mechanical Strength of Dental Silver Alloy Cast at Various Cooling Rates", ESB2013 Spain, September 8-13, CD-ROM, (2013)

Y.Oguchi, T.Akahori, T.Hattori, H.Fukui and M.Niinomi："Mechanical Properties and Bone Contact Characteristics of Beta-Type Ti Alloy Subjected to Surface Modification", ESB2013 Spain, September 8-13, CD-ROM, (2013)

安藤 義則

【学術論文】

Y.Chen, H.Zhao, L.Sheng, L.Yu, K.An, J.Xu, Y.Ando and X.Zhao："Mass-production of highly-crystalline few-layer graphene sheets by arc discharge in various H₂-inert gas mixtures", Chem.Phys.Letters, 538, pp.72-76, (2012)

X.Ma, L.Luo, L.Zhu, L.Yu, L.Sheng, K.An, Y.Ando and X.Zhao："Pt-Fe catalyst nanoparticles supported on single-wall carbon nanotubes：Direct synthesis and electrochemical performance for methanol oxidation", J.Power Sources, 241, pp.274-280, (2013)

鈴木 智子, 井上 栄, 坪井 大樹, 安藤 義則：「カーボンナノチューブ/ポリアミド6複合材の機械的特性」, 名城大学総合学術研究論文集 12, pp.105-110, (2013)

【その他】

- T.Suzuki, S.Inoue, D.Tsuboi, K.Nojima, A.Tsuchimoto and Y.Ando : "Development of PA6 - carbon nanotube composite for mechanical application", ISPlasma 2013, Nagoya, P1085C, (2013-1)
- X.Hou, L.Sheng, K.An, L.Yu, Y.Ando and X.Zhao : "Surface-enhanced Raman spectra of individual carbon nanowire", ISPlasma 2013, Nagoya, P1074C, (2013-1)
- A.Ando, K.Takeda, T.Ohta, M.Ito, M.Hiramatsu, T.Suzuki, S.Inoue, Y.Ando and M.Hori : "Diagnosics of particles in arc plasma for synthesizing single-wall carbon nanotubes", ISPlasma 2013, Nagoya, P1059C, (2013-1)
- 安藤 義則 : "Specialized Eight Points in My 50 Years Research", 浙江大学・物理教室コロキウム, (2013-11)
- 安藤 義則 : "Specialized Eight Points in My 50 Years Research", 上海大学・物理学科講演会, (2013-11)
- 安藤 義則 : 「ナノカーボン研究センターの構成と単層カーボンナノチューブの量産化」, ナノカーボン研究センター中間報告会(名城大学), (2013-11)
- 安藤 義則 : 「カーボンナノチューブの作製：アーク法とCVD法」, 第58回CVD研究会(名古屋), (2013-12)
- 【特許】**
- 安藤 義則, 李 振華, 汪 華鋒, 井上 栄 : 「単層カーボンナノチューブの製造装置及び製造方法」, 特許第5142266号(2012-11), 特願 2008-049683
- 安藤 義則, 趙 新洛, 井上 栄, 橋本 剛 : 「カーボンナノチューブ分散体の製造方法」, 特許第5311086号(2013-7), 特願 2007-031402
- 安藤 義則, ムクルクマール, 籠橋 章, 増岡 宏高, 橋本 剛 : 「カーボンナノチューブの製造装置および製造方法」, 特許第5340665号(2013-8), 特願 2008-198222
- 岩谷 素顕**
- 【著書】**
- 岩谷 素顕 : 「ワイドギャップ半導体 - あけぼのから最前線へ」, 6.2 紫外線発光ダイオード応用, pp.360-370, 培風館, (2013-5)
- 【学術論文】**
- S.Kamiyama, M.Iwaya, T.Takeuchi, I.Akasaki, R.Yakimova and M.Syvjärvi : "White light-emitting diode based on fluorescent SiC", Thin Solid Films, Vol.522, pp.23-25, (2012)
- Y.Isobe, H.Ikki, T.Sakakibara, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki, T.Sugiyama, H.Amano, M.Imade and Y.Mori : "MOVPE growth of nonpolar a-plane GaN with low oxygen contamination and specular surface on a freestanding GaN substrate", Journal of Crystal Growth, Vol.351, pp.126-130, (2012)
- M.Imura, R.Hayakawa, H.Ohsato, E.Watanabe, D.Tsuya, T.Nagata, M.Liao, Y.Koide, J.Yamamoto, K.Ban, M.Iwaya and H.Amano : "Development of AlN/diamond heterojunction field effect transistors", Diamond and Related Materials Vol.24, pp.206-209, (2012)
- D.Iida, M.Sowa, Y.Kondo, D.Tanaka, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "In situ X-ray diffraction monitoring during metalorganic vapor phase epitaxy growth of low-temperature-GaN buffer layer", Journal of Crystal Growth, Vol.361, pp.1-4, (2012)
- M.Ishiguro, K.Ikeda, M.Mizuno, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Nitride-based hetero-field-effect transistor-type photosensors with extremely high photosensitivity", Physica Status Solidi, RRL 7, pp.215-217, (2013)
- D.Iida, Y.Kondo, M.Sowa, T.Sugiyama, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Analysis of strain relaxation process in GaInN/GaN heterostructure by in situ X-ray diffraction monitoring during metalorganic vapor-phase epitaxial growth", Physica Status Solidi, RRL 7, pp.211-214, (2013)
- T.Suzuki, M.Kaga, K.Naniwae, T.Kitano, K.Hirano, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "Trench-Shaped Defects on AlGaInN Quantum Wells Grown under Different Growth Pressures", Jpn.J.Appl. Phys., Vol.52, 08JB27, (2013)
- M.Ishiguro, K.Ikeda, M.Mizuno, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Control of the Detection Wavelength in AlGaIn/GaN-Based Hetero-Field-Effect-Transistor Photosensors", Jpn.J.Appl.Phys., Vol.52, 08JF02, (2013)
- K.Matsui, K.Yamashita, M.Kaga, T.Morita, T.Suzuki, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "Carrier Injections in Nitride-Based Light Emitting Diodes Including Two Active Regions with Mg-Doped Intermediate Layers", Jpn.J.Appl.Phys., Vol.52, 08JG02, (2013)
- T.Nakashima, K.Takeda, H.Shinzato, M.Iwaya, S.Kamiyama, T.Takeuchi, I.Akasaki and H.Amano : "Combination of Indium-Tin Oxide and SiO₂/AlN Dielectric Multilayer Reflective Electrodes for Ultraviolet-Light-Emitting Diodes", Jpn.J.Appl.Phys., Vol.52, 08JG07, (2013)
- M.Mori, S.Kondo, S.Yamamoto, T.Nakao, M.Iwaya,

- T.Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki and Hiroshi Amano : "Concentrating Properties of Nitride-Based Solar Cells Using Different Electrodes", *Jpn.J.Appl. Phys.*, Vol.52, 08JH02, (2013)
- M.Kaga, T.Morita, Y.Kuwano, K.Yamashita, K.Yagi, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "GaInN-Based Tunnel Junctions in n-p-n Light Emitting Diodes", *Jpn.J.Appl.Phys.*, Vol.52, 08JH07, (2013)
- T.Yasuda, K.Yagi, T.Suzuki, T.Nakashima, M.Watanabe, T.Takeuchi, M.Iwaya, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Investigations of Polarization-Induced Hole Accumulations and Vertical Hole Conductions in GaN/AlGaIn Heterostructures", *Jpn.J.Appl.Phys.*, Vol.52, 08JJ05, (2013)
- K.Aoyama, A.Suzuki, T.Kitano, S.Kamiyama, T.Takeuchi, M.Iwaya and I.Akasaki : "Study on Efficiency Component Estimation of 405 nm Light Emitting Diodes from Electroluminescence and Photoluminescence Intensities", *Jpn.J.Appl.Phys.*, Vol.52, 08JL16, (2013)
- Y.Kuwano, M.Kaga, T.Morita, K.Yamashita, K.Yagi, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Lateral hydrogen diffusion at p-GaN layers in nitride-based light emitting diodes with tunnel junctions", *Jpn. J.Appl.Phys.*, Vol.52, 08JK12, (2013)
- 【その他】
- M.Iwaya, D.Iida, M.Sowa, Y.Kondo, D.Tanaka, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Observation of group III nitride semiconductors by in situ X-ray diffraction monitoring during metalorganic vapor phase epitaxy growth", 2012 Collaborative Conference on Crystal Growth, Orland, FL, USA, (2012.12.11-14)
- M.Ishiguro, K.Ikeda, M.Mizuno, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "High-sensitivity HFET type photosensors with a p-GaInN gate", SPIE Photonic west 2013, San Francisco, USA, (2013.2.2-8)
- K.Aoyama, A.Suzuki, T.Kitano, N.Sone, S.Kamiyama, T.Takeuchi, M.Iwaya and I.Akasaki : "Influence of growth interruption on performance of nitride-based blue LED", SPIE Photonic west 2013, San Francisco, USA, (2013.2.2-8)
- K.Naniwae, M.Mori, T.Kondo, A.Suzuki, T.Kitano, S.Kamiyama, M.Iwaya, T.Takeuchi and I.Akasaki : "Introduction of the Moth-eye patterned sapphire substrate technology for cost effective high-performance LED", SPIE Photonic west 2013, San Francisco, USA, (2013.2.2-8)
- T.Tsuchiya, S.Umeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki, T.Kondo, T.Kitano, M.Mori, A.Suzuki, Fumiharu Teramae and Hitoshi Sekine : "Fabrication of moth-eye patterned sapphire substrate (MPSS) and influence of height of corns on the performance of blue LEDs on MPSS", SPIE Photonic west 2013, San Francisco, USA, (2013.2.2-8)
- S.Mizutani, S.Nakashima, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki, T.Kondo, F.Teramae, A.Suzuki, T.Kitano, M.Mori and M.Matsubara : "Performance of nitride-based light emitting diodes using an Indium-zinc-oxide transparent electrode with moth-eye structure", SPIE Photonic west 2013, San Francisco, USA, (2013.2.2-8)
- K.Hayashi, K.Matsui, T.Morita, T.Suzuki, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "Direct Evidence of Electron Overflow by Monitoring Emissions from Second Active Region in Nitride-Based Blue LEDs", Conference on LED and Its Industrial Application' 13, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan, (2013.4.23-25)
- T.Morita, M.Kaga, Y.Kuwano, K.Matsui, M.Watanabe, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "Nitride-Based p-Side Down LEDs on Tunnel Junction", Conference on LED and Its Industrial Application' 13, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan, (2013.4.23-25)
- T.Yamamoto, D.Iida, Y.Kondo, M.Sowa, S.Umeda, T.Kato, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Observation of GaInN/GaN Superlattice Structures by In Situ X-ray Diffraction Monitoring during Metalorganic Vapor-Phase Epitaxial Growth", Conference on LED and Its Industrial Application' 13, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan, (2013.4.23-25)
- T.Yamada, Y.Matsubara, H.Shinzato, K.Takeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : "Threshold Power Density Reduction in AlGaIn/AlN Multiquntum Wells DUV (288 nm) Optical Pumped Laser", Conference on LED and Its Industrial Application' 13, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan, (2013.4.23-25)
- M.Iwaya, S.Kondo, S.Yamamoto, M.Mori, Y.Kurokawa, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : "Factors for obtaining a high open-circuit voltage in GaInN-based solar cells", Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors 2013, Tamsui, New Taipei City, Taiwan, (2013.5.12-15)
- D.Minamikawa, M.Kaga, Y.Kuwano, T.Morita, T.Takeuchi,

- S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "Bandgap dependence in nitride semiconductor-based tunnel junctions", Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors 2013, Tamsui, New Taipei City, Taiwan, (2013.5.12-15)
- M.Iwaya, M.Ishiguro, M.Mizuno, K.Ikeda, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "High sensitivity group III nitride semiconductor based heterostructure field effect transistor type photosensors", The Collaborative Conference on Crystal Growth (3CG), Cancun, Mexico, (2013.6.10-13)
- T.Yamamoto, D.Iida, Y.Kondo, M.Sowa, S.Umeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "In situ X-ray diffraction monitoring of OMVPE GaInN/GaN superlattice growth", The 19th American Conference on Crystal Growth and Epitaxy, Keystone, Colorado, USA, (2013.7.21-26)
- M.Iwaya, T.Yamamoto, D.Iida, Y.Kondo, M.Sowa, S.Umeda, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "In situ X-ray diffraction monitoring of GaInN growth by metalorganic vapor phase epitaxy", 17th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy, Warsaw, Poland, (2013.8.11-16)
- T.Sugiyama, D.Iida, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Extreme Low-Resistivity and High-Carrier-Concentration Si-Doped Al_{0.05}Ga_{0.95}N", 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- M.Iwaya, Y.Kurokawa, Y.Katsu, T.Yamamoto, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : "Realization of the High Conversion Efficiency Solar Cells using Nitride Semiconductors", 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- T.Suzuki, H.Sasajima, Y.Matsubara, Y.Kozuka, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "GaN Sb Alloys Grown by Low Temperature Metalorganic Vapor Phase Epitaxy", 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- H.Kurokawa, S.Kondo, M.Mori, M.Iwaya, T.Takeuchi, I.Akasaki and H.Amano : "Obtaining a High Open-Circuit Voltage in GaInN-Based Solar Cells", 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- K.Matsui, K.Yamashita, M.Kaga, T.Morita, Y.Kuwano, T.Suzuki, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "Stable Balance of Emission Intensities from Two Active Regions in Nitride Semiconductor-Based Light Emitting Diodes", 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- M.Watanabe, M.Kaga, K.Yamashita, T.Suzuki, D.Minamikawa, Y.Kuwano, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "10- μ m-Square Micro LED Array with Tunnel Junction", 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- T.Kondo, T.Kitano, A.Suzuki, M.Mori, K.Naniwae, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Advantages of the Moth-Eye Patterned Sapphire Substrate for the High Performance Nitride Based LEDs", 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- T.Nakashima, K.Takeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : "Improvement of Light Extraction Efficiency in 350-nm Emission UV Light-Emitting Diodes", 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- T.Yamamoto, D.Iida, Y.Kondo, M.Sowa, S.Umeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "In situ X-ray diffraction monitoring of GaInN/GaN superlattices growth by metalorganic vapor phase epitaxy", 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- D.Iida, Y.Chen, Y.Ou, A.Fadil, O.Kopylov, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Ou : "Enhanced internal quantum efficiency of green emission GaInN/GaN multiple quantum wells by surface plasmon coupling", 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- T.Yamada, Y.Matsubara, H.Shinzato, K.Takeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : "Reduction of the threshold power density in AlGaIn/AlN multiquantum wells DUV (288 nm) optical pumped lasers", 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- K.Hayashi, K.Matsui, T.Morita, T.Suzuki, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "Quantitative evaluation of electron overflow by monitoring emissions from second active region in nitride-based blue LEDs", 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto,

- Japan, (2013.9.18-19)
- M. Watanabe, M. Kaga, K. Yamashita, T. Suzuki, D. Minamikawa, Y. Kuwano, T. Takeuchi, S. Kamiyama, M. Iwaya and I. Akasaki : "10 um square micro LED and 100 channel array with tunnel junctions", 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- K. Hagiwara, T. Yasuda, K. Yagi, K. Takeda, M. Iwaya, T. Takeuchi, S. Kamiyama and I. Akasaki : "Asymmetric AlN/GaN-DBRs with high reflectivity", 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- T. Kondo, T. Kitano, A. Suzuki, M. Mori, K. Naniwae, S. Kamiyama, T. Takeuchi, M. Iwaya and I. Akasaki : "Moth-eye Patterned Sapphire Substrate technology for cost effective high performance LED", 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- S. Umeda, T. Kato, T. Kitano, T. Kondo, S. Kamiyama, T. Takeuchi, M. Iwaya and I. Akasaki : "MOVPE growth of embedded GaN nanocolumn", 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- M. Ishiguro, M. Mizuno, M. Iwaya, T. Takeuchi, S. Kamiyama and I. Akasaki : "Externally high sensitivity group III nitride semiconductor based heterostructure field effect transistor type photosensors", 3rd International Conference on Materials and Applications for Sensors and Transducers, Prague, Czech Republic, (2013.9.13-17)
- M. Iwaya, Y. Matsubara, T. Yamada, K. Takeda, T. Takeuchi, S. Kamiyama, I. Akasaki and H. Amano : "Dislocation density dependence of stimulated emission characteristics in AlGaIn/AlN multi-quantum wells", 8th International Workshop on Bulk Nitride Semiconductor, Kloster Seon, Germany, (2013.9.30-10.5)
- M. Iwaya, H. Kurokawa, Y. Katsu, T. Yamamoto, T. Takeuchi, S. Kamiyama and I. Akasaki : "In situ X-ray diffraction monitoring of group III nitride growth by MOVPE", Workshop on Ultra-Precision Processing for III-Nitride, Santa Barbara, USA, (2013.10.16-18)
- 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「窒化物半導体太陽電池の高効率化」, 第42回結晶成長国内会議, 九州大学, (2012.11.29-30)
- 森田 隆敏, 加賀 充, 桑野 侑香, 松井 健城, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「ドループ改善に向けた窒化物半導体 np 構造 LED の作製」, 電子情報通信学会 ED, CPM, LQE 合同研究会, 大阪市立大学, (2012.11.29-30)
- 土屋 貴義, 梅田 慎也, 曾和 美保子, 近藤 俊行, 北野 司, 森 みどり, 鈴木 敦志, 難波江 宏一, 関根 均, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇:「サファイア基板上へのモスアイ構造の形成方法の検討および LED への応用」, 電子情報通信学会 ED, CPM, LQE 合同研究会, 大阪市立大学, (2012.11.29-30)
- 桑野 侑香, 加賀 充, 森田 隆敏, 山下 浩司, 南川 大智, 竹内 哲也, 岩谷 素顕, 上山 智, 赤崎 勇:「n-GaN 表面層を有する構造内 p-GaN の Mg アクセプタ活性化」, 電子情報通信学会 ED, CPM, LQE 合同研究会, 大阪市立大学, (2012.11.29-30)
- 森田 隆敏, 加賀 充, 桑野 侑香, 松井 健城, 渡邊 雅大, 竹内 哲也, 岩谷 素顕, 上山 智, 赤崎 勇:「GaInN トンネル接合素子の低抵抗化」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 鈴木 智行, 笹島 浩希, 松原 由布子, 加賀 充, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「GaN 低温成長における Sb 添加の効果」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 南川 大智, 加賀 充, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇:「LED 構造上 GaN トンネル接合の低抵抗化」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 萩原 康大, 矢木 康太, 安田 俊輝, 竹田 健一郎, 竹内 哲也, 岩谷 素顕, 上山 智, 赤崎 勇:「非対称 AlN/GaN 多層膜反射鏡の設計と作製」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 小崎 桂矢, 近藤 真一郎, 土屋 貴義, 岩谷 素顕, 上山 智, 竹内 哲也, 赤崎 勇:「ナノ ELO による m 面 GaInN 厚膜の検討」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 小塚 祐吾, 鈴木 智行, 森田 隆敏, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「MOVPE 法による AlInN 高速成長の影響」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 山本 泰司, 飯田 大輔, 近藤 保成, 曾和 美保子, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇:「MOVPE により作製した GaInN/GaN 超格子構造のその場観察 X 線回折法による評価」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 飯田 大輔, Yuntian Chen, Yiyu Ou, Ahmed Fadil, Oleksii Kopylov, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, Haiyan Ou :「表面プラズモンカップリングを利用し

- た GaInN/GaN 量子井戸の評価」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 石黒 真未, 池田 和弥, 水野 正隆, 岩谷 素顕, 上山 智, 竹内 哲也, 赤崎 勇:「窒化物半導体 HFET 型光センサー構造の最適化」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 黒川 泰視, 近藤 真一郎, 山本 翔太, 森 美貴子, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「GaInN 超格子構造最適化による窒化物半導体太陽電池の高性能化」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 中嶋 翼, 竹田 健一郎, 新里 紘史, 岩谷 素顕, 上山 智, 竹内 哲也, 赤崎 勇, 天野 浩:「350nm 紫外 LED の光取り出し効率の向上」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 土屋 貴義, 梅田 慎也, 曾和 美保子, 河合 俊介, 近藤 俊行, 北野 司, 森 みどり, 鈴木 敦志, 赤崎 勇, 関根 均, 難波江 宏一, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智:「モスアイ加工サファイア基板による LED の光取り出し効率の改善」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 林 健人, 松井 健城, 森田 隆敏, 鈴木 智行, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「電子ブロック層上活性層による電子オーバーフローの直接観測」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 桑野 侑香, 加賀 充, 森田 隆敏, 山下 浩司, 南川 大智, 竹内 哲也, 岩谷 素顕, 上山 智, 赤崎 勇:「横方向 p 型活性化における雰囲気ガス依存性」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 松井 健城, 山下 浩司, 加賀 充, 森田 隆敏, 鈴木 智行, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「窒化物半導体二波長発光ダイオードにおける発光強度比の安定性」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 竹内 哲也, 岩谷 素顕, 上山 智, 赤崎 勇:「窒化物半導体における分極の影響と発光素子への応用」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 山田 知明, 松原 由布子, 新里 紘史, 竹田 健一郎, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「端面コーティングによる光励起 DUV レーザの閾値励起強度密度低減について」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 松原 由布子, 山田 知明, 中嶋 翼, 竹田 健一郎, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「AlGaIn/AlN 多重量子井戸の誘導放出における転位密度依存性」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 黒川 泰視, 近藤 真一郎, 山本 翔太, 森 美貴子, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「GaInN における InN 組成揺らぎの改善による窒化物太陽電池の高効率化」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 山本 泰司, 飯田 大輔, 近藤 保成, 曾和 美保子, 梅田 慎也, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇:「その場観察 X 線回折法による GaInN/GaN 超格子構造の評価」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 飯田 大輔, Yuntian Chen, Yiyu Ou, Ahmed Fadi, Oleksii Kopylov, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, Haiyan Ou:「表面プラズモンカップリングを利用した緑色 LED の内部量子効率の向上」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 中島 啓介, 渡邊 雅大, 加賀 充, 鈴木 智行, 南川 大智, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「トンネル接合を有する青色マイクロ LED の電流電圧特性」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 笹島 浩希, 鈴木 智行, 松原 由布子, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「新規 GaNSb 混晶の作製と GaSb モル分率成長温度依存性」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 黒川 泰視, 合田 智美, 加賀 充, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「トンネル接合を活用した窒化物半導体多接合太陽電池の作製」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)
- 笹島 浩希, 鈴木 智行, 松原 由布子, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「GaNSb 混晶 GaSb モル分率の Sb/N 比依存性」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)
- 小塚 祐吾, 安田 俊輝, 鈴木 智行, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「MOVPE 法による AlInN の高速成長」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)
- 中島 啓介, 渡邊 雅大, 加賀 充, 鈴木 智行, 南川 大智, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「青色面発光レーザに向けた電流狭窄構造の検討」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)

(2013.9.15-20)

石黒真未, 池田和弥, 水野正隆, 村瀬卓弥, 岩谷素顕, 上山智, 赤崎勇:「窒化物半導体を用いた HFET 型光センサーの暗電流検討」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)

山田知明, 松原由布子, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤崎勇, 天野浩:「VSL 法を用いた AlGaIn/AlN 多重量子井戸の光学利得測定」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)

松原由布子, 山田知明, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤崎勇, 天野浩:「AlGaIn/AlN 多重量子井戸の光学利得の転位密度依存性」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)

竹内哲也, 岩谷素顕, 上山智, 赤崎勇:「オーバーフロー抑制に向けた np 接合 GaInN-LED」, 日本学術振興会ワイドギャップ半導体光・電子デバイス第 162 委員会 第 86 回研究会, 名古屋, (2013.10.10)

畔柳有孝, 前田智彦, 赤澤絵理, 江間伸明, 寺前文晴, 藤元直樹, 難波江宏一, 上山智, 竹内哲也, 岩谷素顕, 赤崎勇:「近接昇華法による SiC 結晶のドーピング濃度均一化に関する検討」, 第 43 回結晶成長国内会議, 長野, (2013.11.6-8)

笹島浩希, 鈴木智行, 松原由布子, 竹内哲也, 上山智, 岩谷素顕, 赤崎勇:「新規 GaNSb 混晶の作製及び高 GaSb モル分率に向けた検討」, 第 43 回結晶成長国内会議, 長野, (2013.11.6-8)

小塚祐吾, 安田俊輝, 鈴木智行, 竹内哲也, 上山智, 岩谷素顕, 赤崎勇:「AlInN の高速成長に関する研究」, 第 43 回結晶成長国内会議, 長野, (2013.11.6-8)

小崎桂矢, 近藤真一郎, 梅田慎也, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤崎勇:「細線加工 m 面 GaN 基板上への GaInN 成長」, 第五回薄膜太陽電池セミナープログラム, 名古屋大学, (2013.11.14-15)

山本泰司, 飯田大輔, 近藤保成, 曾和美保子, 梅田慎也, 松原大幸, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤崎勇:「in-situ X 線を用いた GaInN/GaN 薄膜超格子構造の観察」, 第五回薄膜太陽電池セミナープログラム, 名古屋大学, (2013.11.14-15)

合田智美, 黒川泰視, 森田隆敏, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤崎勇, 天野浩:「トンネル接合を用いた III 族窒化物半導体多接合型太陽電池」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013, 名古屋大学, (2013.11.16)

曾和美保子, 北野司, 近藤俊行, 森みどり, 鈴木敦志,

難波江宏一, 上山智, 岩谷素顕, 竹内哲也, 赤崎勇:「モスアイ加工サファイア基板を用いた窒化物系 LED の性能向上検討」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013, 名古屋大学, (2013.11.16)

黒川泰視, 合田智美, 加賀充, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤崎勇, 天野浩:「トンネル接合を用いた多接合窒化物半導体の検討」, 電子情報通信学会(ED, CPM, LQE 合同研究会), 大阪大学, (2013.11.28-29)

中嶋翼, 竹田健一郎, 岩谷素顕, 上山智, 竹内哲也, 赤崎勇, 天野浩:「350nm 紫外 LED 光取り出し効率改善に関する研究」, 電子情報通信学会(ED, CPM, LQE 合同研究会), 大阪大学, (2013.11.28-29)

宇佐美 初彦

【その他】

古橋幸太, 佐藤広樹, 宇佐美初彦:「転がり疲労特性改善のため微粒子ピーニング適用可能性」, 日本機械学会北陸信越支部学生会 第 42 回学生員卒業研究発表講演会講演論文集, 0702, CD-ROM, (2013-3)

戸谷仁史, 吉田慧一, 周克儒, 宇佐美初彦:「加工硬化を考慮した炭素鋼のエロージョン特性」, 日本機械学会北陸信越支部学生会 第 42 回学生員卒業研究発表講演会講演論文集, 0703, CD-ROM, (2013-3)

堀場有真, 谷澤和紀, 宇佐美初彦:「微細硫化物を分散させた銅合金基焼結体の潤滑摩擦特性に及ぼすテクスチャと固体潤滑剤分散の効果」, 日本機械学会北陸信越支部学生会 第 42 回学生員卒業研究発表講演会講演論文集, 0715, CD-ROM, (2013-3)

佐藤知広, 宮本武明, 平井良政, 堀場有真, 宇佐美初彦:「銅合金基焼結体の摩擦特性に及ぼすテクスチャの効果」, トライボロジー会議 2013 春 東京予稿集 F17, CD-ROM, (2013-5)

谷澤和紀, 佐藤知広, 宮本武明, 平井良政, 宇佐美初彦:「微細硫化物分散銅合金の摩擦特性に及ぼす組織構造の影響」, トライボロジー会議 2013 春 東京予稿集 F17, CD-ROM, (2013-5)

T.Sato, Y.Hirai, T.Fukui, K.Tanizawa and H.Usami: "Tribological Properties of Copper based Alloy Journal Bearing", Proceedings of The 5th International Conference on Manufacturing, Machine Design and Tribology, C01-3, pp.28-29, Busan, Korea, (2013-5)

戸谷仁史(名城大), 榎本和城, 宇佐美初彦, 周克儒:「炭素鋼の微粒子ピーニングにおけるエロージョン特性」, 日本機械学会 2013 年度年次大会講演論文集 S111011, CD-ROM, (2013-9)

Tomohiro Sato, Yoshimasa Hirai, Takehisa Fukui, Yuma Horiba, Kazuki Tanizawa and Hatsuhiko Usami : "Tribological Properties of Textured Copper Alloy Surface Containing Micro Sized Sulfide Phase", The 5th World Tribology Congress, 1262, WTC2013 Torino, Italy CD-ROM, (2013-9)

宇佐美 初彦 : 「セラミックスのエロージョン」, セラミックス, 48, 9, pp.707-711, (2013)

堀場 有真, 秋田 秀樹, 小林 修一, 宇佐美 初彦 : 「二硫化モリブデンが表面複後処理された金属材料の摩擦特性評価」, 日本設計工学会平成 25 年度秋季研究発表講演会 講演論文集, B05, CD-ROM, (2013-10)

古橋 幸太, 宇佐美 初彦 : 「スラスト針状ころ軸受の摩擦低減に関する表面テクスチャの効果」, 日本設計工学会平成 25 年度秋季研究発表講演会 講演論文集, B11, CD-ROM, (2013-10)

佐藤 広樹, 宇佐美 初彦 : 「ローラーバニシングされた SUJ2 表面の転がり疲労特性」, トライボロジー会議 2013 秋 福岡予稿集, E2, CD-ROM, (2013-10)

古橋 幸太, 宇佐美 初彦 : 「表面改質処理された針状スラストころ軸受の摩擦特性」, トライボロジー会議 2013 秋 福岡予稿集, E3, CD-ROM, (2013-10)

谷澤 和紀, 宇佐美 初彦, 佐藤 知広, 宮本 武明, 平井 良政 : 「銅合金基ジャーナル軸受の摩擦特性に及ぼす微細硫化物分散の効果」, トライボロジー会議 2013 秋 福岡予稿集, C10, CD-ROM, (2013-10)

堀場 有真, 宇佐美 初彦, 秋田 秀樹, 小林 修一 : 「二硫化モリブデンが圧入されたアルミニウム合金の摩擦特性」, トライボロジー会議 2013 秋 福岡予稿集, C11, CD-ROM, (2013-10)

石黒 智大, 石田 規貴, 宇佐美 初彦 : 「ジャーナル軸受の摩擦安定化に関するローラーバニシングの適用可能性」, トライボロジー会議 2013 秋 福岡予稿集, C15, CD-ROM, (2013-10)

岡島 怜史, 宇佐美 初彦 : 「炭素鋼の乾燥摩擦特性に及ぼす酸化鉄分散の効果」, トライボロジー会議 2013 秋 福岡予稿集, C16, CD-ROM, (2013-10)

戸谷 仁史, 周克儒, 宇佐美 初彦 : 「微細球状粒子投射における炭素鋼のエロージョン」, トライボロジー会議 2013 秋 福岡予稿集 C27, CD-ROM (2013-10)

斉藤 岬, 宇佐美 初彦 : 「異方性脆性材料のき裂進展経路制御に関する微粒子ピーニングの適用可能性」, トライボロジー会議 2013 秋 福岡予稿集, C28, CD-ROM, (2013-10)

佐藤 知広, 平井 良政, 堀場 有真, 宇佐美 初彦 : 「硫化物が圧入されたクロム軸受鋼の摩擦特性」, トラ

イボロジー会議 2013 秋 福岡予稿集, F26, CD-ROM, (2013-10)

平井 良政, 佐藤 知広, 堀場 有真, 宇佐美 初彦 : 「銅合金の摩擦特性に及ぼす微粒子ピーニング条件の影響」, トライボロジー会議 2013 秋 福岡予稿集, F27, CD-ROM, (2013-10)

山本 康博, 岩井 善郎, 木幡 護, 宇佐美 初彦 : 「超硬合金のエロージョン特性」, 日本機械学会第 21 回機械材料・材料加工部門講演会 M&P2013 講演論文集, 802, CD-ROM, (2013-11)

平井 良政, 佐藤 知広, 福井 武久, 谷澤 和紀, 宇佐美 初彦 : 「銅合金基ジャーナル軸受の摩擦特性に及ぼす微細硫化物の影響」, 日本機械学会第 21 回機械材料・材料加工部門講演会 M&P2013 講演論文集, 805, CD-ROM, (2013-11)

佐藤 知広, 平井 良政, 福井 武久, 山田 健斗, 宇佐美 初彦 : 「硫化物が分散された SUJ2 の摩擦特性」, 日本機械学会第 21 回機械材料・材料加工部門講演会 M&P2013 講演論文集, 806, CD-ROM, (2013-11)

榎本 和城

【著書】

榎本 和城 : 「CNT を強化フィラーとした熱可塑性樹脂複合材料の成形と熱伝導特性」, 『自動車材料の樹脂化による車体軽量化』技術情報協会 編, 執筆者 全 108 名, 第 2 章第 6 節, 技術情報協会, (2013-2)

【その他】

榎本 和城 : 「(解説) ナノカーボン添加樹脂系複合材料のトライボロジー特性」, 成形加工, Vol.25, No.10, pp.68-72, (2013-2)

榎本 和城, 吉川 茂希 : 「ナノカーボン /PTFE 複合膜のトライボロジー特性」, プラスチック成形加工学会, 第 24 回年次大会(成形加工'13) 講演予稿集, pp.109-110, (2013-5)

K.Enomoto, S.Yoshikawa and M.Hirabayashi : "Tribological Properties of PTFE Composite Films Filled with Carbon Nanofiber", Proceedings of the Polymer Processing Society 29th Annual Meeting (USB-Memory), S09-118, (2013-7)

K.Enomoto and K.Hishikawa : "Effect of dispersion state on electrical properties of CNF filled PTFE composite film", Extended Abstracts of 6th International Conference on Carbon NanoParticle Based Composites, (USB-Memory, ISBN : 978-3-9816007-0-4), P32, (2013-9)

土井 恵介, 榎本 和城 : 「カーボンナノファイバー添加樹脂系複合材料のトライボロジー特性」, プラスチック

ク成形加工学会, 第21回秋季大会(成形加工シンポジア'13)講演予稿集, pp.291-292, (2013-11)

鈴木 洋平, 榎本 和城:「カーボンナノファイバー添加ひまし油由来ポリアミド11の機械的特性」, プラスチック成形加工学会第21回秋季大会(成形加工シンポジア'13)講演予稿集, pp.95-96, (2013-11)

上山 智

【学術論文】

S.Kamiyama, M.Iwaya, T.Takeuchi, I.Akasaki, R.Yakimova and M.Syv  jarvi : "White light-emitting diode based on fluorescent SiC", *Thin Solid Films*, Vol.522, pp.23-25, (2012)

Y.Isobe, H.Ikki, T.Sakakibara, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki, T.Sugiyama, H.Amano, Mamoru Imade and Yusuke Mori : "MOVPE growth of nonpolar a-plane GaN with low oxygen contamination and specular surface on a freestanding GaN substrate", *Journal of Crystal Growth*, Vol.351, pp.126-130, (2012)

D.Iida, M.Sowa, Y.Kondo, D.Tanaka, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "In situ X-ray diffraction monitoring during metalorganic vapor phase epitaxy growth of low-temperature-GaN buffer layer", *Journal of Crystal Growth*, Vol.361, pp.1-4, (2012)

M.Ishiguro, K.Ikeda, M.Mizuno, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Nitride-based hetero-field-effect transistor-type photosensors with extremely high photosensitivity", *Physica Status Solidi*, RRL 7, pp.215-217, (2013)

D.Iida, Y.Kondo, M.Sowa, T.Sugiyama, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Analysis of strain relaxation process in GaInN/GaN heterostructure by in situ X-ray diffraction monitoring during metalorganic vapor-phase epitaxial growth", *Physica Status Solidi*, RRL 7, pp.211-214, (2013)

T.Suzuki, M.Kaga, K.Naniwae, T.Kitano, K.Hirano, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "Trench-Shaped Defects on AlGaInN Quantum Wells Grown under Different Growth Pressures", *Jpn.J.Appl. Phys.*, Vol.52, 08JB27, (2013)

M.Ishiguro, K.Ikeda, M.Mizuno, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Control of the Detection Wavelength in AlGaInN/GaN-Based Hetero-Field-Effect-Transistor Photosensors", *Jpn.J.Appl. Phys.*, Vol.52, 08JF02, (2013)

K.Matsui, K.Yamashita, M.Kaga, T.Morita, T.Suzuki,

T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "Carrier Injections in Nitride-Based Light Emitting Diodes Including Two Active Regions with Mg-Doped Intermediate Layers", *Jpn.J.Appl. Phys.*, Vol.52, 08JG02, (2013)

T.Nakashima, K.Takeda, H.Shinzato, M.Iwaya, S.Kamiyama, T.Takeuchi, I.Akasaki and Hiroshi Amano : "Combination of Indium-Tin Oxide and SiO₂/AlN Dielectric Multilayer Reflective Electrodes for Ultraviolet-Light-Emitting Diodes", *Jpn.J.Appl. Phys.*, Vol.52, 08JG07, (2013)

M.Mori, S.Kondo, S.Yamamoto, T.Nakao, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : "Concentrating Properties of Nitride-Based Solar Cells Using Different Electrodes", *Jpn.J.Appl. Phys.*, Vol.52, 08JH02, (2013)

M.Kaga, T.Morita, Y.Kuwano, K.Yamashita, K.Yagi, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "GaInN-Based Tunnel Junctions in n-p-n Light Emitting Diodes", *Jpn.J.Appl. Phys.*, Vol.52, 08JH07, (2013)

T.Yasuda, K.Yagi, T.Suzuki, T.Nakashima, M.Watanabe, T.Takeuchi, M.Iwaya, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Investigations of Polarization-Induced Hole Accumulations and Vertical Hole Conductions in GaN/AlGaIn Heterostructures", *Jpn.J.Appl. Phys.*, Vol.52, 08JJ05, (2013)

K.Aoyama, A.Suzuki, T.Kitano, S.Kamiyama, T.Takeuchi, M.Iwaya and I.Akasaki : "Study on Efficiency Component Estimation of 405 nm Light Emitting Diodes from Electroluminescence and Photoluminescence Intensities", *Jpn.J.Appl. Phys.*, Vol.52, 08JL16, (2013)

Y.Kuwano, M.Kaga, T.Morita, K.Yamashita, K.Yagi, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Lateral hydrogen diffusion at p-GaN layers in nitride-based light emitting diodes with tunnel junctions", *Jpn. J.Appl. Phys.*, Vol.52, 08JK12, (2013)

【その他】

M.Iwaya, D.Iida, M.Sowa, Y.Kondo, D.Tanaka, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Observation of group III nitride semiconductors by in situ X-ray diffraction monitoring during metalorganic vapor phase epitaxy growth", 2012 Collaborative Conference on Crystal Growth, Orland, FL, USA, (2012.12.11-14)

M.Ishiguro, K.Ikeda, M.Mizuno, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "High-sensitivity HFET type photosensors with a p-GaInN gate", *SPIE Photonic*

- west 2013, San Francisco, USA, (2013.2.2-8)
- K.Aoyama, A.Suzuki, T.Kitano, N.Sone, S.Kamiyama, T.Takeuchi, M.Iwaya and I.Akasaki : "Influence of growth interruption on performance of nitride-based blue LED", SPIE Photonic west 2013, San Francisco, USA, (2013.2.2-8)
- K.Naniwae, M.Mori, T.Kondo, A.Suzuki, T.Kitano, S.Kamiyama, M.Iwaya, T.Takeuchi and I.Akasaki : "Introduction of the Moth-eye patterned sapphire substrate technology for cost effective high-performance LED", SPIE Photonic west 2013, San Francisco, USA, (2013.2.2-8)
- T.Tsuchiya, S.Umeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki, T.Kondo, T.Kitano, M.Mori, A.Suzuki, Fumiharu Teramae and Hitoshi Sekine : "Fabrication of moth-eye patterned sapphire substrate (MPSS) and influence of height of corns on the performance of blue LEDs on MPSS", SPIE Photonic west 2013, San Francisco, USA, (2013.2.2-8)
- S.Mizutani, S.Nakashima, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki, T.Kondo, F.Teramae, A.Suzuki, T.Kitano, M.Mori and M.Matsubara : "Performance of nitride-based light emitting diodes using an Indium-zinc-oxide transparent electrode with moth-eye structure", SPIE Photonic west 2013, San Francisco, USA, (2013.2.2-8)
- K.Hayashi, K.Matsui, T.Morita, T.Suzuki, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "Direct Evidence of Electron Overflow by Monitoring Emissions from Second Active Region in Nitride-Based Blue LEDs", Conference on LED and Its Industrial Application' 13, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan, (2013.4.23-25)
- T.Morita, M.Kaga, Y.Kuwano, K.Matsui, M.Watanabe, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "Nitride-Based p-Side Down LEDs on Tunnel Junction", Conference on LED and Its Industrial Application' 13, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan, (2013.4.23-25)
- T.Yamamoto, D.Iida, Y.Kondo, M.Sowa, S.Umeda, T.Kato, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Observation of GaInN/GaN Superlattice Structures by In Situ X-ray Diffraction Monitoring during Metalorganic Vapor-Phase Epitaxial Growth", Conference on LED and Its Industrial Application' 13, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan, (2013.4.23-25)
- T.Yamada, Y.Matsubara, H.Shinzato, K.Takeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : "Threshold Power Density Reduction in AlGaIn/AlN Multi-quantum Wells DUV (288 nm) Optical Pumped Laser", Conference on LED and Its Industrial Application' 13, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan, (2013.4.23-25)
- M.Iwaya, S.Kondo, S.Yamamoto, M.Mori, Y.Kurokawa, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : "Factors for obtaining a high open-circuit voltage in GaInN-based solar cells", Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors 2013, Tamsui, New Taipei City, Taiwan, (2013.5.12-15)
- D.Minamikawa, M.Kaga, Y.Kuwano, T.Morita, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "Bandgap dependence in nitride semiconductor-based tunnel junctions", Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors 2013, Tamsui, New Taipei City, Taiwan, (2013.5.12-15)
- S.Kamiyama : "Carrier recombination mechanism in fluorescent SiC", Meijo-DTU Workshop on Research and Development of Light-Emitting Diodes 2013, Copenhagen, Denmark, (2013.3.15)
- S.Kamiyama : "Prospect of fluorescent SiC as a rare-earth-free phosphor material" [Invited Talk], E-MRS Spring Meeting 2013, Strasbourg, France, (2013.5.27-31)
- K.Gulbinas, P.Scajev, V.Bikbajavas, V.Grivicikas, O.V.Korolik, A.V.Mazanik, A.K.Fedotov, V.Jokubavicius, M.K.Linnarsson, M.Syvajarvi and S.Kamiyama : "Micro-Raman scattering and carrier diffusion studies in heavily co-doped 6H-SiC layers", E-MRS Spring Meeting 2013, Strasbourg, France, (2013.5.27-31)
- M.Iwaya, M.Ishiguro, M.Mizuno, K.Ikeda, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "High sensitivity group III nitride semiconductor based heterostructure field effect transistor type photosensors", The Collaborative Conference on Crystal Growth (3CG), Cancun, Mexico, (2013.6.10-13)
- T.Yamamoto, D.Iida, Y.Kondo, M.Sowa, S.Umeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "In situ X-ray diffraction monitoring of OMVPE GaInN/GaN superlattice growth", The 19th American Conference on Crystal Growth and Epitaxy, Keystone, Colorado, USA, (2013.7.21-26)
- M.Iwaya, T.Yamamoto, D.Iida, Y.Kondo, M.Sowa, S.Umeda, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "In situ X-ray diffraction monitoring of GaInN growth by metalorganic vapor phase epitaxy", 17th International

- Conference on Crystal Growth and Epitaxy, Warsaw, Poland, (2013.8.11-16)
- T.Sugiyama, D.Iida, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : “Extreme Low-Resistivity and High-Carrier-Concentration Si-Doped Al_{0.05}Ga_{0.95}N”, 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- M.Iwaya, Y.Kurokawa, Y.Katsu, T.Yamamoto, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : “Realization of the High Conversion Efficiency Solar Cells using Nitride Semiconductors”, 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- T.Suzuki, H.Sasajima, Y.Matsubara, Y.Kozuka, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : “GaNSb Alloys Grown by Low Temperature Metalorganic Vapor Phase Epitaxy”, 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- K.Matsui, K.Yamashita, M.Kaga, T.Morita, Y.Kuwano, T.Suzuki, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : “Stable Balance of Emission Intensities from Two Active Regions in Nitride Semiconductor-Based Light Emitting Diodes”, 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- M.Watanabe, M.Kaga, K.Yamashita, T.Suzuki, D.Minamikawa, Y.Kuwano, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : “10- μ m-Square Micro LED Array with Tunnel Junction”, 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- T.Kondo, T.Kitano, A.Suzuki, M.Mori, K.Naniwae, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : “Advantages of the Moth-Eye Patterned Sapphire Substrate for the High Performance Nitride Based LEDs”, 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- T.Nakashima, K.Takeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : “Improvement of Light Extraction Efficiency in 350-nm Emission UV Light-Emitting Diodes”, 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- T.Yamamoto, D.Iida, Y.Kondo, M.Sowa, S.Umeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : “In situ X-ray diffraction monitoring of GaInN/GaN superlattices growth by metalorganic vapor phase epitaxy”, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- D.Iida, Y.Chen, Y.Ou, A.Fadil, O.Kopylov, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Ou : “Enhanced internal quantum efficiency of green emission GaInN/GaN multiple quantum wells by surface plasmon coupling”, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- T.Yamada, Y.Matsubara, H.Shinzato, K.Takeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : “Reduction of the threshold power density in AlGaIn/AlN multiquantum wells DUV (288 nm) optical pumped lasers”, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- K.Hayashi, K.Matsui, T.Morita, T.Suzuki, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : “Quantitative evaluation of electron overflow by monitoring emissions from second active region in nitride-based blue LEDs”, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- M.Watanabe, M.Kaga, K.Yamashita, T.Suzuki, D.Minamikawa, Y.Kuwano, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : “10 μ m square micro LED and 100 channel array with tunnel junctions”, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- K.Hagiwara, T.Yasuda, K.Yagi, K.Takeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : “Asymmetric AlN/GaN-DBRs with high reflectivity”, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- T.Kondo, T.Kitano, A.Suzuki, M.Mori, K.Naniwae, S.Kamiyama, T.Takeuchi, M.Iwaya and I.Akasaki : “Moth-eye Patterned Sapphire Substrate technology for cost effective high performance LED”, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- S.Umeda, T.Kato, T.Kitano, T.Kondo, S.Kamiyama, T.Takeuchi, M.Iwaya and I.Akasaki : “MOVPE growth of embedded GaN nanocolumn”, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- M.Ishiguro, M.Mizuno, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : “Externally high sensitivity group III nitride semiconductor based heterostructure field effect transistor type photosensors”, 3rd International

- Conference on Materials and Applications for Sensors and Transducers, Prague, Czech Republic, (2013.9.13-17)
- F.Teramae, T.Maeda, E.Akazawa, Y.Kuroyanagi, K.Naniwae, M.Syvajarvi, R.Yakimova, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki: "Light absorption loss in fluorescent SiC", The International Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2013, Miyazaki, Japan, (2013.9.29-10.4)
- S.Kamiyama: "Growth and characterization of fluorescent SiC as a new phosphor material for general lighting application", Symposium on Materials Science for Light Emitting Diodes, Lund, Sweden, (2013.10.14-15)
- S.Kamiyama: "Applications for nitride-SiC LEDs", Symposium on Materials Science for Light Emitting Diodes, Lund, Sweden, (2013.10.14-15)
- M.Iwaya, Y.Matsubara, T.Yamada, K.Takeda, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano: "Dislocation density dependence of stimulated emission characteristics in AlGaInN/AIn multi-quantum wells", 8th International Workshop on Bulk Nitride Semiconductor, Kloster Seeon, Germany, (2013.9.30-10.5)
- M.Iwaya, H.Kurokawa, Y.Katsu, T.Yamamoto, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki: "In situ X-ray diffraction monitoring of group III nitride growth by MOVPE", Workshop on Ultra-Precision Processing for III-Nitride, Santa Barbara, USA, (2013.10.16-18)
- 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤崎勇, 天野浩:「窒化物半導体太陽電池の高効率化」, 第42回結晶成長国内会議, 九州大学, (2012.11.9-11)
- 森田隆敏, 加賀充, 桑野侑香, 松井健城, 竹内哲也, 上山智, 岩谷素顕, 赤崎勇:「ドループ改善に向けた窒化物半導体 np 構造 LED の作製」, 電子情報通信学会 ED, CPM, LQE 合同研究会, 大阪市立大学, (2012.11.9-11)
- 土屋貴義, 梅田慎也, 曾和美保子, 近藤俊行, 北野司, 森みどり, 鈴木敦志, 難波江宏一, 関根均, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤崎勇:「サファイア基板上へのモスアイ構造の形成方法の検討および LED への応用」, 電子情報通信学会 ED, CPM, LQE 合同研究会, 大阪市立大学, (2012.11.29-30)
- 桑野侑香, 加賀充, 森田隆敏, 山下浩司, 南川大智, 竹内哲也, 岩谷素顕, 上山智, 赤崎勇:「n-GaN 表面層を有する構造内 p-GaN の Mg アクセプタ活性化」, 電子情報通信学会 ED, CPM, LQE 合同研究会, 大阪市立大学, (2012.11.29-30)
- 森田隆敏, 加賀充, 桑野侑香, 松井健城, 渡邊雅大, 竹内哲也, 岩谷素顕, 上山智, 赤崎勇:「GaInN トンネル接合素子の低抵抗化」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 鈴木智行, 笹島浩希, 松原由布子, 加賀充, 竹内哲也, 上山智, 岩谷素顕, 赤崎勇:「GaN 低温成長における Sb 添加の効果」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 南川大智, 加賀充, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤崎勇:「LED 構造上 GaN トンネル接合の低抵抗化」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 萩原康大, 矢木康太, 安田俊輝, 竹田健一郎, 竹内哲也, 岩谷素顕, 上山智, 赤崎勇:「非対称 AlN/GaN 多層膜反射鏡の設計と作製」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 小崎桂矢, 近藤真一郎, 土屋貴義, 岩谷素顕, 上山智, 竹内哲也, 赤崎勇:「ナノ ELO による m 面 GaInN 厚膜の検討」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 小塚祐吾, 鈴木智行, 森田隆敏, 竹内哲也, 上山智, 岩谷素顕, 赤崎勇:「MOVPE 法による AlInN 高速成長の影響」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 山本泰司, 飯田大輔, 近藤保成, 曾和美保子, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤崎勇:「MOVPE により作製した GaInN/GaN 超格子構造のその場観察 X 線回折法による評価」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 飯田大輔, Yuntian Chen, Yiyu Ou, Ahmed Fadil, Oleksii Kopylov, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤崎勇, Haiyan Ou:「表面プラズモンカップリングを利用した GaInN/GaN 量子井戸の評価」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 石黒真未, 池田和弥, 水野正隆, 岩谷素顕, 上山智, 竹内哲也, 赤崎勇:「窒化物半導体 HFET 型光センサー構造の最適化」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 黒川泰視, 近藤真一郎, 山本翔太, 森美貴子, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤崎勇, 天野浩:「GaInN 超格子構造最適化による窒化物半導体太陽電池の高性能化」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 中嶋翼, 竹田健一郎, 新里紘史, 岩谷素顕, 上山智,

- 竹内 哲也, 赤崎 勇, 天野 浩:「350nm 紫外 LED の光取り出し効率の向上」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 土屋 貴義, 梅田 慎也, 曾和 美保子, 河合 俊介, 近藤 俊行, 北野 司, 森 みどり, 鈴木 敦志, 赤崎 勇, 関根 均, 難波江 宏一, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智:「モスアイ加工サファイア基板による LED の光取り出し効率の改善」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 林 健人, 松井 健城, 森田 隆敏, 鈴木 智行, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「電子ブロック層上活性層による電子オーバーフローの直接観測」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 桑野 侑香, 加賀 充, 森田 隆敏, 山下 浩司, 南川 大智, 竹内 哲也, 岩谷 素顕, 上山 智, 赤崎 勇:「横方向 p 型活性化における雰囲気ガス依存性」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 松井 健城, 山下 浩司, 加賀 充, 森田 隆敏, 鈴木 智行, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「窒化物半導体二波長発光ダイオードにおける発光強度比の安定性」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 上山 智:「窒化物系 LED の高効率化に向けた研究動向」, セミフォーラム・ジャパン 2013, 大阪国際会議場, (2013.5.21-22)
- 竹内 哲也, 岩谷 素顕, 上山 智, 赤崎 勇:「窒化物半導体における分極の影響と発光素子への応用」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 山田 知明, 松原 由布子, 新里 紘史, 竹田 健一郎, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「端面コーティングによる光励起 DUV レーザの閾値励起強度密度低減について」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 松原 由布子, 山田 知明, 中嶋 翼, 竹田 健一郎, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「AlGaIn/AIn 多重量子井戸の誘導放出における転位密度依存性」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 黒川 泰視, 近藤 真一郎, 山本 翔太, 森 美貴子, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「GaInN における InN 組成揺らぎの改善による窒化物太陽電池の高効率化」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 山本 泰司, 飯田 大輔, 近藤 保成, 曾和 美保子, 梅田 慎也, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇:「その場観察 X 線回折法による GaInN/GaN 超格子構造の評価」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 飯田 大輔, Yuntian Chen, Yiyu Ou, Ahmed Fadil, Oleksii Kopylov, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, Haiyan Ou:「表面プラズモンカップリングを利用した緑色 LED の内部量子効率の向上」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 中島 啓介, 渡邊 雅大, 加賀 充, 鈴木 智行, 南川 大智, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「トンネル接合を有する青色マイクロ LED の電流電圧特性」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 笹島 浩希, 鈴木 智行, 松原 由布子, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「新規 GaNSb 混晶の作製と GaSb モル分率成長温度依存性」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 上山 智:「LED 技術の発展と今後の展望」, 摩擦接合協会特別講演会, 名城大学, (2013.6.25)
- 黒川 泰視, 合田 智美, 加賀 充, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「トンネル接合を活用した窒化物半導体多接合太陽電池の作製」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)
- 笹島 浩希, 鈴木 智行, 松原 由布子, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「GaNSb 混晶 GaSb モル分率の Sb/N 比依存性」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)
- 小塚 祐吾, 安田 俊輝, 鈴木 智行, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「MOVPE 法による AlInN の高速成長」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)
- 中島 啓介, 渡邊 雅大, 加賀 充, 鈴木 智行, 南川 大智, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「青色面発光レーザに向けた電流狭窄構造の検討」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)
- 石黒 真未, 池田 和弥, 水野 正隆, 村瀬 卓弥, 岩谷 素顕, 上山 智, 赤崎 勇:「窒化物半導体を用いた HFET 型光センサーの暗電流検討」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)
- 山田 知明, 松原 由布子, 竹田 健一郎, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「VSL 法を用いた AlGaIn/AIn 多重量子井戸の光学利得測定」, 第

- 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)
- 松原由布子, 山田 知明, 竹田 健一郎, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「AlGaIn/AIn 多重量子井戸の光学利得の転位密度依存性」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)
- 竹内 哲也, 岩谷 素顕, 上山 智, 赤崎 勇:「オーバーフロー抑制に向けた np 接合 GaInN-LED」, 日本学術振興会ワイドギャップ半導体光・電子デバイス第 162 委員会 第 86 回研究会, 名古屋, (2013.10.10)
- 畔柳 有孝, 前田 智彦, 赤澤 絵理, 江間 伸明, 寺前 文晴, 藤元 直樹, 難波江 宏一, 上山 智, 竹内 哲也, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「近接昇華法による SiC 結晶のドーピング濃度均一化に関する検討」, 第 43 回結晶成長国内会議, 長野, (2013.11.6-8)
- 笹島 浩希, 鈴木 智行, 松原 由布子, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「新規 GaNSb 混晶の作製及び高 GaSb モル分率に向けた検討」, 第 43 回結晶成長国内会議, 長野, 2013 年 11 月 6 日 -8 日
- 小塚 祐吾, 安田 俊輝, 鈴木 智行, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「AlInN の高速成長に関する研究」, 第 43 回結晶成長国内会議, 長野, (2013.11.6-8)
- 小崎 桂矢, 近藤 真一郎, 梅田 慎也, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇:「細線加工 m 面 GaN 基板上への GaInN 成長」, 第五回薄膜太陽電池セミナープログラム, 名古屋大学, (2013.11.14-15)
- 山本 泰司, 飯田 大輔, 近藤 保成, 曾和 美保子, 梅田 慎也, 松原大幸, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇:「in-situX 線を用いた GaInN/GaN 薄膜超格子構造の観察」, 第五回薄膜太陽電池セミナープログラム, 名古屋大学, (2013.11.14-15)
- 合田 智美, 黒川 泰視, 森田 隆敏, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「トンネル接合を用いた III 族窒化物半導体多接合型太陽電池」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013, 名古屋大学, (2013.11.16)
- 曾和 美保子, 北野 司, 近藤 俊行, 森 みどり, 鈴木 敦志, 難波江 宏一, 上山 智, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 赤崎 勇:「モスアイ加工サファイア基板を用いた窒化物系 LED の性能向上検討」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013, 名古屋大学, (2013.11.16)
- 黒川 泰視, 合田 智美, 加賀 充, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「トンネル接合を用いた多接合窒化物半導体の検討」, 電子情報通信学会(ED, CPM, LQE 合同研究会), 大阪大学, (2013.11.28-29)
- 中嶋 翼, 竹田 健一郎, 岩谷 素顕, 上山 智, 竹内 哲也, 赤崎 勇, 天野 浩:「350nm 紫外 LED 光取り出し効率改善に関する研究」, 電子情報通信学会(ED, CPM, LQE 合同研究会), 大阪大学, (2013.11.28-29)

竹内 哲也

【著書】

竹内 哲也:『ポストシリコン半導体 - ナノ成膜ダイナミクスと基板・界面効果 -』, 第 2 章 1 節「窒化物半導体の特徴とデバイス動向」, エヌ・ティー・エス出版社, pp.105-115, (2013)

【学術論文】

S.Kamiyama, M.Iwaya, T.Takeuchi, I.Akasaki, R.Yakimova and M.Syväjärvi: "White light-emitting diode based on fluorescent SiC", *Thin Solid Films*, Vol.522, pp.23-25, (2012)

Y.Isobe, H.Ikki, T.Sakakibara, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki, T.Sugiyama, H.Amano, M.Imade and Y.Mori: "MOVPE growth of nonpolar a-plane GaN with low oxygen contamination and specular surface on a freestanding GaN substrate", *Journal of Crystal Growth*, Vol.351, pp.126-130, (2012)

D.Iida, M.Sowa, Y.Kondo, D.Tanaka, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki: "In situ X-ray diffraction monitoring during metalorganic vapor phase epitaxy growth of low-temperature-GaN buffer layer", *Journal of Crystal Growth*, Vol.361, pp.1-4, (2012)

M.Ishiguro, K.Ikeda, M.Mizuno, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki: "Nitride-based hetero-field-effect transistor-type photosensors with extremely high photosensitivity", *Physica Status Solidi*, RRL 7, pp.215-217, (2013)

D.Iida, Y.Kondo, M.Sowa, T.Sugiyama, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki: "Analysis of strain relaxation process in GaInN/GaN heterostructure by in situ X-ray diffraction monitoring during metalorganic vapor-phase epitaxial growth", *Physica Status Solidi*, RRL 7, pp.211-214, (2013)

T.Suzuki, M.Kaga, K.Naniwae, T.Kitano, K.Hirano, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki: "Trench-Shaped Defects on AlGaInN Quantum Wells Grown under Different Growth Pressures", *Jpn.J.Appl. Phys.*, Vol.52, 08JB27, (2013)

M.Ishiguro, K.Ikeda, M.Mizuno, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki: "Control of the Detection

- Wavelength in AlGaIn/GaN-Based Hetero-Field-Effect-Transistor Photosensors”, *Jpn.J.Appl.Phys.*, Vol.52, 08JF02, (2013)
- K.Matsui, K.Yamashita, M.Kaga, T.Morita, T.Suzuki, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : “Carrier Injections in Nitride-Based Light Emitting Diodes Including Two Active Regions with Mg-Doped Intermediate Layers”, *Jpn.J.Appl.Phys.*, Vol.52, 08JG02, (2013)
- T.Nakashima, K.Takeda, H.Shinzato, M.Iwaya, S.Kamiyama, T.Takeuchi, I.Akasaki and H.Amano : “Combination of Indium-Tin Oxide and SiO₂/AlN Dielectric Multilayer Reflective Electrodes for Ultraviolet-Light-Emitting Diodes”, *Jpn.J.Appl.Phys.*, Vol.52, 08JG07, (2013)
- M.Mori, S.Kondo, S.Yamamoto, T.Nakao, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : “Concentrating Properties of Nitride-Based Solar Cells Using Different Electrodes”, *Jpn.J.Appl.Phys.*, Vol.52, 08JH02, (2013)
- M.Kaga, T.Morita, Y.Kuwano, K.Yamashita, K.Yagi, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : “GaInN-Based Tunnel Junctions in n-p-n Light Emitting Diodes”, *Jpn.J.Appl.Phys.*, Vol.52, 08JH07, (2013)
- T.Yasuda, K.Yagi, T.Suzuki, T.Nakashima, M.Watanabe, T.Takeuchi, M.Iwaya, S.Kamiyama and I.Akasaki : “Investigations of Polarization-Induced Hole Accumulations and Vertical Hole Conductions in GaN/AlGaIn Heterostructures”, *Jpn.J.Appl.Phys.*, Vol.52, 08JJ05, (2013)
- K.Aoyama, A.Suzuki, T.Kitano, S.Kamiyama, T.Takeuchi, M.Iwaya and I.Akasaki : “Study on Efficiency Component Estimation of 405 nm Light Emitting Diodes from Electroluminescence and Photoluminescence Intensities”, *Jpn.J.Appl.Phys.*, Vol.52, 08JL16, (2013)
- Y.Kuwano, M.Kaga, T.Morita, K.Yamashita, K.Yagi, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : “Lateral hydrogen diffusion at p-GaN layers in nitride-based light emitting diodes with tunnel junctions”, *Jpn.J.Appl.Phys.*, Vol.52, 08JK12, (2013)
- 【その他】**
- M.Iwaya, D.Iida, M.Sowa, Y.Kondo, D.Tanaka, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : “Observation of group III nitride semiconductors by in situ X-ray diffraction monitoring during metalorganic vapor phase epitaxy growth”, 2012 Collaborative Conference on Crystal Growth, Orland, FL, USA, (2012.12.11-14)
- M.Ishiguro, K.Ikeda, M.Mizuno, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : “High-sensitivity HFET type photosensors with a p-GaInN gate”, SPIE Photonic west 2013, San Francisco, USA, (2013.2.2-8)
- K.Aoyama, A.Suzuki, T.Kitano, N.Sone, S.Kamiyama, T.Takeuchi, M.Iwaya and I.Akasaki : “Influence of growth interruption on performance of nitride-based blue LED”, SPIE Photonic west 2013, San Francisco, USA, (2013.2.2-8)
- K.Naniwae, M.Mori, T.Kondo, A.Suzuki, T.Kitano, S.Kamiyama, M.Iwaya, T.Takeuchi and I.Akasaki : “Introduction of the Moth-eye patterned sapphire substrate technology for cost effective high-performance LED”, SPIE Photonic west 2013, San Francisco, USA, (2013.2.2-8)
- T.Tsuchiya, S.Umeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki, T.Kondo, T.Kitano, M.Mori, A.Suzuki, F.Teramae and H.Sekine : “Fabrication of moth-eye patterned sapphire substrate (MPSS) and influence of height of corns on the performance of blue LEDs on MPSS”, SPIE Photonic west 2013, San Francisco, USA, (2013.2.2-8)
- S.Mizutani, S.Nakashima, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki, T.Kondo, F.Teramae, A.Suzuki, T.Kitano, M.Mori and M.Matsubara : “Performance of nitride-based light emitting diodes using an Indium-zinc-oxide transparent electrode with moth-eye structure”, SPIE Photonic west 2013, San Francisco, USA, (2013.2.2-8)
- K.Hayashi, K.Matsui, T.Morita, T.Suzuki, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : “Direct Evidence of Electron Overflow by Monitoring Emissions from Second Active Region in Nitride-Based Blue LEDs”, Conference on LED and Its Industrial Application’ 13, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan, (2013.4.23-25)
- T.Morita, M.Kaga, Y.Kuwano, K.Matsui, M.Watanabe, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : “Nitride-Based p-Side Down LEDs on Tunnel Junction”, Conference on LED and Its Industrial Application’ 13, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan, (2013.4.23-25)
- T.Yamamoto, D.Iida, Y.Kondo, M.Sowa, S.Umeda, T.Kato, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : “Observation of GaInN/GaN Superlattice Structures by In Situ X-ray Diffraction Monitoring during Metalorganic Vapor-Phase Epitaxial Growth”, Conference on LED

- and Its Industrial Application' 13, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan, (2013.4.23-25)
- T.Yamada, Y.Matsubara, H.Shinzato, K.Takeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : "Threshold Power Density Reduction in AlGaIn/AlN Multiquantum Wells DUV (288 nm) Optical Pumped Laser", Conference on LED and Its Industrial Application' 13, Pacifico Yokohama, Yokohama, Japan, (2013.4.23-25)
- M.Iwaya, S.Kondo, S.Yamamoto, M.Mori, Y.Kurokawa, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : "Factors for obtaining a high open-circuit voltage in GaInN-based solar cells", Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors 2013, Tamsui, New Taipei City, Taiwan, (2013.5.12-15)
- D.Minamikawa, M.Kaga, Y.Kuwano, T.Morita, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "Bandgap dependence in nitride semiconductor-based tunnel junctions", Asia-Pacific Workshop on Widegap Semiconductors 2013, Tamsui, New Taipei City, Taiwan, (2013.5.12-15)
- M.Iwaya, M.Ishiguro, M.Mizuno, K.Ikeda, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "High sensitivity group III nitride semiconductor based heterostructure field effect transistor type photosensors", The Collaborative Conference on Crystal Growth (3CG), Cancun, Mexico, (2013.6.10-13)
- T.Yamamoto, D.Iida, Y.Kondo, M.Sowa, S.Umeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "In situ X-ray diffraction monitoring of OMVPE GaInN/GaN superlattice growth", The 19th American Conference on Crystal Growth and Epitaxy, Keystone, Colorado, USA, (2013.7.21-26)
- M.Iwaya, T.Yamamoto, D.Iida, Y.Kondo, M.Sowa, S.Umeda, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "In situ X-ray diffraction monitoring of GaInN growth by metalorganic vapor phase epitaxy", 17th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy, Warsaw, Poland, (2013.8.11-16)
- T.Sugiyama, D.Iida, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Extreme Low-Resistivity and High-Carrier-Concentration Si-Doped Al_{0.05}Ga_{0.95}N", 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- M.Iwaya, Y.Kurokawa, Y.Katsu, T.Yamamoto, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : "Realization of the High Conversion Efficiency Solar Cells using Nitride Semiconductors", 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- T.Suzuki, H.Sasajima, Y.Matsubara, Y.Kozuka, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "GaNSb Alloys Grown by Low Temperature Metalorganic Vapor Phase Epitaxy", 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- H.Kurokawa, S.Kondo, M.Mori, M.Iwaya, T.Takeuchi, I.Akasaki and H.Amano : "Obtaining a High Open-Circuit Voltage in GaInN-Based Solar Cells", 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- K.Matsui, K.Yamashita, M.Kaga, T.Morita, Y.Kuwano, T.Suzuki, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "Stable Balance of Emission Intensities from Two Active Regions in Nitride Semiconductor-Based Light Emitting Diodes", 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- M.Watanabe, M.Kaga, K.Yamashita, T.Suzuki, D.Minamikawa, Y.Kuwano, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : "10- μ m-Square Micro LED Array with Tunnel Junction", 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- T.Kondo, T.Kitano, A.Suzuki, M.Mori, K.Naniwae, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "Advantages of the Moth-Eye Patterned Sapphire Substrate for the High Performance Nitride Based LEDs", 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- T.Nakashima, K.Takeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : "Improvement of Light Extraction Efficiency in 350-nm Emission UV Light-Emitting Diodes", 10th International Conference of Nitride Semiconductors, Washington DC, USA, (2013.8.25-30)
- T.Yamamoto, D.Iida, Y.Kondo, M.Sowa, S.Umeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : "In situ X-ray diffraction monitoring of GaInN/GaN superlattices growth by metalorganic vapor phase epitaxy", 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ, Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- D.Iida, Y.Chen, Y.Ou, A.Fadil, O.Kopylov, M.Iwaya,

- T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Ou : “Enhanced internal quantum efficiency of green emission GaInN/GaN multiple quantum wells by surface plasmon coupling”, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- T.Yamada, Y.Matsubara, H.Shinzato, K.Takeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : “Reduction of the threshold power density in AlGaIn/AlN multi-quantum wells DUV (288 nm) optical pumped lasers”, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- K.Hayashi, K.Matsui, T.Morita, T.Suzuki, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : “Quantitative evaluation of electron overflow by monitoring emissions from second active region in nitride-based blue LEDs”, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- M.Watanabe, M.Kaga, K.Yamashita, T.Suzuki, D.Minamikawa, Y.Kuwano, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya and I.Akasaki : “10 um square micro LED and 100 channel array with tunnel junctions”, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- K.Hagiwara, T.Yasuda, K.Yagi, K.Takeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : “Asymmetric AlN/GaN-DBRs with high reflectivity”, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- T.Kondo, T.Kitano, A.Suzuki, M.Mori, K.Naniwae, S.Kamiyama, T.Takeuchi, M.Iwaya and I.Akasaki : “Moth-eye Patterned Sapphire Substrate technology for cost effective high performance LED”, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- S.Umeda, T.Kato, T.Kitano, T.Kondo, S.Kamiyama, T.Takeuchi, M.Iwaya and I.Akasaki : “MOVPE growth of embedded GaNnanocolumn”, 2013 JSAP-MRS Joint Symposia, Doshisha Univ., Kyoto, Japan, (2013.9.18-19)
- M.Ishiguro, M.Mizuno, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : “Externally high sensitivity group III nitride semiconductor based heterostructure field effect transistor type photosensors”, 3rd International Conference on Materials and Applications for Sensors and Transducers, Prague, Czech Republic, (2013.9.13-17)
- M.Iwaya, Y.Matsubara, T.Yamada, K.Takeda, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano : “Dislocation density dependence of stimulated emission characteristics in AlGaIn/AlN multi-quantum wells”, 8th International Workshop on Bulk Nitride Semiconductor, Kloster Seeon, Germany, (2013.9.30-10.5)
- M.Iwaya, H.Kurokawa, Y.Katsu, T.Yamamoto, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki : “In situ X-ray diffraction monitoring of group III nitride growth by MOVPE”, Workshop on Ultra-Precision Processing for III-Nitride, Santa Barbara, USA, (2013.10.16-18)
- 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤崎勇, 天野浩:「窒化物半導体太陽電池の高効率化」, 第42回結晶成長国内会議, 九州大学, (2012.11.9-11)
- 森田隆敏, 加賀充, 桑野侑香, 松井健城, 竹内哲也, 上山智, 岩谷素顕, 赤崎勇:「ドループ改善に向けた窒化物半導体 np 構造 LED の作製」, 電子情報通信学会 ED, CPM, LQE 合同研究会, 大阪市立大学, (2012.11.29-30)
- 土屋貴義, 梅田慎也, 曾和美保子, 近藤俊行, 北野司, 森みどり, 鈴木敦志, 難波江宏一, 関根均, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤崎勇:「サファイア基板上へのモスアイ構造の形成方法の検討および LED への応用」, 電子情報通信学会 ED, CPM, LQE 合同研究会, 大阪市立大学, (2012.11.29-30)
- 桑野侑香, 加賀充, 森田隆敏, 山下浩司, 南川大智, 竹内哲也, 岩谷素顕, 上山智, 赤崎勇:「n-GaN 表面層を有する構造内 p-GaN の Mg アクセプタ活性化」, 電子情報通信学会 ED, CPM, LQE 合同研究会, 大阪市立大学, (2012.11.29-30)
- 森田隆敏, 加賀充, 桑野侑香, 松井健城, 渡邊雅大, 竹内哲也, 岩谷素顕, 上山智, 赤崎勇:「GaInN トンネル接合素子の低抵抗化」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 鈴木智行, 笹島浩希, 松原由布子, 加賀充, 竹内哲也, 上山智, 岩谷素顕, 赤崎勇:「GaN 低温成長における Sb 添加の効果」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 南川大智, 加賀充, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤崎勇:「LED 構造上 GaN トンネル接合の低抵抗化」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 萩原康大, 矢木康太, 安田俊輝, 竹田健一郎, 竹内哲也, 岩谷素顕, 上山智, 赤崎勇:「非対称 AlN/GaN 多層膜反射鏡の設計と作製」, 第60回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)

- 小崎 桂矢, 近藤 真一郎, 土屋 貴義, 岩谷 素顕, 上山 智, 竹内 哲也, 赤崎 勇:「ナノ ELO による m 面 GaInN 厚膜の検討」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 小塚 祐吾, 鈴木 智行, 森田 隆敏, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「MOVPE 法による AlInN 高速成長の影響」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 山本 泰司, 飯田 大輔, 近藤 保成, 曾和 美保子, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇:「MOVPE により作製した GaInN/GaN 超格子構造のその場観察 X 線回折法による評価」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 飯田 大輔, Yuntian Chen, Yiyu Ou, Ahmed Fadil, Oleksii Kopylov, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, Haiyan Ou:「表面プラズモンカップリングを利用した GaInN/GaN 量子井戸の評価」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 石黒 真未, 池田 和弥, 水野 正隆, 岩谷 素顕, 上山 智, 竹内 哲也, 赤崎 勇:「窒化物半導体 HFET 型光センサー構造の最適化」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 黒川 泰視, 近藤 真一郎, 山本 翔太, 森 美貴子, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「GaInN 超格子構造最適化による窒化物半導体太陽電池の高効率化」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 中嶋 翼, 竹田 健一郎, 新里 紘史, 岩谷 素顕, 上山 智, 竹内 哲也, 赤崎 勇, 天野 浩:「350nm 紫外 LED の光取り出し効率の向上」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 土屋 貴義, 梅田 慎也, 曾和 美保子, 河合 俊介, 近藤 俊行, 北野 司, 森 みどり, 鈴木 敦志, 赤崎 勇, 関根 均, 難波江 宏一, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智:「モスアイ加工サファイア基板による LED の光取り出し効率の改善」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 林 健人, 松井 健城, 森田 隆敏, 鈴木 智行, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「電子ブロック層上活性層による電子オーバーフローの直接観測」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 桑野 侑香, 加賀 充, 森田 隆敏, 山下 浩司, 南川 大智, 竹内 哲也, 岩谷 素顕, 上山 智, 赤崎 勇:「横方向 p 型活性化における雰囲気ガス依存性」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 松井 健城, 山下 浩司, 加賀 充, 森田 隆敏, 鈴木 智行, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「窒化物半導体二波長発光ダイオードにおける発光強度比の安定性」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, 神奈川工科大学, (2013.3.26-30)
- 竹内 哲也, 岩谷 素顕, 上山 智, 赤崎 勇:「窒化物半導体における分極の影響と発光素子への応用」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 山田 知明, 松原 由布子, 新里 紘史, 竹田 健一郎, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「端面コーティングによる光励起 DUV レーザの閾値励起強度密度低減について」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 松原 由布子, 山田 知明, 中嶋 翼, 竹田 健一郎, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「AlGaIn/AIn 多重量子井戸の誘導放出における転位密度依存性」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 黒川 泰視, 近藤 真一郎, 山本 翔太, 森 美貴子, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「GaInN における InN 組成揺らぎの改善による窒化物太陽電池の高効率化」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 山本 泰司, 飯田 大輔, 近藤 保成, 曾和 美保子, 梅田 慎也, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇:「その場観察 X 線回折法による GaInN/GaN 超格子構造の評価」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 飯田 大輔, Yuntian Chen, Yiyu Ou, Ahmed Fadil, Oleksii Kopylov, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, Haiyan Ou:「表面プラズモンカップリングを利用した緑色 LED の内部量子効率の向上」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 中島 啓介, 渡邊 雅大, 加賀 充, 鈴木 智行, 南川 大智, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「トンネル接合を有する青色マイクロ LED の電流電圧特性」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 笹島 浩希, 鈴木 智行, 松原 由布子, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「新規 GaNSb 混晶の作製と GaSb モル分率成長温度依存性」, 第 5 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 黒川 泰視, 合田 智美, 加賀 充, 岩谷 素顕, 竹内 哲

- 也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「トンネル接合を活用した窒化物半導体多接合太陽電池の作製」, 第74回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)
- 笹島 浩希, 鈴木 智行, 松原 由布子, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「GaNSb 混晶 GaSb モル分率の Sb/N 比依存性」, 第74回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)
- 小塚 祐吾, 安田 俊輝, 鈴木 智行, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「MOVPE 法による AlInN の高速成長」, 第74回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)
- 中島 啓介, 渡邊 雅大, 加賀 充, 鈴木 智行, 南川 大智, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「青色面発光レーザに向けた電流狭窄構造の検討」, 第74回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)
- 山田 知明, 松原 由布子, 竹田 健一郎, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「VSL 法を用いた AlGaIn/AlN 多重量子井戸の光学利得測定」, 第74回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)
- 松原 由布子, 山田 知明, 竹田 健一郎, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「AlGaIn/AlN 多重量子井戸の光学利得の転位密度依存性」, 第74回応用物理学会秋季学術講演会, 同志社大学, (2013.9.15-20)
- 竹内 哲也, 岩谷 素顕, 上山 智, 赤崎 勇:「オーバーフロー抑制に向けた np 接合 GaInN-LED」, 日本学術振興会ワイドギャップ半導体光・電子デバイス第162委員会第86回研究会, 名古屋, (2013.10.10)
- 畔柳 有孝, 前田 智彦, 赤澤 絵理, 江間 伸明, 寺前 文晴, 藤元 直樹, 難波江 宏一, 上山 智, 竹内 哲也, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「近接昇華法による SiC 結晶のドーピング濃度均一化に関する検討」, 第43回結晶成長国内会議, 長野, (2013.11.6-8)
- 笹島 浩希, 鈴木 智行, 松原 由布子, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「新規 GaNSb 混晶の作製及び高 GaSb モル分率に向けた検討」, 第43回結晶成長国内会議, 長野, (2013.11.6-8)
- 小塚 祐吾, 安田 俊輝, 鈴木 智行, 竹内 哲也, 上山 智, 岩谷 素顕, 赤崎 勇:「AlInN の高速成長に関する研究」, 第43回結晶成長国内会議, 長野, (2013.11.6-8)
- 小崎 桂矢, 近藤 真一郎, 梅田 慎也, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇:「細線加工 m 面 GaN 基板上への GaInN 成長」, 第五回薄膜太陽電池セミナープログラム, 名古屋大学, (2013.11.14-15)
- 山本 泰司, 飯田 大輔, 近藤 保成, 曾和 美保子, 梅田 慎也, 松原大幸, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇:「in-situX 線を用いた GaInN/GaN 薄膜超格子構造の観察」, 第五回薄膜太陽電池セミナープログラム, 名古屋大学, (2013.11.14-15)
- 合田 智美, 黒川 泰視, 森田 隆敏, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「トンネル接合を用いた III 族窒化物半導体多接合型太陽電池」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013, 名古屋大学, (2013.11.16)
- 曾和 美保子, 北野 司, 近藤 俊行, 森 みどり, 鈴木 敦志, 難波江 宏一, 上山 智, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 赤崎 勇:「モスアイ加工サファイア基板を用いた窒化物系 LED の性能向上検討」, 応用物理学会 SC 東海地区学術講演会 2013, 名古屋大学, (2013.11.16)
- 黒川 泰視, 合田 智美, 加賀 充, 岩谷 素顕, 竹内 哲也, 上山 智, 赤崎 勇, 天野 浩:「トンネル接合を用いた多接合窒化物半導体の検討」, 電子情報通信学会(ED, CPM, LQE 合同研究会), 大阪大学, (2013.11.28-29)
- 中嶋 翼, 竹田 健一郎, 岩谷 素顕, 上山 智, 竹内 哲也, 赤崎 勇, 天野 浩:「350nm 紫外 LED 光取り出し効率改善に関する研究」, 電子情報通信学会(ED, CPM, LQE 合同研究会), 大阪大学, (2013.11.28-29)

成塚 重弥

【学術論文】

- S.Naritsuka, C.H.Lin, S.Uchiyama and T.Maruyama: "Temperature dependence of a-plane GaN low angle incidence microchannel epitaxy by ammonia-based metal-organic molecular beam epitaxy", *physica status solidi (c)* Vol.10 No.3, pp.392-395, (2013.3)
- Y.Kito, H.Yamauchi, S.Naritsuka and T.Maruyama: "Study of Thermal Crystallization of Ni Catalysis for Graphene CVD", *J.Res.Inst.Meijo Univ.*, Vol.12, pp.43-48, (2013.3)
- D.Kanbayashi, T.Hishida, M.Tomita, H.Takakura, T.Maruyama and S.Naritsuka: "Liquid Phase Electro-Epitaxy of c-plane GaN layer under atmospheric pressure", *J.Res.Inst.Meijo Univ.*, Vol.12, pp.99-104, (2013.3)
- K.Shimizu, Y.Noma, M.Blajan and S.Naritsuka: "Study on Surface Modifikation of GaN by Atmospheric Microplasma", *IEEE Transactions on Industry Applications*, Vol.49, No.5, pp.2308-2313, (2013.5)

- T.Yajima, S.Sakakibara, S.Naritsuka, H.Yamane, N.Kosugi and T.Maruyama : "Formation of Carbon Nanotube/n-type 6H-SiC Heterojunction by Surface Decomposition of SiC and Its Electric Properties", Jpn.J.Appl.Phys., Vol.52 No.6, pp.06GD01/1-06GD01/4, (2013.6)
- H.Kondo, N.Fukuoka, R.Ghosh, S.Naritsuka, T.Maruyama and S.Iijima : "Low-Temperature Single-Walled Carbon Nanotube Growth from Pt Catalysts Using Alcohol Gas Source Method in High Vacuum", Jpn.J.Appl.Phys., Vol.52 No.6, pp 06GD02/1-06GD02/4, (2013.6)
- S.Uchiyama, C.H.Lin, Y.Suzuki, T.Maruyama and S.Naritsuka : "Effect of Supply Direction of Precursors on a-Plane GaN Low Angle Incidence Microchannel Epitaxy by Ammonia-Based Metal-Organic Molecular Beam Epitaxy", Jpn.J.Appl.Phys., Vol.52, No.8, pp.08JE04/1-08JE04/4, (2013.8)
- S.Naritsuka, C.H.Lin, S.Uchiyama and T.Maruyama : "Coalescence of a-plane GaN stripes in low angle incidence microchannel epitaxy by ammonia-based metal-organic molecular beam epitaxy", J.Crystal Growth, Vol.378, No.9, pp.303-306, (2013.9)
- T.Maruyama, H.Kondo, N.Fukuoka and S.Naritsuka : "Growth of Single-Walled Carbon Nanotubes from Pt catalysts by the Alcohol Gas Source Method under Low Ethanol Pressure : Growth Temperature Dependence", to be published in Trans.Mater.Res.Soc.Jpn.
- 【その他】
- 福岡直也, 近藤弘基, 澤木祐哉, Ranajit Ghosh, 成塚重弥, 丸山隆浩 : 「高真空アルコールガスソース法による Al₂O_x 層上 Pt 触媒からの単層カーボンナノチューブ成長」, 第 44 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 2P-26, 東京大学, (2013.3.11-13)
- 加藤浩直, 岩月剛徳, 山本奈緒, 白井優也, 廣田雄二郎, 伊覇広夢, 成塚重弥, 丸山隆浩 : 「窒素ラジカル分子線成長による GaN の選択成長」, 第 60 回応用物理学関係連合講演会, 29p-G20-20, 神奈川工業大学, (2013.3.27-30)
- 廣田雄二郎, 白井優也, 伊覇広夢, 岩月剛徳, 加藤浩直, 山本奈緒, 成塚重弥, 丸山隆浩 : 「グラフェンマスクの簡易パターンニングと GaAs 選択成長への応用」, 第 60 回応用物理学関係連合講演会, 29a-PB7-13, 神奈川工業大学, (2013.3.27-30)
- 神林大介, 高倉宏幸, 富田将史, 成塚重弥, 丸山隆浩 : 「電流制御型液相成長を用いた GaN の選択成長」, 第 60 回応用物理学関係連合講演会, 28p-PA1-16, 神奈川工業大学, (2013.3.27-30)
- 近藤弘基, 福岡直也, Ghosh Ranajit, 成塚重弥, 丸山隆浩, 飯島澄男 : 「EB 蒸着法により作製した Pt 触媒を用いた高真空アルコールガスソース法による SWNT 成長」, 第 60 回応用物理学関係連合講演会, 27p-G12-3, 神奈川工業大学, (2013.3.27-30)
- 矢嶋孝敏, 成塚重弥, 丸山隆浩 : 「SiC 表面分解法による 4H-SiC 上への CNT 形成と CNT/4H-SiC ヘテロ界面の電気的特性」, 第 60 回応用物理学関係連合講演会, 神奈川工業大学, 27p-G12-16, (2013.3.27-30)
- 鬼頭佑典, 山内洋哉, 鈴木学, 成塚重弥, 丸山隆浩 : 「パターン化 Ni 触媒を用いたグラフェンのアルコール CVD 成長」, 第 60 回応用物理学関係連合講演会, 神奈川工業大学, 28p-PB3-14, (2013.3.27-30)
- D.Kanbayashi, T.Hishida, M.Tomita, H.Takakura, T.Maruyama and S.Naritsuka : "Liquid-Phase Electroepitaxy of GaN at atmospheric pressure using ammonia and Ga-Ge solution", 25th International Conference on Indium Phosphide and Related Materials, MoPI-4, Kobe, Japan, (2013-5.19-23)
- 鈴木陽平, 内山翔太, 丸山隆浩, 成塚重弥 : 「二段階成長を用いた LAIMCE による a 面 GaN の合体平坦化」, 第 5 回窒化物半導体結晶成長講演会, ST01, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- 高倉宏幸, 神林大介, 富田将史, 成塚重弥, 丸山隆浩 : 「タンゲステマクを用いた電流制御型液相成長による GaNGaN 選択成長」, 第 5 回窒化物半導体結晶成長講演会, ST02, 大阪大学, (2013.6.21-22)
- H.Kondo, N.Fukuoka, S.Naritsuka and T.Maruyama : "Low temperature synthesis and growth mechanism of single-walled carbon nanotubes from Pt catalysts in the alcohol gas source method", The 14th International Conference on the Science and Application of Nanotubes (NT13), P27, Aalto University, Espoo, Finland, (2013.6.24-28)
- T.Maruyama, T.Yajima, S.Sakakibara and S.Naritsuka : "Property of carbon nanotube/SiC heterojunctions formed by surface decomposition of SiC", The 14th International Conference on the Science and Application of Nanotubes (NT13), P37, Aalto University, Espoo, Finland, (2013.6.24-28)
- M.Tomita, H.Takakura, T.Hishida, D.Kanbayashi, S.Naritsuka and T.Maruyama : "Study of abnormal growth in (100) GaAs microchannel epitaxy -Effect of mask pattern-", 31th Electronic Materials Symposium (EMS-31), Th2-7, Laroret Biwako, Shiga, July (2013.7.10-12)

- H.Iha, Y.Hirota, Y.Shirai, T.Iwatsuki, H.Kato, N.Yamamoto, S.Naritsuka and T.Maruyama : “Comparative study of selective growth of GaAs on Ti, SiO₂ and graphene masks by molecular beam epitaxy”, 31th Electronic Materials Symposium (EMS-31), Th2-6, Laroret Biwako, Shiga, (2013.7.10-12)
- N.yamamoto, H.Kato, Y.Hirota, H.Iha, T.Maruyama and S.Naritsuka : “Low temperature selective growth of c-plane GaN using a Ti mask by RF-MBE”, 31th Electronic Materials Symposium (EMS-31), Th3-18, Laroret Biwako, Shiga, (2013.7.10-12)
- Y.Hirota, Y.Shirai, H.Iha, Y.Kito, M.Suzuki, H.Kato, N.Yamamoto, T.Maruyama and S.Naritsuka : “Selective growth of (0 0 1) GaAs using patterned graphene mask”, 17th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy, G10/Mo115, Warsaw, Poland, (2013.8.11-16)
- S.Naritsuka, D.Kambayashi, H.Takakura, M.Tomita and T.Maruyama : “c-plane GaN selective growth by liquid phase electroepitaxy under atmospheric pressure”, 17th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy, T03/Th01, Warsaw, Poland, (2013.8.11-16)
- N.Kuwano, Y.Ryu, M.Mitsuahara, C.H.Lin, S.Uchiyama, T.Maruyama, Y.Suzuki and S.Naritsuka : “Behavior of Defects in a-Plane GaN Films Grown by Low-Angle-Incidence Microchannel Epitaxy (LAIMCE)”, 17th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy, G07/Th02, Warsaw, Poland, (2013.8.11-16)
- 近藤 弘基, ゴーシ・ラナジット, 成塚 重弥, 丸山 隆浩, 飯島 澄男 : 「高真空アルコールガスソース法による Pt 触媒からの単層カーボンナノチューブの低温成長と成長メカニズム」, 第 45 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 1P-10, (2013.8.5-7)
- 矢嶋 孝敏, 野本 豊和, 丸山 隆浩 : 「SiC 表面分解法により作製した CNT/n 型 4H-SiC 界面の電気的特性と電子構造」, 第 45 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 2P-17, 大阪大学, (2013.8.5-7)
- Yujiro Hirota and Shigeya Naritsuka : “Selective growth of (001) GaAs with graphene mask”, 15th Interanational Summer School on Crystal Growth, P19, Gdansk, Poland, (2013.8.4-10)
- 富田 将史, 高倉 宏幸, 岩川 宗樹, 水野 陽介, 山田 純平, 菱田 武重, 神林 大介, 成塚 重弥 : 「GaAs マイクロチャンネルエピタキシーにおける マスクパターン形状による過飽和度制御」, 第 74 回応用物理学会周期学術講演会, 20p-D3-6, 同志社大学, 京都, (2013.9.16-20)
- 高倉 宏幸, 富田 将史, 神林 大介, 岩川 宗樹, 水野 陽介, 山田 純平, 成塚 重弥, 丸山 隆浩 : 「GaN 横方向成長を目指したタンゲステンマスクによる電流制御型液相成長」, 第 74 回応用物理学会周期学術講演会, 同志社大学, 京都, 17p-P7-4, (2013.9.16-20)
- 近藤 弘基, Ranajit Ghosh, 成塚 重弥, 丸山 隆浩, 飯島 澄男 : 「EB 蒸着法により作製した Pt 触媒を用いた高真空アルコールガスソース法による SWNT 低温成長」, 第 74 回応用物理学会周期学術講演会, 16p-B3-1, 同志社大学, 京都, (2013.9.16-20)
- 廣田 雄二郎, 伊覇 広夢, 鬼頭 佑典, 鈴木 学, 加藤 浩直, 山本 菜緒, 丸山 隆浩, 成塚 重弥 : 「グラフェンマスク上の GaAs MBE 選択成長メカニズムの検討」, 第 43 回結晶成長国内会議(NCCG-43), 07PS08, 長野市生涯学習センター, 長野, (2013.11.6-8)
- 鈴木 学, 鬼頭 佑典, 早川 直邦, 成塚 重弥, 丸山 隆浩 : 「Ni 触媒を用いたアルコール CVD 法による多層グラフェンの成長」, 第 43 回結晶成長国内会議(NCCG-43), 07PS38, 長野市生涯学習センター, 長野, (2013.11.6-8)
- 富田 将史, 高倉 宏幸, 岩川 宗樹, 水野 陽介, 山田 純平, 菱田 武重, 神林 大介, 成塚 重弥 : 「GaAs MCE におけるスパイラルステップを用いた表面過飽和度の評価」, 第 43 回結晶成長国内会議(NCCG-43), 07PS19, 長野市生涯学習センター, 長野, (2013.11.6-8)
- 加藤 浩直, 山本 菜緒, 廣田 雄二郎, 伊覇 広夢, 成塚 重弥, 丸山 隆浩 : 「GaN 超低角入射マイクロチャンネルエピタキシーに関する基礎的検討」, 第 43 回結晶成長国内会議(NCCG-43), 07PS11, 長野市生涯学習センター, 長野, (2013.11.6-8)
- H.Kondo, R.Ghosh, S.Naritsuka, T.Maruyama and S.Iijima : “Single-Walled Carbon Nanotube Growth with Narrow Diameter Distribution from Pt Catalysts by Alcohol Gas Source Method”, 2013 MRS Fall Meeting, SS4.02, Dec.1-6, Boston, USA, (2013.12)
- T.Yajima, S.Naritsuka and T.Maruyama : “Carbon Nanotube/n-type SiC Heterojunction by Surface Decomposition of SiC : Growth and Electric Property”, 2013 MRS Fall Meeting, SS19.26, Dec.1-6, Boston, USA, (2013.12)

【学術論文】

赤堀 俊和, 大口 友里恵, 服部 友一, 安井 利明, 福本 昌宏, 福井 壽男, 新家 光雄:「摩擦攪拌プロセスによる生体用 β 型 Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr 合金の表面改質層と機械的性質」, 日本金属学会誌, 第 77 卷, 第 11 号, pp.543-549, (2013.1)

石倉 馨, 服部 友一, 赤堀 俊和, 新家 光雄:「低コスト型生体用 Ti-Mn 系二元合金の力学的特性と生体親和性」, 日本金属学会誌, 第 77 卷, 第 7 号, pp.253-258, (2013.5)

【その他】

服部 友一, 石倉 馨, 赤堀 俊和, 仲井 正昭, 新家 光雄:「動物実験による Ti-12Mn, Ti-12Cr の生体親和性」, 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「インプラントデバイス構築に向けた金属系バイオマテリアルの研究開発の最前線」, (2013.10)

Y.Oguchi, T.Akahori, T.Hattori, H.Fukui and M.Niinomi: “Mechanical properties and bone contact characteristics of betatype Ti alloy subjected to surface modifications”, Book of Abstract USB T1P103, 25th European Conference on Biomaterials, (2013.9)

A.Ito, K.Ishikura, T.Hattori, T.Akahori, K.Sato and M.Niinomi: “Biocompatibility and Mn element release of newly developed Ti-Mn system alloy”, Book of Abstract USB T4P003, 25th European Conference on Biomaterials, (2013.9)

K.Mizuno, T.Hattori, T.Akahori, K.Sato, M.Niinomi and K.Tsuge: “Biocompatibility of newly developed metastable beta type Ti-5Fe-3Nb-3Zr for biomedical applications”, Book of Abstract USB T4P004, 25th European Conference on Biomaterials, (2013.9)

T.Yasuda, T.Akahori, T.Hattori and H.Fukui: “Effect of solution treatment on microstructure and mechanical strength of dental silver alloy cast at various cooling rates”, Book of Abstract USB T4P010, 25th European Conference on Biomaterials, (2013.9)

Y.Kato, T.Hattori, T.Akahori, K.Sato and M.Niinomi: “Mechanical properties and biocompatibility of TNTZ reinforced by TiB”, Book of Abstract USB p.T4P015, 25th European Conference on Biomaterials, (2013.9)

六田 英治

【学術論文】

T.Nakagawa, E.Rokuta, H.Murata, H.Shimoyama and C.Oshima: “Fabrication of a single-atom electron source

by noble-metal surface diffusion”, Journal of Vacuum Science and Technology B Vol.31, No.2, pp.02B105-1-02B105-5, (2013.3)

【その他】

渡辺 和寛, 江村 泰明, 村田 英一, 六田 英治, 下山 宏, 安田 洋, 原口 岳士:「ショットキー放出された LaB6 電子銃の電子放出実験」, 第 74 回応用物理学秋季学術講演会, 18a-A13-7, (2013.9)

応用化学科

池邊 由美子

【その他】

後藤 啓太, 田中 宏季, 池邊 由美子, 坂 えり子: 「In をドーピングした SrMO₃ (M=Zr, Ce) の電気伝導特性と化学的安定性」, 名城大学総合学術研究所総合学術研究論文集, 第 12 号, pp.49-54, (2013-3)

福長 嗣人, 土方 将貴, 池邊 由美子, 坂 えり子: 「SrCe_{0.95}Y_{0.05}O_{3-δ} の電気伝導特性及び化学的安定性の評価」, 名城大学総合研究所紀要, 第 18 号, pp.51-56, (2013-3)

福長 嗣人, 後藤 啓太, 土方 将貴, 池邊 由美子, 坂 えり子: 「SrCe_{0.95-x}Zr_xY_{0.05}O_{3-δ} プロトン導電体の化学的安定性に及ぼす雰囲気ガスの影響」, 平成 24 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, pp.35, (2012-12)

後藤 啓太, 福長 嗣人, 田中 宏季, 池邊 由美子, 坂 えり子: 「SrMO₃ (M=Zr, Ce) プロトン導電性セラミックスの接合と CO₂ に対する化学的安定性の評価」, 平成 24 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, pp.36, (2012-12)

田淵 正義, 福長 嗣人, 池邊 由美子, 坂 えり子: 「BaZr_{0.91}M_{0.08}Co_{0.01}O_{3-a} (M=Dy, Gd, Y, Yb) プロトン導電体の焼結性と電気伝導特性」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, CD-ROM, (2013-3)

福長 嗣人, 土方 将貴, 池邊 由美子, 坂 えり子: 「Zr を添加した BaCe_{0.95}Y_{0.05}O_{3-δ} プロトン導電体の電気伝導特性」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, CD-ROM, (2013-3)

T.Fujita, Y.Ikebe and E.Ban: "Superconducting properties of Gd-Ba-Cu-O filaments doped with Co, Sn and Zr", International Conference on Traditional and Advanced Ceramics 2013_abstract, (2013-9)

M.Tabuchi, Y.Ikebe and E.Ban: "Sinterability and electrical conductivity of proton conducting BaZr_{0.91}M_{0.08}Co_{0.01}O_{3-a} (M=Dy, Gd, Y, Yb)", International Conference on Traditional and Advanced Ceramics 2013_abstract, (2013-9)

D.Suzuki, Y.Ikebe and E.Ban: "Electrical conductivity and chemical stability of SrCeO₃ doped with transition metal", International Conference on Traditional and Advanced Ceramics 2013_abstract, (2013-9)

小澤 理樹

【その他】

勝野 俊作, 伊藤 正雅, 小澤 理樹: 「粘液状ナノダイヤモンドファイバーの形成」, 第 44 回 フラワーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム予稿集, p.27, (2013-3)

藤原 圭汰, 伊神 俊輝, 伊藤 正雅, 小澤 理樹: 「バイオミメティック・アプローチによる高強度ナノダイヤモンド複合材料の合成」, 第 44 回 フラワーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム予稿集, p.88, (2013-3)

S.Katsuno, T.Ito, *M.Ozawa: "Spontaneous fibre formation of detonation nanodiamonds in polyacrylamide aqueous solutions", Abstracts of the 11th International Conference Advanced Carbon NanoStructures, (2013-7)

才田 隆広

【学術論文】

N.Ishiguro, T.Saida, T.Uruga, O.Sekizawa, K.Nagasawa, K.Nitta, T.Yamamoto, S.Ohkoshi, T.Yokoyama, and M.Tada: "Structural kinetics of a Pt/C cathode catalyst with practical catalyst loading in an MEA for PEFC operating conditions studied by in situ time-resolved XAFS", Physical Chemistry Chemical Physics, vol.15, No.43, pp.18827-18834, (2013-9)

K.Fukuda, J.Sato, T.Saida, W.Sugimoto, Y.Ebina, T.Shibata, M.Osada, and T.Sasaki: "Fabrication of Ruthenium Metal Nanosheets via Topotactic Metallization of Exfoliated Ruthenate Nanosheets", Inorganic Chemistry, Vol.52, No.5, pp.2280-2282, (2013-2)

【その他】

才田 隆広, 唯 美津木: 「固体高分子形燃料電池における電極接合体内部における白金触媒の分布・化学状態の観察」, 放射光, Vol.26, No.2, pp.72-83, (2013-3)

早出 彩, 才田 隆広, Sutasinee Kityakarn, 石黒 志, 関澤 央輝, 宇留賀 朋哉, 長澤 兼作, 山本 孝, 横山 利彦, 唯 美津木: 「In-situ 時間分解 XAFS 法を用いた過渡電圧観察時の Pt/C 触媒の価数変化」, 電気化学会創立 80 周年記念大会講演要旨集, pp.75, (2013-3)

才田 隆広, 早出 彩, Sutasinee Kityakarn, 石黒 志, 関澤 央輝, 宇留賀 朋哉, 長澤 兼作, 山本 孝, 横山 利彦, 唯 美津木: 「In-situ 空間分解 XAFS 法を用いた二次元空間における Pt/C 触媒の酸化還元挙動」, 電気化

学会創立 80 周年記念大会講演要旨集, pp.75, (2013-3)

才田 隆広, 早出 彩, Sutasinee Kityakarn, 石黒 志, 関澤 央輝, 宇留賀 朋哉, 新田 清文, 長澤 兼作, 山本 孝, 横山 利彦, 唯 美津木: 「In-situ XAFS 法を用いた Pt/C 触媒の有効活性サイトの評価と触媒劣化現象」, 電気化学会創立 80 周年記念大会講演要旨集, pp.497, (2013-3)

永田 央

【学術論文】

H.Yamazaki, T.Ueno, K.Aiso, M.Hirahara, T.Aoki, T.Nagata, S.Igarashi, and M.Yagi: "Synthesis, Characterization and Heterogeneous Catalysis for Water Oxidation of a Di-manganese Complex with 4'-(4-Pyridyl)-2, 2':6', 2"-terpyridine", Polyhedron, Vol.52, pp.455-460, (2013-2)

H.Kon and T.Nagata: "New Ternary Ligands Consisting of a N4 Bridging Ligand and Two Terpyridines, and Their Co (II) and Ni (II) Dinuclear Complexes. Structure, Redox Properties, and Reaction with Acid", Dalton Transactions, Vol.42, pp.5697-5705, (2013-3)

【その他】

遊佐 仁暁, 永田 央: 「金属フタロシアニンの光増感によるキノンの還元反応」, 錯体化学会第 63 回討論会講演要旨集, pp.170, (2013-9)

坂 えり子

【その他】

後藤 啓太, 田中 宏季, 池邊 由美子, 坂 えり子: 「In をドーピングした SrMO₃ (M=Zr, Ce) の電気伝導特性と化学的安定性」, 名城大学総合学術研究所総合学術研究論文集, 第 12 号, pp.49-54, (2013-3)

福長 嗣人, 土方 将貴, 池邊 由美子, 坂 えり子: 「SrCe_{0.95}Y_{0.05}O_{3-δ} の電気伝導特性及び化学的安定性の評価」, 名城大学総合研究所紀要, 第 18 号, pp.51-56, (2013-3)

福長 嗣人, 後藤 啓太, 土方 将貴, 池邊 由美子, 坂 えり子: 「SrCe_{0.95-x}Zr_xY_{0.05}O_{3-δ} プロトン導電体の化学的安定性に及ぼす雰囲気ガスの影響」, 平成 24 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, pp.35, (2012-12)

後藤 啓太, 福長 嗣人, 田中 宏季, 池邊 由美子, 坂 えり子: 「SrMO₃ (M=Zr, Ce) プロトン導電性セラミックスの接合と CO₂ に対する化学的安定性の評価」, 平成 24 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, pp.36, (2012-12)

田淵 正義, 福長 嗣人, 池邊 由美子, 坂 えり子: 「BaZr_{0.91}M_{0.08}Co_{0.01}O_{3-a} (M=Dy, Gd, Y, Yb) プロトン導電体の焼結性と電気伝導特性」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, CD-ROM, (2013-3)

福長 嗣人, 土方 将貴, 池邊 由美子, 坂 えり子: 「Zr を添加した BaCe_{0.95}Y_{0.05}O_{3-δ} プロトン導電体の電気伝導特性」, 第 60 回応用物理学会春季学術講演会, CD-ROM, (2013-3)

T.Fujita, Y.Ikebe and E.Ban: "Superconducting properties of Gd-Ba-Cu-O filaments doped with Co, Sn and Zr", International Conference on Traditional and Advanced Ceramics 2013_abstract, (2013-9)

M.Tabuchi, Y.Ikebe and E.Ban: "Sinterability and electrical conductivity of proton conducting BaZr_{0.91}M_{0.08}Co_{0.01}O_{3-a} (M=Dy, Gd, Y, Yb)", International Conference on Traditional and Advanced Ceramics 2013_abstract, (2013-9)

D.Suzuki, Y.Ikebe and E.Ban: "Electrical conductivity and chemical stability of SrCeO₃ doped with transition metal", International Conference on Traditional and Advanced Ceramics 2013_abstract, (2013-9)

坂東 俊治

【学術論文】

M.Nakamura, T.Kawai, M.Irie, R.Yuge, S.Iijima, S.Bandow, and M.Yudasaka: "Graphite-Like Thin Sheets with Even-Numbered Layers", Carbon, 61, pp.644-647, (2013)

T.Mizuno, M.Takizawa B.Tsuchiya, M.Jinno, and S.Bandow: "A nitrogen-doped graphene film prepared by chemical vapor deposition of a methanol mist containing methylated melamine resin", Appl.Phys.A, 113 (3), pp.645-650, (2013)

【その他】

R.Yuge, T.Manako, S.Bandow, M.Yudasaka, K.Toyama, T.Yamaguchi, S.Iijima, and K.Nakano: "Nitrogen-doped carbon nanohorn aggregates with electrocatalytic activity for oxygen reduction", The 44th Fullerene Nanotubes Graphene General Symposium, March 11-13, Tokyo, 1P-29, (2013-3)

Y.Shiraki, Y.Mishina, and S.Bandow: "Enhancement of photo-induced current in the complex of iron oxide nanotubes and fullerenols", The 44th Fullerene Nanotubes Graphene General Symposium, March 11-13, Tokyo, 2P-45, (2013-3)

- M.Nakamura, T.Kawai, M.Irie, R.Yuge, S.Iijima, S.Bandow, and M.Yudasaka : "Graphene-based nanomaterials prepared by laser ablation of graphite", The 44th Fullerene Nanotubes Graphene General Symposium, March 11-13, Tokyo, 3P-45, (2013-3)
- T.Mizuno, and S.Bandow : "Effects of etchant and synthesis temperature on the sheet-resistivity of nitrogen doped graphene film", The 44th Fullerene Nanotubes Graphene General Symposium, March 11-13, Tokyo, 3P-46, (2013-3)
- R.Yuge, T.Manako, S.Bandow, M.Yudasaka, K.Toyama, T.Yamaguchi, S.Iijima, and K.Nakahara : "Preparation and structural properties of BN-doped carbon nanohorn aggregates", The 45th Fullerene Nanotubes Graphene General Symposium, Aug.5-7, Osaka, 2P-7, (2013-8)
- S.Bandow, and Y.Shiraki : "Structural transformation of iron oxide nanotubes by the heat treatment", The 45th Fullerene Nanotubes Graphene General Symposium, Aug.5-7, Osaka, 3P-14, (2013-8)

丸山 隆浩

【学術論文】

- S.Naritsuka, C.H.Lin, S.Uchiyama, and T.Maruyama : "Temperature dependence of a-plane GaN low angle incidence microchannel epitaxy by ammonia-based metal-organic molecular beam epitaxy", *physica status solidi (c)*, Vol.10, No.3, pp.392-395, (2013-3)
- Y.Kito, H.Yamauchi, S.Naritsuka and T.Maruyama : "Study of Thermal Crystallization of Ni Catalysis for Graphene CVD", *J.Res.Inst.Meijo Univ.*, Vol.12, pp.43-48, (2013-3)
- D.Kanbayashi, T.Hishida, M.Tomita, H.Takakura, T.Maruyama and S.Naritsuka : "Liquid Phase Electro-Epitaxy of c-plane GaN layer under atmospheric pressure", *J.Res.Inst.Meijo Univ.*, Vol.12, pp.99-104, (2013-3)
- T.Yajima, S.Sakakibara, S.Naritsuka, H.Yamane, N.Kosugi, and T.Maruyama : "Formation of Carbon Nanotube/n-type 6H-SiC Heterojunction by Surface Decomposition of SiC and Its Electric Properties", *Jpn.J.Appl.Phys.*, Vol.52, No.6, pp.06GD01/1-06GD01/4, (2013-6)
- H.Kondo, N.Fukuoka, R.Ghosh, S.Naritsuka, T.Maruyama and S.Iijima : "Low-Temperature Single-Walled Carbon Nanotube Growth from Pt Catalysts Using Alcohol Gas Source Method in High Vacuum", *Jpn.J.Appl.Phys.*, Vol.52, No.6, pp.06GD02/1-06GD02/4, (2013-6)
- S.Uchiyama, C.H.Lin, Y.Suzuki, T.Maruyama, and S.Naritsuka : "Effect of Supply Direction of Precursors on a-Plane GaN Low Angle Incidence Microchannel Epitaxy by Ammonia-Based Metal-Organic Molecular Beam Epitaxy", *Jpn.J.Appl.Phys.*, Vol.52, No.8, pp.08JE04/1-08JE04/4, (2013-8)
- S.Naritsuka, C.H.Lin, S.Uchiyama, and T.Maruyama : "Coalescence of a-plane GaN stripes in low angle incidence microchannel epitaxy by ammonia-based metal-organic molecular beam epitaxy", *J.Crystal.Growth* Vol.378, No.9, pp.303-306, (2013-9)
- T.Maruyama, H.Kondo, N.Fukuoka and S.Naritsuka : "Growth of Single-Walled Carbon Nanotubes from Pt catalysts by the Alcohol Gas Source Method under Low Ethanol Pressure : Growth Temperature Dependence", to be published in *Trans.Mater.Res.Soc.Jpn.*

【その他】

- 福岡直也, 近藤 弘基, 澤木 祐哉, Ranajit Ghosh, 成塚重弥, 丸山 隆浩 : 「高真空アルコールガスソース法による Al₂O₃ 層上 Pt 触媒からの単層カーボンナノチューブ成長」, 第 44 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 2P-26, 東京大学, 3月11日-13日, (2013-3)
- 加藤 浩直, 岩月 剛徳, 山本 奈緒, 白井 優也, 廣田 雄二郎, 伊覇 広夢, 成塚 重弥, 丸山 隆浩 : 「窒素ラジカル分子線成長による GaN の選択成長」, 第 60 回応用物理学関係連合講演会, 29p-G20-20, 神奈川工業大学, 3月27日-30日, (2013-3)
- 廣田 雄二郎, 白井 優也, 伊覇 広夢, 岩月 剛徳, 加藤 浩直, 山本 奈緒, 成塚 重弥, 丸山 隆浩 : 「グラフェンマスクの簡易パターンニングと GaAs 選択成長への応用」, 第 60 回応用物理学関係連合講演会, 29a-PB7-13, 神奈川工業大学, 3月27日-30日, (2013-3)
- 神林 大介, 高倉 宏幸, 富田 将史, 成塚 重弥, 丸山 隆浩 : 「電流制御型液相成長を用いた GaN の選択成長」, 第 60 回応用物理学関係連合講演会, 28p-PA1-16, 神奈川工業大学, 3月27日-30日, (2013-3)
- 近藤 弘基, 福岡 直也, Ghosh Ranajit, 成塚 重弥, 丸山 隆浩, 飯島 澄男 : 「EB 蒸着法により作製した Pt 触媒を用いた高真空アルコールガスソース法による SWNT 成長」, 第 60 回応用物理学関係連合講演会, 27p-G12-3, 神奈川工業大学, 3月27日-30日, (2013-3)
- 矢嶋 孝敏, 成塚 重弥, 丸山 隆浩 : 「SiC 表面分解法による 4H-SiC 上への CNT 形成と CNT/4H-SiC ヘテロ界面の電気的特性」, 第 60 回応用物理学関係連合講演

- 演会, 神奈川工業大学, 27p-G12-16, 3月27日-30日, (2013-3)
- 鬼頭 佑典, 山内 洋哉, 鈴木 学, 成塚 重弥, 丸山 隆浩: 「パターン化 Ni 触媒を用いたグラフェンのアルコール CVD 成長」, 第 60 回応用物理学関係連合講演会, 神奈川工業大学, 28p-PB3-14, 3月27日-30日, (2013-3)
- R.Ghosh, M.Goswami, A.Kumar Meikap, T.Maruyama: "A Facile Route to Polyaniline/CNT-CdS Optical Materials via In-situ Polymerization", 2013 MRS Spring Meeting, M4.25, San Francisco, California, April 1-5, (2013-4)
- D.Kanbayashi, T.Hishida, M.Tomita, H.Takakura, T.Maruyama and S.Naritsuka: "Liquid-Phase Electroepitaxy of GaN at atmospheric pressure using ammonia and Ga-Ge solution", 25th International Conference on Indium Phosphide and Related Materials, MoPI-4, Kobe, Japan 19-23 May, (2013-5)
- 鈴木 陽平, 内山 翔太, 丸山 隆浩, 成塚 重弥: 「二段階成長を用いた LAIMCE による a 面 GaN の合体平坦化」, 第 5 回窒化物半導体結晶成長講演会, ST01, 大阪大学, 6月21-22日, (2013-6)
- 高倉 宏幸, 神林 大介, 富田 将史, 成塚 重弥, 丸山 隆浩: 「タンゲステマクを用いた電流制御型液相成長による GaNGaN 選択成長」, 第 5 回窒化物半導体結晶成長講演会, ST02, 大阪大学, 6月21-22日, (2013-6).
- H.Kondo, N.Fukuoka, S.Naritsuka, and T.Maruyama: "Low temperature synthesis and growth mechanism of single-walled carbon nanotubes from Pt catalysts in the alcohol gas source method", The 14th International Conference on the Science and Application of Nanotubes (NT13), P27, Aalto University, Espoo, Finland, June 24-28, (2013-6)
- T.Maruyama, T.Yajima, S.Sakakibara and S.Naritsuka: "Property of carbon nanotube/SiC heterojunctions formed by surface decomposition of SiC", The 14th International Conference on the Science and Application of Nanotubes (NT13), P37, Aalto University, Espoo, Finland, June 24-28, (2013-6)
- M.Tomita, H.Takakura, T.Hishida, D.Kanbayashi, S.Naritsuka and T.Maruyama: "Study of abnormal growth in (100) GaAs microchannel epitaxy -Effect of mask pattern-", 31th Electronic Materials Symposium (EMS-31), Th2-7, Laroret Biwako, Shiga, July 10-12nd, (2013-7)
- H.Iha, Y.Hirota, Y.Shirai, T.Iwatsuki, H.Kato, N.Yamamoto, S.Naritsuka and T.Maruyama: "Comparative study of selective growth of GaAs on Ti, SiO₂, and graphene masks by molecular beam epitaxy", 31th Electronic Materials Symposium (EMS-31), Th2-6, Laroret Biwako, Shiga, July 10-12nd, (2013-7)
- N.Yamamoto, H.Kato, Y.Hirota, H.Iha, T.Maruyama and S.Naritsuka: "Low temperature selective growth of c-plane GaN using a Ti mask by RF-MBE", 31th Electronic Materials Symposium (EMS-31), Th3-18, Laroret Biwako, Shiga, July 10-12nd, (2013-7)
- Y.Hirota, Y.Shirai, H.Iha, Y.Kito, M.Suzuki, H.Kato, N.Yamamoto, T.Maruyama and S.Naritsuka: "Selective growth of (0 0 1) GaAs using patterned graphene mask", 17th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy, G10/Mo115, Warsaw, Poland, 11th-16th August, (2013-8)
- S.Naritsuka, D.Kanbayashi, H.Takakura, M.Tomita, and T.Maruyama: "c-plane GaN selective growth by liquid phase electroepitaxy under atmospheric pressure", 17th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy, T03/Th01, Warsaw, Poland, 11th-16th August, (2013-8)
- N.Kuwano, Y.Ryu, M.Mitsuhara, C.H.Lin, S.Uchiyama, T.Maruyama, Y.Suzuki and S.Naritsuka: "Behavior of Defects in a-Plane GaN Films Grown by Low-Angle-Incidence Microchannel Epitaxy (LAIMCE)", 17th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy, G07/Th02, Warsaw, Poland, 11th-16th August, (2013-8)
- 近藤 弘基, ゴーシ・ラナジット, 成塚 重弥, 丸山 隆浩, 飯島 澄男: 「高真空アルコールガスソース法による Pt 触媒からの単層カーボンナノチューブの低温成長と成長メカニズム」, 第 45 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 1P-10, 大阪大学, 8月5日-7日, (2013-9)
- 矢嶋 孝敏, 野本 豊和, 丸山 隆浩: 「SiC 表面分解法により作製した CNT/n 型 4H-SiC 界面の電気的特性と電子構造」, 第 45 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム, 2P-17, 大阪大学, 8月5日-7日, (2013-9)
- 高倉 宏幸, 富田 将史, 神林 大介, 岩川 宗樹, 水野 陽介, 山田 純平, 成塚 重弥, 丸山 隆浩: 「GaN 横方向成長を目指したタンゲステマクによる電流制御型液相成長」, 第 74 回応用物理学会周期学術講演会, 同志社大学, 京都, 17p-P7-4, 9月16-20日, (2013-9)
- 近藤 弘基, Ranajit Ghosh, 成塚 重弥, 丸山 隆浩, 飯島 澄男: 「EB 蒸着法により作製した Pt 触媒を用いた

- 高真空アルコールガスソース法による SWNT 低温成長」, 第 74 回応用物理学会周期学術講演会, 16p-B3-1, 同志社大学, 京都, 9 月 16-20 日, (2013-9)
- 矢嶋 孝敏, 野本 豊和, 丸山 隆浩:「放射光を用いた光電子分光法による CNT/n-type 4H-SiC 界面バンドアライメントの研究」, 第 74 回応用物理学会周期学術講演会, 16p-P7-41, 同志社大学, 京都, 9 月 16-20 日, (2013-9)
- 廣田 雄二郎, 伊覇 広夢, 鬼頭 佑典, 鈴木 学, 加藤 浩直, 山本 菜緒, 丸山 隆浩, 成塚 重弥:「グラフェンマスク上の GaAs MBE 選択成長メカニズムの検討」, 第 43 回結晶成長国内会議(NCCG-43), 07PS08, 長野市生涯学習センター, 長野, 11 月 6-8 日, (2013-11)
- 鈴木 学, 鬼頭 佑典, 早川直邦, 成塚 重弥, 丸山 隆浩:「Ni 触媒を用いたアルコール CVD 法による多層グラフェンの成長」, 第 43 回結晶成長国内会議(NCCG-43), 07PS38, 長野市生涯学習センター, 長野, 11 月 6-8 日, (2013-11)
- 加藤 浩直, 山本 菜緒, 廣田 雄二郎, 伊覇 広夢, 成塚 重弥, 丸山 隆浩:「GaN 超低角入射マイクロチャンネルエピタキシーに関する基礎的検討」, 第 43 回結晶成長国内会議(NCCG-43), 07PS11, 長野市生涯学習センター, 長野, 11 月 6-8 日, (2013-11)
- H.Kondo, R.Ghosh, S.Naritsuka, T.Maruyama and S.Iijima: “Single-Walled Carbon Nanotube Growth with Narrow Diameter Distribution from Pt Catalysts by Alcohol Gas Source Method”, 2013 MRS Fall Meeting, SS4.02, Dec.1-6, Boston, USA, 2013 (2013-12)
- T.Yajima, S.Naritsuka and T.Maruyama: “Carbon Nanotube/n-type SiC Heterojunction by Surface Decomposition of SiC: Growth and Electric Property”, 2013 MRS Fall Meeting, SS19.26, Dec.1-6, Boston, USA, (2013-12)

機械工学科

宇佐美 勝

【その他】

富田 奨, 宇佐美 勝:「熱ほふく流によるマイクロポンプの DSMC 解析」, 日本流体力学会年会 2013 講演論文集, USB 068.pdf 分子スケール(4)-4, (2013-9)

宇佐美 勝, 野村 将志, 村木 卓馬:「DSMC 計算でセルを大きくできる分子間衝突法 U-system のその後(テーパ円柱後流 3 次元解析と円管内乱流速度分布再現に向けて)」, 第 27 回数値流体力学シンポジウム講演論文集 USB (OS1-4 原子, 分子の流れ), (2013-12)

村木 卓馬, 宇佐美 勝, 近森 信孝:「対向する超音速噴流の干渉構造に関する DSMC 計算」, 第 27 回数値流体力学シンポジウム講演論文集 USB (OS1-4 原子, 分子の流れ), (2013-12)

大槻 敦巳

【学術論文】

大槻 敦巳:「座屈変形を利用した積層薄板 / 細線の簡易ヤング率測定法」, ばね論文集, 第 58 号, pp.27-34, (2013-5)

A.Ohtsuki: "An Innovative Measuring Method of Young's Modulus Using Postbuckling Behavior", Proceedings of the 2013 SEM Annual Conference on Experimental and Applied Mechanics, pp.#97-1-#97-7 (CD-ROM), (2013-6)

A.Ohtsuki: "An Innovative Experimental Method for Measuring Young's Modulus of Thin Flexible Multi-layered Materials (Own-weight Large Deformation Cantilever Method)", Proceedings of the 30th Danubia-Adria Symposium on Advances in Experimental Mechanics, pp.127-128, (2013-9)

【その他】

大槻 敦巳:「めっきにおける内部応力の測定について(5) - 内部応力の測定法概論(その 1) - 」, Bulletin of Japan Society of Spring Engineers, No.497, pp.2-3, (2013-2)

大槻 敦巳:「めっきにおける内部応力の測定について(6) - 内部応力の測定法概論(その 2) - 」, Bulletin of Japan Society of Spring Engineers, No.498, pp.2-3, (2013-3)

大槻 敦巳:「めっきにおける内部応力の測定について(7) - 内部応力の測定法概論(その 3) - 」, Bulletin

of Japan Society of Spring Engineers, No.499, pp.2-3, (2013-4)

大槻 敦巳:「めっきにおける内部応力の測定について(8) - 内部応力の簡易な測定理論 - 」, Bulletin of Japan Society of Spring Engineers, No.501, pp.2-3, (2013-6)

大槻 敦巳:「めっきにおける内部応力の測定について(9) - 平板に対する厳密測定理論(その 1: 薄層付着曲率法) - 」, Bulletin of Japan Society of Spring Engineers, No.502, pp.2-3, (2013-7)

大槻 敦巳:「めっきにおける内部応力の測定について(10) - 平板に対する厳密測定理論(その 2: 薄層付着ひずみゲージ法) - 」, Bulletin of Japan Society of Spring Engineers, No.503, pp.2-3, (2013-8)

大槻 敦巳:「めっきにおける内部応力の測定について(11) - 平板に対する厳密測定理論(その 3: 薄層付着表面照射 X 線法) - 」, Bulletin of Japan Society of Spring Engineers, No.505, pp.2-3, (2013-10)

大槻 敦巳:「めっきにおける内部応力の測定について(12) - 平板に対する厳密測定理論(その 4: 薄層付着裏面照射 X 線法) - 」, Bulletin of Japan Society of Spring Engineers, No.506, pp.2-3, (2013-11)

大槻 敦巳, 早川 徹:「剛体に挟まれた柔軟材料の座屈後変形解析」, 日本機械学会九州支部第 66 期総会講演会論文集, No.138-1, pp.275-276, (2013-3)

大槻 敦巳, 伊藤 草太:「自重円リング法による薄肉材料の新ヤング率測定法」, 日本機械学会中国四国支部第 51 期総会講演会論文集, No.135-1, pp.#210-1 - #210-2 (CD-ROM), (2013-3)

大槻 敦巳, 白木 雅規:「平面に挟まれた可撓性材料の大たわみ変形解析」, 日本ばね学会 2013 年度秋季講演会論文集, pp.13-16, (2013-11)

大槻 敦巳, 桜山 真吾:「コイルドウェーブスプリングにおける非線形変形特性の解析」, 日本非破壊検査協会 応力, ひずみ測定部門講演会講演論文集, pp.5-8, (2013-11)

來海 博央

【学術論文】

田中 啓介, 榊原 将芝, 田中 浩人, 竹下 峻平, 來海 博央:「ナノ結晶ニッケル電着薄膜の疲労特性に及ぼす膜厚の影響」, 材料, 第 61 巻, 第 12 号, pp.946-952, (2012-12)

藤山 一成, 水谷 芳樹, 谷口 嘉規, 來海 博央:
「SUS304HTB 鋼におけるクリープ損傷過程のEBSD
解析」, 材料, 第 62 巻, 第 5 号, pp.305-310, (2013-5)

【その他】

長谷川 弘幸, 榊原 将芝, 田中 啓介, 來海 博央:「結
晶粒制御した多層薄膜の疲労特性」, 日本材料学会
東海支部第 7 回学術講演会, pp.15-16, (2013-3)

伊藤 盛生, 渡辺 翔斗, 阿知波 秀希, 浅岡 幸靖, 藤山
一成, 來海 博央:「EBSD 法を用いた単軸引張過程
で生じる塑性ひずみ評価」, 日本熱処理技術協会第
3 回中部支部講演会プログラム, pp.23-24, (2013-3)

藤井 琢士, 内村 将大, 藤山 一成, 來海 博央:「FIB
セクションング/EBSD 法による遮熱コーティング
の 3 次元微視組織評価」, 日本熱処理技術協会第 3
回中部支部講演会プログラム, pp.25-26, (2013-3)

高木 貴文, 來海 博央:「Phase-field 法を用いた多結晶
チタン酸バリウム内のドメイン形成およびドメイン
スイッチング解析」, 日本熱処理技術協会第 3 回中
部支部講演会プログラム, pp.27-28, (2013-3)

竹下 峻平, 田中 啓介, 來海 博央:「電着銅薄膜の疲
勞特性に及ぼす結晶粒径の影響」, 日本機械学会東
海支部第 62 期総会, 講演会, (2013-3)

來海 博央, 與語 勇一, 池田 竜也, 水野 良政:「共焦
点顕微ラマン分光法を用いた炭素繊維強化複合材料
中の残留応力ならびに内部応力マッピング」, 日本
材料学会第 236 回複合材料部門委員会平成 23 年度
部門賞記念講演, (2013-5)

田中 啓介, 所 昇平, 秋庭 義明, 來海 博央, 江上 登:「短
繊維強化プラスチックの残留応力の非破壊評価」,
第 62 期学術講演会講演論文集, USB (108), (2013-5)

今泉 潤哉, 市川 拓人, 來海 博央:「角度分散型顕微
ラマン分光法によるアルミナ単結晶の結晶方位測
定」, 日本材料学会第 62 期学術講演会講演論文集,
USB (109), (2013-5)

鶴見 拓也, 左高 直輝, 白木原 香織, 來海 博央, 田中
啓介, 木村 雅彦, 榊 千春, 奥山 幸治, 中村 玄德:
「繰返し機械的負荷が作用する PZT の疲労き裂進展
挙動」, 日本材料学会第 62 期学術講演会講演論文集,
USB (502), (2013-5)

安江 佑介, 高木 貴文, 來海 博央:「多結晶圧電セラミッ
クスの Phase-field 解析」, 日本材料学会第 62 期学術
講演会講演論文集, USB (502), (2013-5).

今泉 潤哉, 市川 拓人, 鈴木 隆浩, 來海 博央:「偏光
顕微ラマン分光法を用いた単結晶シリコンの応力成
分評価」, 第 47 回 X 線材料強度に関するシンポジウ
ム講演論文集, pp.40-45, (2013-7)

佐野 勝基, 田中 浩人, 田中 啓介, 來海 博央, 鈴木
賢治, 菖蒲 敬久:「ニッケルナノ結晶粒径分布の X
線プロファイル解析と透過電顕による評価」, 第 47
回 X 線材料強度に関するシンポジウム講演論文集,
pp.51-56, (2013-7)

大塚 一史, 竹下 峻平, 田中 啓介, 來海 博央:「電着
銅薄膜の疲労特性に及ぼす結晶粒径の影響」, 日
本機械学会 2013 年度年次大会 DVD 論文集, DVD
(G031025), (2013-9)

鈴木 隆浩, 鈴木 雄也, 來海 博央:「斜め入射型近接
場ラマン分光法を用いた Si のスペクトル評価」, 日
本機械学会 2013 年度年次大会 DVD 論文集, DVD
(G031094), (2013-9)

水野 良輔, 田中 啓介, 藤山 一成, 來海 博央, 藤井
貴之, 鈴木 健太, 渋谷 隆治:「鉛フリーはんだのク
リープ疲労き裂進展の微視的観察」, 日本機械学会
M&M2013 材料力学カンファレンス講演論文集, CD-
ROM (OS1508), (2013-10)

原田 和真, 藤山 一成, 來海 博央, 水谷 芳樹:
「SUS304HTB 鋼のクリープおよびクリープ疲労損
傷材における EBSD ひずみ解析」, 日本機械学会
M&M2013 材料力学カンファレンス講演論文集, CD-
ROM (OS1543), (2013-10)

相川 和輝, 伊藤 盛生, 渡辺 翔斗, 藤山 一成, 來海 博央:
「EBSD 法を用いた単純引張負荷過程における純鉄
のひずみ評価」, 日本機械学会 M&M2013 材料力学
カンファレンス講演論文集, CD-ROM (OS1806),
(2013-10)

小島 晋爾

【その他】国際会議口頭発表

S.Kojima: "Low-Dimensional Manifold Based on
Entropy Production Rate of Reaction Kinetics", 24th
International Colloquium on the Dynamics of Explosions
and Reactive Systems, USB-memory stick, Oral session
402C, #19, Thursday, August 1 (ICDERS_0019.pdf),
(2013-7)

小林 明発

【その他】

A.Kobayashi, I.Shigematsu: "Friction Welding
Characteristics of Al7070 and SUS 304", Proceedings
of the 1st International Joint Symposium on Joining and
Welding, pp.207-212, (2013-11)

精松 雄紀, 小林 明発:「ゼロエミッション用硬質薄膜
の切削特性評価」, 日本機械学会東海支部第 62 期総

会講演会, 講演論文集 C D, No.603, (2013-3)

安藤 晃, 小林 明発:「陸生軟体腹足動物(カタツムリ)の生体トライボロジー応用研究 カタツムリの移動機構を応用した柔らかいアクチュエーターの開発 [続], 日本機械学会東海支部第 62 期総会講演会, 講演論文集 C D, No.711, (2013-3)

*伊藤正行, 小林 明発:「エコマシニングへの再生食用廃油適用研究 - 続 -」, 日本機械学会東海支部第 62 期総会講演会, 講演論文集 C D, No.604, (2013-3)

福田 康明

【その他】

福田 康明, 山田 裕昭:「セル生産における作業者の作業習熟の評価に関する研究」, 日本生産学会第 37 回全国大会講演論文集, pp.155-156, (2013-3)

勝野 喬雄, 市川 千将, 福田 康明, 齊藤 真:「組立作業における筋負担を軽減した作業設計」: 日本人間工学会第 54 回大会講演集, pp.240-241, (2013-6)

野村 佳大, 福田 康明:「セル生産における家庭の生態負担に関する研究」, 日本人間工学会東海支部 2013 年研究大会論文集, pp.52-53, (2013-11)

新郷 正浩, 福田 康明, 山田 裕昭:「セル生産における習熟過程に関する研究」, 日本人間工学会東海支部 2013 年研究大会論文集, pp.62-63, (2013-11)

市川 千将, 福田 康明, 齊藤 真:「組立作業における筋負担の評価」, 日本人間工学会東海支部 2013 年研究大会論文集, pp.82-83, (2013-11)

太田 優, 伊藤 功二, 福田 康明, 杉谷 卓志:「設備の加工点保全に関する研究 - モータ, モニタ, センサを用いた優れた加工条件の探索 -」, 平成 25 年度日本設備管理学会秋季研究大会論文集, pp.71-74, (2013-11)

藤山 一成

【著書】

K.Fujiyama: "Chapter 1: Crystallographic Observation and Delamination Damage Analyses for Thermal Barrier Coatings under Thermal Exposure", in "Crystallization and Materials Science of Modern Artificial and Natural Crystals", Ed.by E.Borisenko and N.Kolesnikov, Intech, Croatia, pp.1-22 (2012-1)

【学術論文】

K.Fujiyama, H.Kimachi, Y.Watanabe, K.Hijikuro and T.Tsuboi: "The concept of 'EBSD strain analysis' and its application to creep and creep-fatigue damage assessment of ferritic and austenitic heat resistant steels", Strength,

Fracture and Complexity, Vol.7, pp.123-125, (2011)

K.Fujiyama, H.Kimachi, T.Tsuboi, H.Hagiwara, S.Ogino and Y.Mizutani: "Damage Assessment of Heat Resistant Steels through Electron BackScatter Diffraction Strain Analysis under Creep and Creep-Fatigue Conditions", Journal of Solid Mechanics and Materials Engineering, Vol.6, No.6, (2012-6)

【その他】

K.Fujiyama, H.Hagiwara, S.Ogino and H.Kimachi, "EBSD Strain Analysis for Creep and Creep-fatigue Damaged Mod.9Cr Steel", Creep and Fracture of Engineering Materials and Structures, CD-ROM, 査読有, The Japan Institute of Metals, p.A04, (2012-5)

W.Choi, K.Fujiyama, B.Kim and G.Song: "Development of thermal stress concentration factors for life assessment of turbine casings", Review paper, 査読有, International Journal of Pressure Vessels and Piping 98, pp.1-7, (2012).

藤山 一成:「高温機器における余寿命診断技術の最前線 1.EBSD 観察に基づく余寿命診断技術の開発」, 材料, Vol.61, No.11, pp.919-924, (2012-11)

藤山 一成:「火力発電設備における検査, 診断, リスクベース保全に関する最近の技術動向」, 検査技術, 日本工業出版, Vol.17, No.11, pp.1-9, (2012-11)

藤井 貴之, 鈴木 健太, 渋谷 隆治, 田中 啓介, 藤山 一成:「鉛フリーはんだにおけるき裂進展に及ぼす平均ひずみ, 平均応力の影響」, 第 31 回疲労シンポジウム講演論文集, 日本材料学会, No.09, pp.36-40, (2012-11)

王盛賢, 藤山 一成, 來海 博央:「325: Ni 基耐熱合金 クリープ損傷材の EBSD 法によるひずみ評価」, 第 56 回日本学会材料工学連合講演会講演論文集, (2012-10)

水谷 芳樹, 藤山 一成, 來海 博央:「SUS304HTB 鋼のクリープ損傷過程における EBSD 観察とひずみ評価」, 日本機械学会 M&M2013 材料力学カンファレンス, OS0804, CD-ROM, (2012-9)

藤井 琢士, 内村 将大, 來海 博央, 藤山 一成:「FIB シリアルセクションング/EBSD 法を用いた遮熱コーティングの 3 次元微視組織観察」, 日本機械学会 M&M2012 材料力学カンファレンス, OS0210, CD-ROM, (2012-9)

田中 啓介, 坂井 亮太, 鈴木 健太, 藤井 貴之, 藤山 一成:「鉛フリーはんだにおける疲労き裂進展に及ぼす平均ひずみと平均応力の影響」, 第 61 期学術講演会論文集, 日本材料学会, 721, USB, (2012-5)

藤山 一成, 萩原 寛之, 萩野 章太郎, 水谷 芳樹, 來海

博央：「耐熱鋼におけるクリープおよびクリープ疲労損傷過程のEBSD観察にもとづく評価」, 日本材料学会東海支部第6回学術講演会講演論文集, pp.23-24, (2012-3)

坂井亮太, 鈴木健太, 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に及ぼす平均引張, 圧縮荷重の影響」, 日本材料学会東海支部第6回学術講演会講演論文集, pp.21-22, (2012-3)

古川 裕之

【その他】

Hiroyuki Furukawa, Hiroki Horikoshi and Takashi Watanabe : “Experimental study of Taylor vortex flow in non-Newtonian Fluids”, 18th International Couette-Taylor Workshop, University of Twente, Enschede, The Netherlands, (2013, June 24-26)

堀越 弘貴, 古川 裕之：「非ニュートン流体に現れるテイラー渦流れに関する実験的研究」, 日本機械学会2013年度年次大会講演論文集, 岡山大学(2013-09)

棚橋 健亮, 杉山 恭平, 古川 裕之：「回転円盤周りの3次元流動様相に関する実験的研究」, 日本機械学会2013年度年次大会講演論文集, 岡山大学(2013-09)

松田 淳

【著書】

加藤 征三, 義家 亮, 丸山 直樹, 松田 淳, 吉田 尚史, 廣田 真史：『熱エネルギーシステム第2版』, 共立出版, (2013-2)

【その他】

Y.Kondo, H.Osumi, A.Matsuda and A.Sasoh : “Flow Field Modulation by the Interaction between the Shock Wave and Plasma”, Proceedings of the 29th International Symposium on Space Technology and Science, (2013-06)

交通機械工学科

相馬 仁

【その他】

- 相馬 仁：「車両運動力学(1)」, 日本陸用内燃機関協会誌, No.510, pp.87-91, (2013-1)
- 相馬 仁：「車両運動力学(2)」, 日本陸用内燃機関協会誌, No.512, pp.91-95, (2013-7)
- 小玉 紘大, 相馬 仁：「移動小物体の自動車用自動衝突回避システム」, 日本機械学会 2013 年度年次大会講演論文集, CD-ROM, (2013-9)
- 山下 将史, 相馬 仁：「下り坂路における自動車用自動衝突回避システム」, 日本機械学会 2013 年度年次大会講演論文集, CD-ROM, (2013-9)
- 相馬 仁：「車両運動力学(3)」, 日本陸用内燃機関協会誌, No.513, pp.77-81, (2013-10)

小川 宏隆

【学術論文】

- T.Moriyama, A.Kan, and H.Ogawa : "Crystal structure and ferroelectric properties of $\text{Ca}(\text{Cu}_{3-x}\text{M}_x)\text{Ti}_4\text{O}_{12}$ ($M=\text{Fe}$ and Ni) ceramics", Materials Science and Engineering B Vol.178, pp.875-880, (2013-3)
- H.Ogawa, T.Moriyama, A.Kan, and Y.Ueda : "Effect of Mn_2O_3 doping on the ferroelectric and piezoelectric properties of $(\text{K}_{0.474}\text{Na}_{0.474}\text{Li}_{0.052})(\text{Nb}_{0.948}\text{Sb}_{0.052})\text{O}_{3-x}$ mol % Mn_2O_3 ceramics derived from Sb_2O_3 and Sb_2O_5 ", Journal of the Ceramic Society of Japan Vol.121, No.8, pp.684-689, (2013-8)
- T.Morimaya, A.Kan, and H.Ogawa : "Crystal structure and ferroelectric properties of $\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5}\text{TiO}_3$ -modified $\text{Bi}_{0.5+0.5x}\text{Na}_{0.5-0.5x}\text{Ti}_{1-x}\text{Mn}_{0.75x}\text{Mo}_{0.25x}\text{O}_3$ solid solutions", Journal of the Ceramic Society of Japan Vol.121, No.8, pp.679-683, (2013-8)
- S.Takahashi, Y.Imai, A.Kan, Y.Hotta, and H.Ogawa : "Preparation and characterization of isotactic polypropylene/MgO composites as dielectric materials with low dielectric loss", Journal of the Ceramic Society of Japan Vol.121, No.8, pp.606-610, (2013-8)
- T.Morimaya, A.Kan, and H.Ogawa : "Relationship between crystal structure and ferroelectric properties in $\text{Bi}_{0.5-0.5x}\text{Na}_{0.5-0.5x}\text{Sr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_3$ ceramics", Journal of the Ceramic Society of Japan Vol.121, No.8, pp.644-648, (2013-8)
- A.Kan, T.Moriyama, S.Takahashi, and H.Ogawa : "Cation distributions and microwave dielectric properties of spinel-structured MgGa_2O_4 ceramics", Japanese Journal of Applied Physics Vol.52, 09KH01, (2013-11)

【その他】

- 守山 徹, 菅 章紀, 小川 宏隆 : 「 $(\text{Bi}_{0.5+0.5x}\text{Na}_{0.5-0.5x})\text{Ti}_{1-x}\text{Co}_{0.75x}\text{W}_{0.25x}\text{O}_3$ セラミックスの合成と強誘電特性」, 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.3, (2012-12)
- 武藤 整紀, 菅 章紀, 守山 徹, 富田 佳照, 小川 宏隆 : 「ビスマス-ナトリウム系ペロプスカイト型酸化物の合成と強誘電特性」, 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.4, (2012-12)
- 菅 章紀, 高橋 奨, 守山 徹, 小川 宏隆 : 「低温焼成 MgO-LiF 誘電体セラミックスの高周波特性」, 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.12, (2012-12)
- 高橋 奨, 今井 祐介, 菅 章紀, 堀田 裕司, 小川 宏隆 : 「iPP/MgO コンポジットにおける高周波誘電特性」, 第 4 回 自動車用途コンポジットシンポジウム 講演予稿集, (2012-12)
- 菅 章紀, 小川 宏隆, 守山 徹 : 「スピネル型 $[\text{Mg}_{1-x}\text{Ga}_x](\text{Mg}_x\text{Ga}_{2-x})\text{O}_4$ セラミックスの結晶構造とマイクロ波誘電特性」, 日本セラミックス協会 2013 年年会講演予稿集, CD-ROM, (2013-3)
- 守山 徹, 小川 宏隆, 菅 章紀 : 「 $\text{Bi}_{0.5-0.5x}\text{Na}_{0.5-0.5x}\text{Sr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{Zr}_x\text{O}_3$ セラミックスの強誘電特性」, 日本セラミックス協会 2013 年年会講演予稿集, CD-ROM, (2013-3)
- 小川 宏隆, 守山 徹, 富田 瑛, 菅 章紀 : 「ホットフォーミング法による $\text{Bi}_{7-x}\text{Sr}_x\text{Ti}_{3+x}\text{Fe}_{3-x}\text{O}_{21}$ セラミックスの配向制御」, 日本セラミックス協会 2013 年年会講演予稿集, CD-ROM, (2013-3)
- 菅 章紀, 守山 徹, 小川 宏隆 : 「スピネル型 MgGa_2O_4 セラミックスのマイクロ波誘電特性と結晶構造」, 第 30 回強誘電体応用会議プログラム & 講演予稿集, pp.119-120, (2013-5)
- 守山 徹, 小川 宏隆, 菅 章紀 : 「 $(1-x)\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.8}\text{K}_{0.2})_{0.5}\text{TiO}_{3-x}\text{BaZn}_{0.5}\text{W}_{0.5}\text{O}_3$ セラミックスの合成と圧電特性」, 第 30 回強誘電体応用会議プログラム & 講演予稿集, pp.149-150, (2013-5)
- 高橋 奨, 今井 祐介, 菅 章紀, 堀田 裕司, 小川 宏隆 : 「MgO フィラーを用いた高周波コンポジット誘電体材料」, 第 62 回高分子学会年次大会講演予稿集, CD-ROM, (2013-5)
- 守山 徹, 菅 章紀, 高橋 奨, 小川 宏隆 : 「 $(1-x)$

($K_{0.474}Na_{0.474}Li_{0.052}$)($Nb_{0.948}Sb_{0.052}$) $O_{3-x}BaTiO_3$ セラミックスの合成と圧電特性と結晶構造の関係], 日本セラミックス協会第 26 回秋季シンポジウム講演予稿集, CD-ROM, (2013-9)

橋本 賢太, 菅 章紀, 池田 典弘, 井上 幸司, 小川 宏隆: 「 Ce^{3+} をドーブした ($Ba_{1-x}Ce_x$) $Zn_{1/3}Ta_{2/3}O_3$ 蛍光体の B サイトオーダリングと発光特性], 日本セラミックス協会第 26 回秋季シンポジウム講演予稿集, CD-ROM, (2013-9)

横山 優貴, 菅 章紀, 梅田 隼史, 小川 宏隆: 「 $Sn_{1-x}(Zn_{2/3}Sb_{1/3})_xP_2O_{7-x}$ 固体プロトン伝導体の合成と特性評価], 日本セラミックス協会第 26 回秋季シンポジウム講演予稿集, CD-ROM, (2013-9)

高橋 奨, 今井 祐介, 菅 章紀, 堀田 裕司, 小川 宏隆: 「窒化ホウ素(h-BN) フィラーを用いた無機有機複合誘電体材料の高周波誘電特性], 日本セラミックス協会第 26 回秋季シンポジウム講演予稿集, CD-ROM, (2013-9)

高橋 奨, 今井 祐介, 菅 章紀, 堀田 裕司, 小川 宏隆: 「六方晶窒化ホウ素を用いたポリマーコンジットの誘電特性], H25 年度電気関係学会東海支部連合大会, CD-ROM, (2013-9)

守山 徹, 菅 章紀, 高橋 奨, 小川 宏隆: 「(K, Na, Li)(Nb, Sb) O_3 基セラミックスの合成と圧電特性], 第 33 回エレクトロセラミックス研究討論会講演予稿集, (2013-10)

今井 祐介, 高橋 奨, 菅 章紀, 堀田 裕司, 小川 宏隆: 「高周波用コンジット誘電体の低誘電損失・高熱伝導化に向けた材料設計], 第 22 回材料ポリマーフォーラム予稿集, p.182, (2013-11)

杉村 忠良

【著書】

杉村 忠良: 『機械系学生のための応用数学』第 3 版, 三恵出版, (2013-4)

【学術論文】

横江 博樹, 杉村 忠良: 「三次元デトネーションの管幅依存性に関する数値解析], 日本機械学会論文誌, B 編, Vol.79, No.803, pp.1342-1353, (2013-9)

【その他】

杉村 忠良: “Ignition Phenomena by Reflected Shock Wave and Propagation Behavior of Detonation”, 日本流体力学学会中部支部-流体サロン招待講演, (2013-1)

吉子 直希, 杉村 忠良: 「角を回折する爆轟波の伝播挙動に関する三次元数値解析], 日本機械学会東海支部第 62 期講演論文集, (2013-3)

横江 博樹, 杉村 忠良: 「矩形チューブを伝播する三次元デトネーションの断面形状に対する依存性], 日本機械学会 2013 年度年次大会 CD-ROM, (2013-9)

吉子 直希, 杉村 忠良: 「回折直前における衝撃波三重重点の挙動と爆轟波形態との関係], 日本機械学会 2013 年度年次大会 CD-ROM, (2013-9)

吉子 直希, 横江 博樹, 杉村 忠良: 「回折現象を伴う爆轟波の伝播挙動に関する数値解析], 日本機械学会第 91 期流体工学部門講演会, USB, (2013-11)

村上 好生

【学術論文】

K.Nakashima, Y.Murakami and S.Ishihara: “Educational Fuel Cells for Mechanical Engineering Students”, Proceedings of the 6th International Conference on Business and Technology Transfer, pp.101-107, (2012-12)

K.Nakashima, Y.Murakami, M.Yamamoto and S.Ishihara: “Projection Behavior of Piston Rings in Cylinder Ports of a Two-Stroke Cycle Engine”, SAE International Journal of Engines, Vol.6, No.1, pp.204-208, (2013-5)

【その他】

青山 浩樹, 中島 公平, 村上 好生: 「エンジンの吸気管内圧力の測定結果を用いた車両レスポンスの評価], 日本機械学会東海支部第 62 期総会講演会講演論文集, No.133-1, pp.161-162, (2013-3)

野田 真司, 中島 公平, 村上 好生: 「エンジンバルブ閉閉時期モデルを用いたフォロワ形状の検討], 日本機械学会東海支部第 62 期総会講演会講演論文集, No.133-1, pp.163-165, (2013-3)

立松 宏美, 中島 公平, 村上 好生, 中村 英明: 「ローラ式台上試験機を用いたペダル操作実験装置の作成], 日本機械学会東海支部第 62 期総会講演会講演論文集, No.133-1, pp.195-196, (2013-3)

立松 宏美, 中島 公平, 村上 好生, 中村 英明: 「ローラ式台上試験機を用いたペダル操作実験], 日本機械学会東海支部第 62 期総会講演会講演論文集, No.133-1, pp.197-198, (2013-3)

炭竈 俊輝, 中島 公平, 村上 好生: 「軽負荷車両用軸受の抵抗測定], 日本機械学会東海支部第 62 期総会講演会講演論文集, No.133-1, pp.415-416, (2013-3)

高橋 雅幸, 吉田 昌央, 中島 公平, 村上 好生: 「空冷エンジンのシリンダ冷却に対する設置角度の影響], 日本設計工学会 2013 年度秋季大会研究発表講演会講演論文集, pp.1-4, (2013-10)

野田 真司, 藤井 宏紀, 中島 公平, 村上 好生: 「小型

エンジンの EFI 実験装置の製作および噴射特性実験」, 日本設計工学会 2013 年度秋季大会研究発表講演会講演論文集, pp.5-8, (2013-10)

伊藤 翔, 長崎 雄太, 市川 俊也, 中島 公平, 村上 好生: 「モータリング法による摩擦損失測定法の一考察」, 日本設計工学会 2013 年度秋季大会研究発表講演会講演論文集, pp.13-16, (2013-10)

磯崎 匠吾, 中島 公平, 村上 好生: 「スリット孔オープン型カソードセパレータの自然給気型燃料電池の発電特性」, 日本設計工学会 2013 年度秋季大会研究発表講演会講演論文集, pp.17-20, (2013-10)

炭竈 俊輝, 鈴木 友裕, 芝田 裕樹, 中島 公平, 村上 好生: 「ボール・カップ型粘度計のカップ剥離挙動」, 日本設計工学会 2013 年度秋季大会研究発表講演会講演論文集, pp.21-24, (2013-10)

渡辺 拓也, 佐藤 周平, 山本 真嗣, 中島 公平, 村上 好生: 「使用過程エンジンオイルの粘度特性」, 日本設計工学会 2013 年度秋季大会研究発表講演会講演論文集, pp.29-32, (2013-10)

K.Nakashima, S.Isozaki and Y.Murakami: "Power Generation Performance of Small Free-Breathing Polymer Electrolyte Fuel Cells with Open-Type Separators with Various Slot Opening Sizes", Fuel Cell Seminar & Energy Exposition 2013, Abstract Index, A117, (2013-10).

前川 明寛

【学術論文】

前川 明寛, 小川 順也: 「2 モータ式ノーバックラッシュ駆動制御システム(第 2 報: 外乱応答に関する解析と実験)」, 日本機械学会論文集 C 編 Vol.79 No.805, pp.3088-3099, (2013-9)

【その他】

橋詰 宜直, 前川 明寛: 「ファジィニューラルネットワークによる航空機の横操縦性向上」, 日本機械学会東海支部第 62 期総会・講演会予稿集, pp.193-194, (2013-3)

杉浦 洋和, 前川 明寛: 「無人走行車両の自動操縦のための同期制御システムの開発」, 日本機械学会東海支部第 62 期総会・講演会予稿集, pp.397-398, (2013-3)

小澤 嘉之, 前川 明寛: 「無人走行車両システムの開発」, 日本機械学会東海支部第 62 期総会・講演会予稿集, pp.395-396, (2013-3)

中島 公平

【学術論文】

K.Nakashima, Y.Murakami and S.Ishihara: "Educational Fuel Cells for Mechanical Engineering Students", Proceedings of the 6th International Conference on Business and Technology Transfer, pp.101-107, (2012-12)

H.Zhu, S.V.Bohac, K.Nakashima, L.M.Hagen, Z.Huang and D.N.Assanis: "Effect of Biodiesel and Ethanol on Load Limits of High-Efficiency Premixed Low-Temperature Combustion in a Diesel Engine", Fuel, Vol.106, pp.773-778, (2013-4)

K.Nakashima, Y.Murakami, M.Yamamoto and S.Ishihara: "Projection Behavior of Piston Rings in Cylinder Ports of a Two-Stroke Cycle Engine", SAE International Journal of Engines, Vol.6, No.1, pp.204-208, (2013-5)

H.Zhu, S.V.Bohac, K.Nakashima, L.M.Hagen, Z.Huang and D.N.Assanis: "Effect of Fuel Oxygen on the Trade-Offs between Soot, NOx and Combustion Efficiency in Premixed Low-Temperature Diesel Engine Combustion", Fuel, Vol.112, pp.459-465, (2013-6)

【その他】

青山 浩樹, 中島 公平, 村上 好生: 「エンジンの吸気管内圧力の測定結果を用いた車両レスポンスの評価」, 日本機械学会東海支部第 62 期総会講演会講演論文集, No.133-1, pp.161-162, (2013-3)

野田 真司, 中島 公平, 村上 好生: 「エンジンバルブ開閉時期モデルを用いたフォロワ形状の検討」, 日本機械学会東海支部第 62 期総会講演会講演論文集, No.133-1, pp.163-165, (2013-3)

立松 宏美, 中島 公平, 村上 好生, 中村 英明: 「ローラ式台上試験機を用いたペダル操作実験装置の作成」, 日本機械学会東海支部第 62 期総会講演会講演論文集, No.133-1, pp.195-196, (2013-3)

立松 宏美, 中島 公平, 村上 好生, 中村 英明: 「ローラ式台上試験機を用いたペダル操作実験」, 日本機械学会東海支部第 62 期総会講演会講演論文集, No.133-1, pp.197-198, (2013-3)

炭竈 俊輝, 中島 公平, 村上 好生: 「軽負荷車両用軸受の抵抗測定」, 日本機械学会東海支部第 62 期総会講演会講演論文集, No.133-1, pp.415-416, (2013-3)

高橋 雅幸, 吉田 昌央, 中島 公平, 村上 好生: 「空冷エンジンのシリンダ冷却に対する設置角度の影響」, 日本設計工学会 2013 年度秋季大会研究発表講演会講演論文集, pp.1-4, (2013-10)

野田 真司, 藤井 宏紀, 中島 公平, 村上 好生: 「小型エンジンの EFI 実験装置の製作および噴射特性実験」, 日本設計工学会 2013 年度秋季大会研究発表講演

演会講演論文集, pp.5-8, (2013-10)

伊藤 翔, 長崎 雄太, 市川 俊也, 中島 公平, 村上 好生:
「モータリング法による摩擦損失測定法の一考察」,
日本設計工学会 2013 年度秋季大会研究発表講演会
講演論文集, pp.13-16, (2013-10)

磯崎 匠吾, 中島 公平, 村上 好生:「スリット孔オー
プン型カソードセパレータの自然給気型燃料電池の
発電特性」, 日本設計工学会 2013 年度秋季大会研究
発表講演会講演論文集, pp.17-20, (2013-10)

炭竈 俊輝, 鈴木 友裕, 芝田 裕樹, 中島 公平, 村上 好生:
「ボール・カップ型粘度計のカップ剥離挙動」, 日本
設計工学会 2013 年度秋季大会研究発表講演会講演
論文集, pp.21-24, (2013-10)

渡辺 拓也, 佐藤 周平, 山本 真嗣, 中島 公平, 村上 好生:
「使用過程エンジンオイルの粘度特性」, 日本設計工
学会 2013 年度秋季大会研究発表講演会講演論文集,
pp.29-32, (2013-10)

K.Nakashima, S.Isozaki and Y.Murakami: "Power
Generation Performance of Small Free-Breathing Polymer
Electrolyte Fuel Cells with Open-Type Separators with
Various Slot Opening Sizes", Fuel Cell Seminar & Energy
Exposition 2013, Abstract Index, A117, (2013-10).

菅 章紀

【学術論文】

T.Moriyama, A.Kan, and H.Ogawa: "Crystal structure and
ferroelectric properties of Ca (Cu_{3-x}M_x)Ti₄O₁₂ (M = Fe
and Ni) ceramics", Materials Science and Engineering B
Vol.178, pp.875-880, (2013-3)

H.Ogawa, T.Moriyama, A.Kan, and Y.Ueda: "Effect of
Mn₂O₃ doping on the ferroelectric and piezoelectric
properties of (K_{0.474}Na_{0.474}Li_{0.052})(Nb_{0.948}Sb_{0.052})O_{3-x} mol
%Mn₂O₃ ceramics derived from Sb₂O₃ and Sb₂O₅",
Journal of the Ceramic Society of Japan Vol.121, No.8,
pp.684-689, (2013-8)

T.Morimaya, A.Kan, and H.Ogawa: "Crystal structure
and ferroelectric properties of Bi_{0.5}Na_{0.5}TiO₃-modified
Bi_{0.5+0.5x}Na_{0.5-0.5x}Ti_{1-x}Mn_{0.75x}Mo_{0.25x}O₃ solid solutions",
Journal of the Ceramic Society of Japan Vol.121, No.8,
pp.679-683, (2013-8)

S.Takahashi, Y.Imai, A.Kan, Y.Hotta, and H.Ogawa:
"Preparation and characterization of isotactic
polypropylene/MgO composites as dielectric materials
with low dielectric loss", Journal of the Ceramic Society
of Japan Vol.121, No.8, pp.606-610, (2013-8)

T.Morimaya, A.Kan, and H.Ogawa: "Relationship between

crystal structure and ferroelectric properties in Bi<sub>0.5-
0.5x</sub>Na_{0.5+0.5x}Sr_xTi_{1-x}Zr_xO₃ ceramics", Journal of the Ceramic
Society of Japan Vol.121, No.8, pp.644-648, (2013-8)

A.Kan, T.Moriyama, S.Takahashi, and H.Ogawa: "Cation
distributions and microwave dielectric properties of
spinel-structured MgGa₂O₄ ceramics", Japanese Journal
of Applied Physics Vol.52, 09KH01, (2013-11)

【その他】

守山 徹, 菅 章紀, 小川 宏隆:「(Bi_{0.5+0.5x}Na_{0.5-0.5x})Ti<sub>1-
x</sub>Co_{0.75x}W_{0.25x}O₃ セラミックスの合成と強誘電特性」,
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.3, (2012-12)

武藤 整紀, 菅 章紀, 守山 徹, 富田 佳照, 小川 宏隆:「ビ
スマス-ナトリウム系ペロブスカイト型酸化物の合
成と強誘電特性」, 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.4, (2012-12)

菅 章紀, 高橋 奨, 守山 徹, 小川 宏隆:「低温焼成
MgO-LiF 誘電体セラミックスの高周波特性」, 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.12, (2012-12)

高橋 奨, 今井 祐介, 菅 章紀, 堀田 裕司, 小川 宏隆:
「iPP/MgO コンポジットにおける高周波誘電特性」,
第 4 回 自動車用途コンポジットシンポジウム 講演
予稿集, (2012-12)

菅 章紀, 小川 宏隆, 守山 徹:「スピネル型 [Mg_{1-x}Ga_x]
(Mg_xGa_{2-x})O₄ セラミックスの結晶構造とマイクロ波
誘電特性」, 日本セラミックス協会 2013 年年会講演
予稿集, CD-ROM, (2013-3)

守山 徹, 小川 宏隆, 菅 章紀:「Bi_{0.5-0.5x}Na_{0.5+0.5x}Sr_xTi_{1-x}Zr_xO₃
セラミックスの強誘電特性」, 日本セラミックス協
会 2013 年年会講演予稿集, CD-ROM, (2013-3)

小川 宏隆, 守山 徹, 富田 瑛, 菅 章紀:「ホットフォー
ジング法による Bi_{7-x}Sr_xTi_{3+x}Fe_{3-x}O₂₁ セラミックスの配
向制御」, 日本セラミックス協会 2013 年年会講演予
稿集, CD-ROM, (2013-3)

菅 章紀, 守山 徹, 小川 宏隆:「スピネル型 MgGa₂O₄
セラミックスのマイクロ波誘電特性と結晶構造」,
第 30 回強誘電体応用会議プログラム & 講演予稿集,
pp.119-120, (2013-5)

守山 徹, 小川 宏隆, 菅 章紀:「(1-x)Bi_{0.5}(Na_{0.8}K_{0.2})
0.5TiO_{3-x}BaZn_{0.5}W_{0.5}O₃ セラミックスの合成と圧電特
性」, 第 30 回強誘電体応用会議プログラム & 講演予
稿集, pp.149-150, (2013-5)

高橋 奨, 今井 祐介, 菅 章紀, 堀田 裕司, 小川 宏隆:
「MgO フィラーを用いた高周波コンポジット誘電
体材料」, 第 62 回高分子学会年次大会講演予稿集,

- CD-ROM, (2013-5)
- 守山 徹, 菅 章紀, 高橋 奨, 小川 宏隆:「 $(1-x)$ $(K_{0.474}Na_{0.474}Li_{0.052})(Nb_{0.948}Sb_{0.052})O_{3-x}BaTiO_3$ セラミックスの合成と圧電特性と結晶構造の関係」, 日本セラミックス協会第 26 回秋季シンポジウム講演予稿集, CD-ROM, (2013-9)
- 橋本 賢太, 菅 章紀, 池田 典弘, 井上 幸司, 小川 宏隆:「 Ce^{3+} をドーブした $(Ba_{1-x}Ce_x)Zn_{1/3}Ta_{2/3}O_3$ 蛍光体の B サイトオーダリングと発光特性」, 日本セラミックス協会第 26 回秋季シンポジウム講演予稿集, CD-ROM, (2013-9)
- 横山 優貴, 菅 章紀, 梅田 隼史, 小川 宏隆:「 $Sn_{1-x}(Zn_{2/3}Sb_{1/3})_xP_2O_{7-x}$ 固体プロトン伝導体の合成と特性評価」, 日本セラミックス協会第 26 回秋季シンポジウム講演予稿集, CD-ROM, (2013-9)
- 高橋 奨, 今井 祐介, 菅 章紀, 堀田 裕司, 小川 宏隆:「窒化ホウ素(h-BN) フィラーを用いた無機有機複合誘電体材料の高周波誘電特性」, 日本セラミックス協会第 26 回秋季シンポジウム講演予稿集, CD-ROM, (2013-9)
- 高橋 奨, 今井 祐介, 菅 章紀, 堀田 裕司, 小川 宏隆:「六方晶窒化ホウ素を用いたポリマーコンポジットの誘電特性」, H25 年度電気関係学会東海支部連合大会, CD-ROM, (2013-9)
- 守山 徹, 菅 章紀, 高橋 奨, 小川 宏隆:「 $(K, Na, Li)(Nb, Sb)O_3$ 基セラミックスの合成と圧電特性」, 第 33 回エレクトロセラミックス研究討論会講演予稿集, (2013-10)
- 今井 祐介, 高橋 奨, 菅 章紀, 堀田 裕司, 小川 宏隆:「高周波用コンポジット誘電体の低誘電損失・高熱伝導化に向けた材料設計」, 第 22 回材料ポリマーフォーラム予稿集, p.182, (2013-11)
- M&M2013 材料力学カンファレンス CD-ROM 論文集, OS1901, (2013-10)
- 渡邊 大翔, 渡邊 武, 中館 翔太, 福原 惇, 西村 尚哉, 村瀬 勝彦:「車両の衝突後運動の解析」, 日本機械学会 M&M2013 材料力学カンファレンス CD-ROM 論文集, OS1904, (2013-10)
- S.Nakadate, N.Nishimura, T.Watanabe, H.Watanabe and K.Murase: "Characteristic Evaluation of the Enforcement Device for the Car", Abstracts Book of The 8th International Symposium on Impact Engineering, pp.153, (2013-9)
- T.Watanabe, N.Nishimura, H.Watanabe, S.Nakadate, K.Murase: "Evaluation of Sliding Behavior of Simple Structures for Oblique Collision", Abstracts Book of The 8th International Symposium on Impact, Engineering, pp.164, (2013-9)

西村 尚哉

【学術論文】

- N.Nishimura, K.Murase, T.Onda, T.Watanabe and R.Nowak: "Evaluation of dynamic collapse in thin-walled composite members", Journal of Physics: Conference Series, Vol.451, 012008, (2013-9).
- N.Nishimura, K.Murase, T.Hattori and T.Watanabe: "Loosening Evaluation of Bolt-Nut Fastener under Transverse Cyclic Loading", Engineering Transaction, Vol.61 Issue 2, pp.151-160, (2013-7).

【その他】

- 西村 尚哉, 村瀬 勝彦, 渡邊 武, 新實 啓佑, 福原 惇:「ひずみ計測による反発係数の測定」, 日本機械学会

メカトロニクス工学科

大道 武生

【著書】

大道 武生：『原子力ロボットの記録と提言』（日本ロボット学会震災関連震災関連委員会原子力記録作成分科会(分科会長 大道 武生) 編), 1章 巻頭言 / 編集方針, 3章 3.2節, 3.3節, 8章あとがき, 日本ロボット学会, (2013-10)

【その他】

石川 広基, 武田 佑太, 石原 丈裕, 鈴木 翔(名城大), 芦澤 怜史, 大道 武生：「クランク運動に依存しない発電エンジンシステムの開発」(その4)ICELGの効率運転方法, 第13回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2012) 予稿集, CD-ROM, 2E1-3, (2012.12.19)

高柳 一樹, 芦澤 怜史, 大道 武生：「ICNシステムの開発 - ICN-ext1の設計 -」, 第13回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2012) 予稿集, CD-ROM, 2G2-4, (2012.12.19)

芦澤 怜史, 岩田 隆之介, 櫻井 武司, 大道 武生：「屋外移動ロボットのためのIDCと路上ランドマークの敷設ルール」, 第13回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2012) 予稿集, CD-ROM, 2M1-1, (2012.12.19)

山下 道央, 櫻井 武司, 都築 駿一, 芦澤 怜史, 大道 武生：「GPSを活用した走行精度向上に関する研究」, 第13回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2012) 予稿集, CD-ROM, 3E3-6, (2012.12.20)

櫻井 武司, 芦澤 怜史, 都築 駿一, 山下 道央, 大道 武生：「狭隘道路における自律遠隔融合制御の活用」, 第13回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2012) 予稿集, CD-ROM, 3I1-5, (2012.12.20)

坂本 清志, 伊藤 優吾, 大道 武生：「耐久性のある小型水圧サーボ弁の開発」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013 講演論文集, CD-ROM, 2A1-DO3, (2013.5.24)

芦澤 怜史, 岩田 龍之介, 山下 道央, 大脇 智也, 大道 武生：「移動ロボットのためのランドマークの敷設環境調査と敷設ルール」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013 講演論文集, CD-ROM, 1P1-H08, (2013.5.23)

大脇 智也, 都築 駿一, 山下 道央, 芦澤 怜史, 大道 武生：

「全天候屋外移動ロボットエコノビークルI号機の機構設計」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013 講演論文集, (2013)

福田 敏男

【著書】

T.Fukuda, K.Nogawa, M.Kojima, M.Nakajima and M.Homma : "Local Environmental Control Technique for Bacterial Flagellar Motor", Nanorobotics - Current Approaches and Techniques edited by Constantinos Mavroidis, Antoine Ferreira, pp.411-423, Springer, (2013-1)

T.Fukuda, T.Niimi and G.Obinata (ed.) : "MICRO-NANO MECHATRONICS - New Trends in Material, Measurement, Control, Manufacturing and their Applications in Biomedical Engineering", INTECH, (2013-3)

【学術論文】

Y.Shen, M.Nakajima, Z.Yang, H.Tajima, Z.Najdovski, M.Homma and T.Fukuda : "Single cell stiffness measurement at various humidity conditions by nanomanipulation of a nano-needle", Nanotechnology, 24, IOP PUBLISHING, pp.145703, (2013-4)

H-H Yu, H-W Hsieh, Y-K Tasi, Z-H Ou, Y-S Huang, and T Fukuda : "Visual Localization for Mobile Robots Based on Composite Map", Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.25, No.1, Fuji Technology Press, pp.25-37, (2013)

小林 泰介, 青山 忠義, 関山 浩介, 福田 敏男：「客観的転倒リスクと移動効率評価に基づくマルチロコモーションロボットの行動選択手法」, 日本ロボット学会誌 Vol.31, No.1, 日本ロボット学会, pp.89-97, (2013-1)

T.Yue, M.Nakajima, H.Tajima and T.Fukuda : "Fabrication of Microstructures Embedding Controllable Particles inside Dielectrophoretic Microfluidic Devices", International Journal of Advanced Robotic Systems, Vol.10, INTECH, DOI : 10.5772/55598, (2013-2)

C.Hu, C.Tercero, S.Ikeda, M.Nakajima, H.Tajima, Y.Shen, T.Fukuda, and F.Arai : "Biodegradable Porous Sheet-like Scaffolds for Soft-Tissue Engineering using a Combined Particulate Leaching of Salt Particles and Magnetic Sugar Particles", Journal of Bioscience and Bioengineering,

- Vol.116, Issue 1, Elsevier, pp.126-131, (2013-7)
- 竹内 大, 中島 正博, 小嶋 勝, 福田 敏男:「感熱応答性ゲルによるマイクロオブジェクト把持プローブの作製および応用」, 日本ロボット学会誌, Vol.31, No.3, 日本ロボット学会, pp.275-282, (2013-3)
- M.Takeuchi, M.Nakajima, M.Kojima and T.Fukuda : “Handling of Micro Objects using Phase Transition of Thermoresponsive Polymer”, *Journal of Micro-Bio Robotics*, Springer, DOI:10.1007/s12213-013-0060-x, (2013-3)
- Y.Nakagawa, S.Nakamura, M.Nakajima, H.Endo, T.Dohda, N.Takayama, H.Nakauchi, F.Arai, T.Fukuda and K.Eto : “Two differential flows in a bioreactor promoted platelet generation from human pluripotent stem cell-derived megakaryocytes”, *Experimental Hematology*, Vol.41, Issue 8, Elsevier, pp.742-748, (2013-8)
- J.Huang, F.Ding, T.Fukuda and T.Matsuno : “Modeling and Velocity Control for a Novel Narrow Vehicle Based on Mobile Wheeled Inverted Pendulum”, *IEEE Trans on Contr.Syst.Technology* Vol.21, No.5, pp.1607-1617, (2013-9)
- K.Wakita, J.Huang, P.Di, K.Sekiyama, and T.Fukuda : “Human Walking Intention Based Motion Control of Omni-directional Type Cane Robot,” *IEEE/ASME Trans Mechatronics*, Vol.18, No.1, pp.285-296, (2013-2)
- A.A.Bakar, M.Nakajima, C.Hu, H.Tajima, S.Maruyama and T.Fukuda : “Fabrication of 3D Photo-resistive Structure for Artificial Capillary Blood Vessel”, *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol.25, No.4, pp.673-681, (2013-8)
- J.Jung, M.Nakajima, H.Tajima and T.Fukuda : “Microfluidic device for the continuous culture and analysis of *Caenorhabditis elegans* in a toxic aqueous environment”, *Journal of Micromechatronics and Microengineering*, 23, 085008, p-8, (2013-6)
- 【その他】
- M.Takeuchi, M.Nakajima, H.Tajima and T.Fukuda : “Fabrication of Thermoresponsive Gel Blocks Using Hysteresis towards Cell Assembly”, *Proc.of the 2013 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Karlsruhe, (ICRA2013)*, WeCInt.17, (2013-5)
- T.Matsuno, J.Huang and T.Fukuda : “Fault Detection Algorithm for External Thread Fastening by Robotic Manipulator Using Linear Support Vector Machine Classifier”, *Proc.of the 2013 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Karlsruhe (ICRA2013)*, WeDInt.39, (2013-5)
- C.Shi, M.Kojima, C.Tercero, M.Nakajima, S.Ikeda, T.Fukuda, F.Arai, M.Negoro, Z.Najdovski and H.Kodama : “In-Vitro Intravascular Simulator with Quantitative Evaluation for Surgical Tools Used in Cerebral Aneurysm Surgery Based on Stress Analysis”, *Proc.of the 2013 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Karlsruhe (ICRA2013)*, ThCInt.33, (2013-5)
- T.Fukuda, T.Aoyama, T.Kobayashi, K.Sekiyama and Y.Hasegawa : “Multi Locomotion Robotic Systems”, *Proc.of the Sixteenth Yale Workshop on Adaptive and Learning Systems*, June 5- 7, 2013, New Haven USA, pp.171-176, (2013-6)
- Z.Yang, M.Nakajima, Y.Shen, T.Yue, C.Ru, I.Sun, Q.Huang and T.Fukuda : “A Carbon Nanotube Vibration Gyroscope based on Field Emission”, *Proc.of the 13th IEEE International Conference on Nanotechnology Beijing, China (IEEE-NANO 2013)*, (2013-8)
- H.Tajima, M.Nakajima, and T.Fukuda : “Self-assembly of Capillary Network inside Artificial Hollow Tissue”, *Proc.of the 13th IEEE International Conference on Nanotechnology Beijing, China (IEEE-NANO 2013)*, (2013-8)
- M.Nakajima, N.Nakanishi, N.Hisamoto, M.Takeuchi, H.Tajima, M.Homma, Q.Huang and T.Fukuda : “Long Survival Observation of *C.elegans* inside Environmental SEM for Nanomanipulations”, *Proc.of the 13th IEEE International Conference on Nanotechnology Beijing, China (IEEE-NANO 2013)*, (2013-8)
- H.Wang, M.Nakajima, T.Yue, C.Hu, M.Takeuchi, Q.Huang, and T.Fukuda : “Dextrous Stick Coordination Manipulation for 3D Hydrogel Assembly by Dual-Nanomanipulator”, *Proc.of the 13th IEEE International Conference on Nanotechnology Beijing, China (IEEE-NANO 2013)*, (2013-08)
- Y.Shen, M.Nakajima, Z.Yang, Q.Huang, and T.Fukuda : “Real-time measurement of the adhesion force by Hybrid System of ESEM and AFM Cantilever”, *Proc.of the 13th IEEE International Conference on Nanotechnology Beijing, China (IEEE-NANO 2013)*, (2013-08)
- M.Takeuchi, M.Nakajima, H.Tajima, and T.Fukuda : “Development of Thermoresponsive Gel Probe for Manipulation from Micro to Nano Scale”, *Proc.of the 13th IEEE International Conference on Nanotechnology Beijing, China (IEEE-NANO 2013)*, (2013-08)
- C.Hu, M.Nakajima, H.Wang, T.Yue, Y.Shen, M.Takeuchi,

- Q.Huang, M.Seki and T.Fukuda : "Magnetic Manipulation for Spatially Patterned Alginate Hydrogel Microfibers", Proc.of the 13th IEEE International Conference on Nanotechnology Beijing, China (IEEE-NANO 2013), (2013-8)
- T.Yue, M.Nakajima, H.Wang, C.Hu, M.Takeuchi, Q.Huang and T.Fukuda : "Fabrication of Multilayered Tube-shaped Microstructures embedding Cells inside Microfluidic Devices", Proc.of the 13th IEEE International Conference on Nanotechnology Beijing, China (IEEE-NANO 2013), (2013-8)
- M.Nakajima, M.Takeuchi, Y.Tao, C.Hu, N.Takei, M.Yamada, M.Seki and T.Fukuda : "Assembly Techniques for Artificial Small Diameter Blood Vessel Structures", Proc.of the 2013 International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA2013), pp.273-278, (2013-8)
- Y.Shen, M.Nakajima and T.Fukuda : "3D Cell Assembly based on the Manipulation of Electrode towards via Electrol Deposition", Proc.of The Third International Conference on Manipulation, Manufacturing and Measurement on the Nanoscale, Suzhou, China, (2013-8)
- S.Nakagawa, P.Di Pei, J.Huang, K.Sekiyama and T.Fukuda : "Control of Intelligent Cane Robot Considering Usage of Ordinary Cane", Proc.of the 22nd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (IEEE RO-MAN 2013), Gyeongju, Korea, (2013-8)
- M.Sobajima T.Kobayashi, K.Sekiyama and T.Fukuda : "Bipedal Walking Control of Humanoid Robots by Arm-Swing", Proc.of the SICE Annual Conference 2013, Nagoya, (2013-9)
- K.Sekiyama, R.M.Febrian and T.Fukuda : "Semantic Supported Object and Context Recognition", Proc.of the SICE Annual Conference 2013, Nagoya, (2013-9)
- A.A.Bakar, M.Nakajima, Y.Tao, C.Hu, M.Takeuchi, S.Maruyama and T.Fukuda : "Fabrication of 3D Porous Micro-Channel for Artificial Capillary Blood Vessel Model", Proc.of the SICE Annual Conference 2013, Nagoya, (2013-9)
- P.Di, J.Huang, S.Nakagawa, K.Sekiyama, and T.Fukuda : "Human-Cane Robotic System", Proc.of the 44th International Symposium on Robotics (ISR2013), Seoul, (2013-10)
- T.Yue, M.Nakajima, H.Wang, C.Hu, M.Takeuchi, and T.Fukuda : "Fabrication and Assembly of Multi-layered Microstructures embedding Cells inside Microfluidic Devices", Proc.of the 2013 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Tokyo, pp.514-519, (2013-11)
- C.Hu, M.Nakajima, T.Yue, Y.Shen, T.Fukuda, F.Arai and M.Seki : "Controlled Patterning of Magnetic Hydrogel Microfibers under Magnetic Tweezers", Proc.of the 2013 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Tokyo, pp.2059-2064, (2013-11)
- M.Takeuchi, M.Nakajima, H.Tajima and T.Fukuda : "Microstructuring Thermoresponsive Gel using Hysteresis towards 3D Cell Assembly", Proc.of the 2013 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Tokyo, pp.1537-1542, (2013-11)
- T.Kobayashi, T.Aoyama, M.Sobajima, K.Sekiyama and T.Fukuda : "Locomotion Selection Strategy for Multi-Loocomotion Robot based on Stability and Efficiency", Proc.of the 2013 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Tokyo, pp.2616-2621, (2013-11)
- P.Di, J.Huang, S.Nakagawa, K.Sekiyama and T.Fukuda : "Fall Detection and Prevention in the Elderly based on the ZMP Stability Control", Proc.of the 2013 IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO2013), Tokyo, pp.82-87, (2013-11)
- Z.Liu, K.Sekiyama and T.Fukuda : "Architectural Design of an Autonomous Decentralized System for Controlling Heterogeneous Function Multi-robots", Proc.of the 2013 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2013), Nagoya, pp.42-47, (2013-11)
- P.Di, J.Huang, S.Nakagawa, K.Sekiyama and T.Fukuda : "Fall Detection for the Elderly using a Cane Robot based on ZMP Estimation", Proc.of the 2013 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2013), Nagoya, pp.48-53, (2013-11)
- T.Kobayashi, T.Aoyama, M.Sobajima, K.Sekiyama, and T.Fukuda : "Bipedal Walking by Humanoid Robot with Cane -Preventive Usage of Cane based on Impulse Force-", Proc.of the 2013 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2013), Nagoya, pp.54-59, (2013-11)
- J.Jung, M.Nakajima, M.Takeuchi, Q.Huang and T.Fukuda : "Microfluidic device for Coincident Multi-exposure test on C.elegans", Proc.of the 2013 International Symposium

- on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2013), Nagoya, pp.60-63. (2013-11)
- M.Takeuchi, M.Nakajima and T.Fukuda : “Cell Culture inside Thermoresponsive Gels towards 3D Cell Structures”, Proc.of the 2013 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2013), Nagoya, pp.174-175. (2013-11)
- T.Yue, M.Nakajima, C.Hu, M.Takeuchi and T.Fukuda : “Fluidic Assembly of Multilayered Tubular Microstructures inside 2-layered Microfluidic Devices”, Proc.of the 2013 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2013), Nagoya, Japan, pp.185-188. (2013-11)
- C.Hu, M.Nakajima, T.Yue, M.Takeuchi, M.Seki and T.Fukuda : “Preparation and Characterization of Magnetic PEGDA Beads for Enhanced Construction of Hydrogel Assembly”, Proc.of the 2013 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2013), Nagoya, pp.267-271. (2013-11)
- N.Nakanishi, M.Nakajima, N.Hisamoto, M.Takeuchi, M.Homma and T.Fukuda : “Local drug micro-injection to *Caenorhabditis elegans* with micro-gel beads”, Proc.of the 2013 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2013), Nagoya, pp.272-275. (2013-11)
- A.A.Bakar, M.Nakajima, T.Yue, C.Hu, M.Takeuchi, S.Maruyama and T.Fukuda : “Micro-Sorting Device by a Micro-Channel with Multiple-size Pores”, Proc. of the 2013 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2013), Nagoya, pp.176-279. (2013-11)
- H.Wang, M.Nakajima, T.Sun, T.Yue, M.Takeuchi, Q.Huang and T.Fukuda : “Assembly of 3D Cell-laden Constructs based on Rail-guided Dexterous Stick Coordination Manipulation”, Proc.of the 2013 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2013), Nagoya, pp.283-287. (2013-11)
- M.Nakajima, M.Takeuchi, Q.Huang and T.Fukuda : “Micro-CT imaging of *Caenorhabditis elegans* under Environmental-SEM”, Proc.of the 2013 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2013), Nagoya, pp.288-290. (2013-11)
- N.Takei, T.Masuda, Y.Yamagishi, M.Matsusaki, M.Akashi, T.Fukuda, and F.Arai : “Evaluation of Cellular Behavior in A Multilayer Structured Tubular Tissue with the PLCL Scaffold”, Proc.of the 2013 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2013), Nagoya, pp.301-302. (2013-11)
- M.Ito, D.McGibney, K.Sekiyama, H.Mukai and T.Fukuda : “A Multiple Robot Cognitive Sharing System Using Audio and Video Sensor”, Proc.of the 2013 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2013), Nagoya, pp.345-348. (2013-11)
- S.Tomita, K.Sekiyama, and T.Fukuda : “Consensus Making Algorithms Based on Invariants Perception for Cognitive Sharing In Multi - robot”, the Second International Conference on Robot, Vision and Signal Processing (RSVP2013), Kitakyushu. (2013-12)
- T.Fukukawa, Y.Maeda, K.Sekiyama, and T.Fukuda : “Road Detection Method Corresponded to Multi Road Types with Flood Fill and Vehicle Control”, the Second International Conference on Robot, Vision and Signal Processing (RSVP2013), Kitakyushu. (2013-12)
- 中島 正博, 田島 寛隆, 福田 敏男 : 「親水・疎水面を利用したハイドロゲルマイクロ構造体の作製」, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 2013 (ROBOMECH 2013), 筑波, (2013-5)
- 中西 直哉, 中島 正博, 福田 敏男, 久本 直毅, 本間 道夫, 田島 寛隆 : 「マイクロゲルビーズを用いた線虫への局所薬剤インジェクション」, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 2013 (ROBOMECH 2013), 筑波, (2013-5)
- 富田 翔大, 関山 浩介, 福田 敏男 : 「マルチロボットにおける共有認知のための不変表象共有化アルゴリズム」, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 2013 (ROBOMECH 2013), 筑波, (2013-5)
- 児玉 裕勝, 池田 誠一, 福田 敏男, 新井 史人, 中島 正博, 根来 眞, 高橋 郁夫 : 「非接触光学センサによるカテーテル手技測定および教示システムの開発」, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 2013 (ROBOMECH 2013), 筑波, (2013-5)
- 加藤 一平, 中島 正博, 田島 寛隆, 福田 敏男 : 「動脈瘤モデルへの静電容量型マイクロセンサの組み込み」, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 2013 (ROBOMECH 2013), 筑波, (2013-5)
- 小林 泰介, 青山 忠義, 関山 浩介, 福田 敏男 : 「ヒューマノイドロボットの杖を利用した移動能力向上手法」, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 2013 (ROBOMECH 2013), 筑波, (2013-5)
- 武井 菜月, 中島 正博, 田島 寛隆, 福田 敏男 : 「細胞含有ゲルファイバーを用いた多層小口径血管の作

製], 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 2013 (ROBOMECH 2013), 筑波, (2013-5)

竹内 大, 中島 正博, 田島 寛隆, 福田 敏男:「感熱応答性ゲルのヒステリシスを用いたマイクロ構造体の作製及び組み立て」, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 2013 (ROBOMECH 2013), 筑波, (2013-5)

中川 洋輔, 中島 正博, 池田 誠一, 福田 敏男, 新井 史人, 中村 壮, 江藤 浩之:「iPS 細胞由来血小板の高効率回収システムの構築」, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 2013 (ROBOMECH 2013), 筑波, (2013-5)

田島 寛隆, 中島 正博, 福田 敏男:「人工血管足場を用いた異種細胞の培養技術」, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 2013 (ROBOMECH 2013), 筑波, (2013-5)

高橋 淳二, 福川 智哉, 福田 敏男:「部品の精密形状を利用したロボットによる精密組み立て」, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 2013 (ROBOMECH 2013), 筑波, (2013-5)

新井 健生, 上出 寛子, 福田 敏男:「安心ロボティクス」, 第 31 回 日本ロボット学会 学術講演会, 東京, (2013-9)

小林 泰介, 傍嶋 将文, 関山 浩介, 福田 敏男:「ヒューマノイドロボットの杖を用いた歩行制御」, 第 31 回 日本ロボット学会 学術講演会, 東京, (2013-9)

中西 直哉, 中島 正博, 竹内 大, 久本 直毅, 本間 道夫, 福田 敏男:「蒸発を抑制することによる生きた線虫の環境制御型電顕観察」, 第 31 回 日本ロボット学会 学術講演会, 東京, (2013-9)

竹内 大, 中島 正博, 福田 敏男:「3次元細胞培養のための感熱応答性ゲル構造の作製」, 第 31 回 日本ロボット学会 学術講演会, 東京, (2013-9)

松野 隆幸, 上山 由希, 矢納 陽, 見浪 護, 福田 敏男:「ハンドアイカメラの移動動作とオプティカルフローを用いた柔軟物体の形状認識」, 第 31 回 日本ロボット学会 学術講演会, 東京, (2013-9)

中川 翔太郎, 邸 霏, 関山 浩介, 福田 敏男:「杖型ロボットの制御のための仮想摩擦モデルの設計」, 第 31 回 日本ロボット学会 学術講演会, 東京, (2013-9)

富田 翔大, 関山 浩介, 福田 敏男:「マルチロボットにおける共有認知のための不変表象共有アルゴリズム」, 第 31 回 日本ロボット学会 学術講演会, 東京, (2013-9)

竹内 大, 中島 正博, 福田 敏男:「感熱応答性ゲルを用いたマイクロマニピュレーション技術による細

胞アセンブリ」, 第 14 回 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会 (SI2013), 神戸, (2013-12)

楊 剣鳴

【学術論文】

J.Yang and Wu Haibin: “Development of robot safety research”, Proceedings of CSMCS 2013, pp.502-505, (2013-7)

【その他】

伊藤 和貴, 楊 剣鳴:「グローブボックス解体作業ロボットに関する研究～画像計測～」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, pp.126-127, (2013.9).

細田 周平, 楊 剣鳴:「歩行補助装置に関する研究」, 平成 25 年度電気関係学会東海支部連合大会, pp.139-140, (2013-9)

井上 真澄

【その他】

M.Inoue, S.Mizoguchi, and A.Fujimaki: “Study on the vortex exclusion to the moat in superconducting films by numerical analysis”, Abstract Book of the 11th European Conference on Applied Superconductivity (EUCAS 2013), p.479 (Electronic file), (2013-9)

山本 宗範, 井上 真澄, 藤巻 朗:「非対称ナノブリッジによる SQUID の特性」, 第 74 回応用物理学会秋季学術講演会講演予稿集, CD-ROM, (2013-9)

M.Yamamoto, M.Inoue, and A.Fujimaki: “Asymmetric-Nanobridge-SQUIDs Based on High-Temperature Superconductors”, Proceedings of the 6th Superconducting SFQ VLSI Workshop (SSV 2013), pp.111-113, (2013-11)

高畑 健二

【学術論文】

鈴木 健二, 園田 亮介, 舩 洋佑, 高畑 健二:「自動車安定評価用モデルの操舵特性・速度と安定性の研究」, 日本機械学会東海支部第 62 回総会講演会論文集, No.133-1, (2013)

高畑 健二, 安藤 敏之, 岡村 浩一:「二輪モデルを用いた操舵特性・測位インターバルによる車両安定性の研究」, 自動車技術会論文集, 投稿中, (2013)

【その他】

鈴木 誠人, 鈴木 諒平, 高橋 靖正, 高畑 健二, 岡村 浩一:「みちびき - IMU 融合による姿勢角誤差推定アルゴリズムの研究」, 自動車技術会中部地区学術研究講

演会講演予稿集, pp.45-46, (2013)

安藤 敏之, 高畑 健二, 岡村 浩一:「二輪モデルを用いた操舵特性・測位インターバルによる車両安定性の研究」, 自動車技術会秋季大会学術講演会前刷集, No.122-13, pp.1-7, (2013)

大原 賢一

【学術論文】

E.Avcı, K.Ohara, T.Takubo, Y.Mae and T.Arai : “Development of Multi-Scalable Microhand System with Precise Motion Ability”, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.25, No.1, pp.183-191, (2013-1)

C.Nguyen, K.Ohara, Y.Mae, and T.Arai : “High-Speed Focusing and Tracking of Multisized Microbiological Objects”, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.25, No.1, pp.115-124, (2013-1)

C.Theeravithayangkura, T.Takubo, K.Ohara, Y.Mae, and T.Arai : “Adaptive Gait for Dynamic Rotational Walking Motion on Unknown Non-Planar Terrain by Limb Mechanism Robot ASTERISK”, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.25, No.1, pp.172-182, (2013-1)

C.I.Penalzoza, Y.Mae, K.Ohara, T.Takubo, T.Arai : “Web-enhanced object category learning for domestic robots”, Intelligent Service Robotics, Vol.6, No.1, pp.1-15, (2013-1)

田窪 朋仁, 塚本 健司, 小南 景士, 大原 賢一, 前 泰志, 新井 健生:「仮想インピーダンスモデルを用いた多脚ロボットの障害物回避手法」, 日本機械学会論文集, 79 巻, 797 号, pp.1-16, (2013-1)

P.Ratsamee, Y.Mae, K.Ohara, T.Takubo and T.Arai : “Human-Robot Collision Avoidance using A Modified Social Force Model with Body Pose and Face Orientation”, International Journal of Humanoid Robotics, Vol.10, No.1, DOI : 10.1142/S0219843613500084, (2013-3)

H.Kamide, T.Takubo, K.Ohara, Y.Mae and T.Arai : “Impressions of Humanoids : The Development of a Measure for Evaluating a Humanoid”, International Journal of Social Robotics, 10.1007/s12369-013-0187-x, (2013-5)

E.Avcı, C.Nguyen, K.Ohara, Y.Mae, T.Arai : “Analysis and Suppression of Residual Vibration in Microhand for High-Speed Single-Cell Manipulation”, International Journal of Mechatronics and Automation, Vol.3, No.2, pp.110-117, (2013-6)

K.Ohara, M.Kojima, A.Fukushima, S.Onozaki, M.Horade,

M.Yamada, M.Seki, Y.Mae, and T.Arai : “Automated Construction System for 3D Lattice Structure Based on Alginate Gel Fiber Containing Living Cells”, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.23, No.4, pp.665-672, (2013-8)

A.Almaddah, S.Vural, Y.Mae, K.Ohara, and T.Arai : “Spherical Spaces for Illumination Invariant Face Relighting”, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.25, No.5, pp.840-847, (2013-10)

P.Chumtong, M.Kojima, K.Ohara, Y.Mae, M.Horade, Y.Akiyama, M.Yamato, and T.Arai : “Design and Fabrication of Changeable Cell Culture Mold”, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.25, No.4, pp.657-664, (2013-8)

【その他】

解説記事

中尾 学, 三浦 純, 小田桐 康暁, 吉海 智晃, 小笠原 司, 大原 賢一, 溝口 博:「視覚を中核としたロボストな移動知能」, 日本ロボット学会誌, Vol.31, No.1, pp.18-21, (2013-1)

大原 賢一, 神徳 徹雄:「RT ミドルウェアサマーキャンプの紹介」, 計測と制御, Vol.52, No.9, pp.807-810, (2013-9)

国際会議

E.Avcı, C.Nguyen, K.Ohara, M.Kojima, Y.Mae, T.Arai : “Toward High-Speed Automated Micromanipulation”, Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2013), pp.1710-1715, (2013-5)

C.Penalzoza, Y.Mae, K.Ohara, and T.Arai : “BMI-based Learning System for Appliance Control Automation”, 2013 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2013), pp.3381-3387, (2013)

H.Yabugaki, K.Ohara, M.Kojima, Y.Mae, T.Tanikawa, T.Arai : “Automated Stable Grasping with Two-Fingered Microhand using Micro Force Sensor”, 2013 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2013), pp.2756-2761, (2013-5)

S.Takagi, K.Ohara, M.Kojima, Y.Mae and T.Arai : “Improving the speed of 3D information presentation in a microhabitat”, Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, pp.249-254, (2013-8)

A.Fukushima, M.Kojima, K.Ohara, S.Onozaki, M.Horade, Y.Mae, and T.Arai, “Automated Construction System for The Fine Lattice Shape Structure Using Alginate

- Gel Fiber”, Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, pp.267-272, (2013-8)
- K.Ohara and T.Tanikawa : “Wireless Time Synchronization Module for Ubiquitous Robot System”, Proceedings of 2013 10th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI), pp.375-377, (2013-10)
- H.Takai, M.Kojima, K.Ohara, M.Horade, T.Tanikawa, Y.Mae, M.Yamato and T.Arai : “Microfluidic Device for Automated Feneration of Troidal-like Spheroids”, Proceedings of 2013 10th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI), pp.140-143, (2013-10)
- T.Ejima, K.Ohara, M.Kojima, M.Horade, T.Tanikawa, Y.Mae and T.Arai : “Development of Microhand Utilizing Singularity of Parallel Mechanism”, Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), pp.1525-1530, (2013-11)
- P.Ratsamee, Y.Mae, A.Jinda-apiraksa, J.Machajdik, K.Ohara, M.Kojima, R.Sablatnig and T.Arai : “Lifelogging Keyframe Selection using Image Quality Measurements and Physiological Excitement Features”, Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), pp.5215-5220, (2013-11)
- P.Ratsamee, Y.Mae, K.Ohara, M.Kojima and T.Arai : “Social Navigation Model based on Human Intention Analysis using Face Orientation”, Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), pp.1682-1687, (2013-11)
- P.Chumtong, M.Kojima, K.Ohara, M.Horade, Y.Mae, Y.Akiyama, M.Yamato and T.Arai : “An Active Microscaffold for Applications in Tissue Engineering”, Proceedings of 2013 International Conference on Micro-NanoMechatronics and Human Science, pp.311-314, (2013-11)
- J.Koseki, K.Ohara, K.Kamiyama, M.Kojima, M.Horade, Y.Mae, T.Arai, T.Kaneko and H.Matsui : “The development of an All-In-Focus Algorithm for Endoscopy”, Proceedings of 2013 International Conference on Micro-NanoMechatronics and Human Science, pp.193-197, (2013-11)
- M.Kojima, M.Takahiro, H.Takai, K.Ohara, M.Horade, K.Kamiyama, Y.Mae and T.Arai : “Development of the long-time observation system for bacterial motor”, Proceedings of 2013 International Conference on Micro-NanoMechatronics and Human Science, pp.263-264, (2013-11)
- 国内会議
- 福島 英, 小野 崎峻, 小嶋 勝, 大原 賢一, 洞出 光洋, 前 泰志, 新井 健生 : 「アルギン酸ゲルファイバを用いた微細格子形状構築の自動化」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013 予稿集, 1P1-C10, (2013-5)
- 小関 洵矢, 大原 賢一, 小嶋 勝, 洞出 光洋, 前 泰志, 新井 健生, 松井 裕史, 金子 剛 : 「内視鏡検査支援のための全焦点画像生成アルゴリズムの開発」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013 予稿集, 2A1-K08, (2013-5)
- 元吉 隆広, 小嶋 勝, 大原 賢一, 洞出 光洋, 前 泰志, 新井 健生 : 「リアルタイム計測に基づく局所環境刺激システムの構築」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013 予稿集, 1P1-C08, (2013-5)
- 高木 翔太, 大原 賢一, 小嶋 勝, 前 泰志, 新井 健生 : 「微細環境における 3次元情報提示の高速化」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013 予稿集, 1P1-D08, (2013-5)
- 鷹井 洋力, 小嶋 勝, 大原 賢一, 洞出 光洋, 前 泰志, 大和 雅之, 新井 健生 : 「トロイダル形状スフェロイド生成自動化のためのマイクロ流体デバイスの作製と評価」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013 予稿集, 1P1-C13, (2013-5)
- 藪垣 博之, 大原 賢一, 小嶋 勝, 境 慎司, 洞出 光洋, 前 泰志, 谷川 民生, 新井 健生 : 「微小力センサ搭載型マイクロハンドによる細胞剛性計測の自動化」, ロボティクス・メカトロニクス講演会 2013 予稿集, 1P1-C11, (2013-5)
- 大原 賢一, 前 泰志, 新井 健生 : 「RT コンポーネント間の画像転送速度改善に向けた画像圧縮技術適用の有用性」, 第 31 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, RSJ2013AC2J2-05, (2013-9)
- 小嶋 勝, 西城 英秋, 洞出 光洋, 大原 賢一, 神山 和人, 前 泰志, 新井 健生 : 「誘電泳動を用いた二本指マイクロハンド用エンドエフェクタによる細胞操作」, 第 31 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, RSJ2013AC3L3-05, (2013-9)
- 蔵田 智之, E.Avci, 神山 和人, 大原 賢一, 洞出 光洋, 小嶋 勝, 江島 亨, 谷川 民生, 前 泰志, 新井 健生 : 「新機構パラレルメカニズムを用いたマイクロハンドの振動解析」, 第 31 回日本ロボット学会学術講演会予稿集, RSJ2013AC3L3-06, (2013-9)
- 戸田 武, 大原 賢一, 神山 和人, 小嶋 勝, 洞出 光洋,

前 泰志, 新井 健生:「腕脚統合型ロボットによる項重力・閉空間移動技術の開発と解析」, 第31回日本ロボット学会学術講演会予稿集, RSJ2013AC2N2-04, (2013-9)

市川 明彦

【その他】

*市川 明彦, 佐久間 臣耶, 玉腰 貴浩, 杉田 真邦, 新井 史人, 赤城 悟史:「把持機構を有する磁気駆動オンチップロボットによる卵細胞の除核」, 第25回ロボティクス・メカトロニクス講演会予稿集, 1A1-D10, (2013-5)

室崎 裕一, 市川 明彦, 新井 史人:「水晶振動子を用いた超高感度・超ワイドレンジ荷重センサ」, 第25回ロボティクス・メカトロニクス講演会予稿集, 2A2-A11, (2013-5)

*市川 明彦, 佐久間 臣耶, 正田 達郎, 玉腰 貴浩, 新井 史人, 赤城 悟史:「把持機構を有する磁気駆動オンチップロボットとマイクロナイフによる卵細胞の除核」, 第31回日本ロボット学会学術講演会予稿集, RSJ2013AC3L3-02, (2013-9)

室崎 裕一, 市川 明彦, 新井 史人:「ワイドレンジ水晶荷重センサによる生体信号計測」, 第31回日本ロボット学会学術講演会予稿集, RSJ2013AC1N3-04, (2013-9)

A.Ichikawa, S.Sakuma, T.Shoda, F.Arai and S.Akagi :
“ON-CHIP ENUCLEATION OF OOCYTE USING UNTETHERED MICROBOT WITH GRIPPING MECHANISM”, Proceedings of the 17th International Conference of μ TAS2013, pp.1635-1637, (2013-11)

A.Ichikawa, S.Sakuma, T.Shoda, F.Arai and S.Akagi :
“ON-CHIP ENUCLEATION OF OOCYTE USING UNTETHERED MICRO-ROBOT WITH GRIPPING MECHANISM”, Proceedings of the 24th International Symposium of MHS2013 & Micro-Nano Excellent Graduate School, pp.323-325, (2013-11)

社会基盤デザイン工学科

葛 漢彬

【学術論文】

- X.Q.Luo, H.B.Ge and T.Usami : "Temperature Effects of Shape Memory Alloys (SMAs) in Damage Control Design of Steel Portal Frames", *Frontiers of Structural and Civil Engineering*, Vol.6, No.4, pp.348-357, (2012-12)
- J.D.Zhang, H.B.Ge and C.L.Wang : "Simplified Seismic Evaluation Method for Steel Members with Thin-walled Stiffened Box Sections", *China Journal of Highway and Transport*, Vol.26, No.1, pp.113-120 (in Chinese), (2013-1)
- L.Kang and H.B.Ge : "Predicting Ductile Crack Initiation of Steel Bridge Structures Due to Extremely Low Cycle Fatigue Using Local and Nonlocal Models", *Journal of Earthquake Engineering*, Vol.17, No.3, pp.323-349, (2013-3)
- H.B.Ge, L.Kang and S.Mori : "Developing A Simplified Seismic Verification Method for Prediction of Ductile Fracture in Steel Bridge Piers", *Journal of Research Institute of Meijo University*, No.12, pp.55-64, (2013-3)
- 馬越 一也, 葛 漢彬, 野中 哲也, 本橋 英樹, 原田 隆典, 宇佐美 勉 : 「地震被害を受けた長大橋への津波による大型漂流物の衝突に関する解析的アプローチ」, *構造工学論文集*, Vol.59A, pp.405-416, (2013-3)
- 森 翔吾, 葛 漢彬, 萩野 勝哉, 康 瀾 : 「無補剛断面鋼製橋脚の延性き裂に対する簡易照査法の再検討－構造パラメータがひずみ集中補正係数に及ぼす影響－」, *土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)*, Vol.69, No.4, pp.I_517-I_527, (2013-4)
- 中村 佳昭, 葛 漢彬 : 「補剛箱形変断面鋼製橋脚の変断面座屈が生じない条件に関する解析的研究」, *土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)*, Vol.69, No.4, pp.I_440-I_447, (2013-4)
- 速水 景, 葛 漢彬, 羽田 新輝, 森 翔吾, 鈴木 俊光 : 「小さなフレットを有する鋼製橋脚隅角部の未溶着高さが延性破壊に及ぼす影響」, *土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)*, Vol.69, No.4, pp.I_429-I_439, (2013-4)
- 羽田 新輝, 葛 漢彬, 速水 景, 鈴木 俊光 : 「溶接脚長および溶け込み深さが鋼製橋脚隅角部の延性き裂発生・進展に及ぼす影響」, *土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)*, Vol.69, No.4, pp.I_989-I_1001, (2013-4)
- K.Magoshi, L.Kang, H.B.Ge, T.Nonaka, T.Harada and K.Murakami : "An Evaluation Method for Large Drifting Object-Bridge Collision during Tsunami", *Journal of Earthquake and Tsunami*, Vol.7, No.2, DOI : 10.1142/S1793431113500097, pp.1350009-1-1350009-14, (2013-6)
- H.B.Ge and L.Kang : "Extremely Low Cycle Fatigue Tests of Thick-walled Steel Bridge Piers", *Journal of Bridge Engineering*, ASCE, Vol.18, No.9, pp.858-870, (2013-9)
- R.J.Liang, J.Wu, H.B.Ge and C.L.Wang : "Hysteretic Characteristic with P- Δ Effect and Its Influence on Collapse Resistance Capacity of Structure under Earthquakes", *Journal of Earthquake and Tsunami*, Vol.7, No.3, DOI : 10.1142/S179343111350022X, pp.1350022-1-1350022-15, (2013-9)
- H.B.Ge, L.Kang and K.Hayami : "Recent Research Developments in Ductile Fracture of Steel Bridge Structures", *Journal of Earthquake and Tsunami*, Vol.7, No.3, DOI : 10.1142/S1793431113500218, pp.1350021-1-1350021-27, (2013-9)

【その他】

- K.Magoshi, L.Kang, H.B.Ge, T.Nonaka, T.Harada and K.Murakami : "An Evaluation Method for Large Drifting Object-Bridge Collision during Tsunami", *Proc.the 3rd International Symposium on Advances in Urban Safety Conference*, Nanjing, China, Nov.24-25, CD-ROM, (2012-11)
- S.Mori and H.B.Ge : "A Simplified Method for Evaluating Ductile Crack Initiation in Steel Bridge Structures", *Proc.of 3rd China-Japan Civil Engineering Student Workshop*, Nanjing, China, Feb.22, (2013-2)
- R.Maruyama and H.B.Ge : "Reduction of Residual Displacement of Frame-typed Steel Piers by Introducing SMA Dampers", *Proc.of 3rd China-Japan Civil Engineering Student Workshop*, Nanjing, China, Feb.22, (2013-2)
- 森 翔吾, 萩野 勝哉, 葛 漢彬, 康 瀾 : 「構造パラメータが延性き裂発生評価におけるひずみ集中補正係数へ与える影響」, *名城大学理工学部研究報告*, 第 53 号, pp.52-59, (2013-3)
- 羽田 新輝, 葛 漢彬, 速水 景, 鈴木 俊光 : 「十字溶接継手部の溶接性状が鋼梁－柱部材の延性き裂発生・進展に及ぼす影響」, *名城大学理工学部研究報告*, 第 53 号, pp.60-67, (2013-3)

- 中村 佳昭, 葛 漢彬:「補剛箱形変断面鋼製橋脚の簡易設計法の開発に関する研究」, 土木学会中部支部平成 24 年度研究発表会, I-16, pp.31-32, (2013-3)
- T.Yokoi, L.Kang and H.B.Ge: “Ductility of steel segments made of high strength steel SM570 subjected to combined compression and bending”, 土木学会中部支部平成 24 年度研究発表会, I-17, pp.33-34, (2013-3)
- 丸山 陸也, 渡邊 健斗, 葛 漢彬:「残留変位の低減に着目した鋼製ラーメン橋脚の制震解析」, 土木学会中部支部平成 24 年度研究発表会, I-21, pp.41-42, (2013-3)
- 森 翔吾, 山本 洋平, 葛 漢彬, 吉田 直樹:「異なる溶接部脚長を有する鋼はり-柱接合部の耐震解析」, 土木学会中部支部平成 24 年度研究発表会, I-22, pp.43-44, (2013-3)
- 羽田 新輝, 山本 和輝, 森 翔吾, 葛 漢彬:「非対称な溶接未溶着を有する鋼はり-柱接合部の耐震解析」, 土木学会中部支部平成 24 年度研究発表会, I-23, pp.45-46, (2013-3)
- 速水 景, 葛 漢彬, 蔵原 英児:「鋼製橋脚隅角部の構造ディテールが十字継手の未溶着端部破壊に及ぼす影響」, 土木学会中部支部平成 24 年度研究発表会, I-24, pp.47-48, (2013-3).
- L.Kang, H.B.Ge and R.Maruyama: “A Prediction Model for Ductile Fracture of Steel Bridge Piers”, Proc.of Computational Engineering Conference, Vo.18, Paper No.F-2-4, Tokyo, Japan, (2013-6)
- 羽田 新輝, 山本 和輝, 森 翔吾, 葛 漢彬:「非対称な溶接未溶着を有する鋼はり-柱接合部のき裂発生に関する繰返し弾塑性解析」, 第 18 回計算工学会講演論文集, CD-ROM, 論文番号 F-3-4, (2013-6)
- 丸山 陸也, 渡邊 健斗, 葛 漢彬:「残留変位の低減に着目した鋼製ラーメン橋脚の制震解析」, 第 18 回計算工学会講演論文集, CD-ROM, 論文番号 F-4-3, (2013-6)
- 森 翔吾, 山本 洋平, 葛 漢彬:「異なる溶接部脚長を有する鋼はり-柱接合部のき裂発生に関する繰返し弾塑性解析」, 第 18 回計算工学会講演論文集, CD-ROM, 論文番号 F-5-2, (2013-6)
- H.B.Ge, L.Kang and R.Maruyama: “Ductility Evaluation Formula for Thin - walled Steel Structures Made of High Strength Structural Steel SM570”, Proc.the 5th International Symposium on Innovation & Sustainability of Structures in Civil Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, China, July 6-7, pp.359-364, (2013-7)
- 羽田 新輝, 葛 漢彬:「未溶着が内在する鋼製橋脚の耐震性能に及ぼす梁-柱接合部における溶接性状の影響」, 第 16 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.293-300, (2013-7)
- 丸山 陸也, 葛 漢彬:「SMA ダンパーを導入した鋼製ラーメン橋脚の制震効果に及ぼす温度変化の影響に関する検討」, 第 16 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.301-308, (2013-7)
- 馬越 一也, 葛 漢彬, 中村 真貴, 野中 哲也:「津波襲来時における津波波力による大型ケーソン基礎への影響」, 第 16 回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp.337-344, (2013-7)
- 羽田 新輝, 葛 漢彬, 加藤 弘務, 森 翔吾:「非対称な溶接未溶着部が鋼製橋脚の延性き裂発生に与える影響の再検討」, 木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集, I-057, pp.113-114, (2013-9)
- 丸山 陸也, 大場 孝太, 葛 漢彬:「SPD のサイズが鋼アーチ橋の耐震性能に及ぼす影響に関する検討」, 土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集, I-118, pp.235-236, (2013-9)
- 馬越 一也, 葛 漢彬, 野中 哲也, 宇佐美 勉:「鋼部材の連成座屈強度を近似的に考慮する等価初期たわみ式の提案」, 土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集, I-527, pp.1053-1054, (2013-9)
- 葛 漢彬, 丸山 陸也:「断面が 3 段階に変化する補剛箱形鋼製橋脚の変断面部座屈が生じない条件式と設計法の提案」, 土木学会第 33 回地震工学研究発表会講演論文集, 論文番号 3-402, (2013-10)
- 羽田 新輝, 葛 漢彬:「鋼製橋脚隅角部における十字継手部の溶接性状が変形能・エネルギー吸収量に及ぼす影響」, 土木学会第 33 回地震工学研究発表会講演論文集, 論文番号 3-487, (2013-10)
- 馬越 一也, 葛 漢彬, 中村 真貴, 野中 哲也:「大型ケーソン基礎を有する長大斜張橋への津波波力の影響に関する検討」, 土木学会第 33 回地震工学研究発表会講演論文集, 論文番号 5-448, (2013-10)
- R.Maruyama, H.B.Ge and X.Q.Luo: “Damage Free Design of Steel Structures Using Seismic Dampers”, Proc.10th Pacific Structural Steel Conference, Singapore, October 8-11, pp.745-750, (2013-10)
- H.B.Ge, L.Kang and S.Hada: “Effect of Fillet Radius Size on Ductile Fracture of Steel Beam-column Connection with Large Welding Defects”, Proc.5th International Conference on Advances in Experimental Structural Engineering, Taipei, Taiwan, Nov.8-9, Vol.2, pp.372-

379, (2013-11)

原田 守博**【その他】**

原田 守博：「可搬型電波流速計を用いた都市河川の洪水流量観測－ゲリラ豪雨に伴う急激な洪水流出の実態把握に向けて－」, 名城大学総合研究所紀要, 第18号, pp.149-152, (2013-3)

原田 守博, 丹羽 直人, 橋本 和馬：「可搬型電波流速計を用いた都市河川の洪水流量観測」, 平成24年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, II -16, pp.105-106, CD-ROM, (2013-3)

徳永 遼, 山田 隼也, 原田 守博：「中川運河からの海風の遡上と暑熱緩和効果の検討」, 平成24年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, II -32, pp.137-138, CD-ROM, (2013-3)

羽澄 貴史, 原田 守博：「溜め池における河床伝達熱の測定と熱収支の評価」, 平成24年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, II -39, pp.151-152, CD-ROM, (2013-3)

新井 宗之**【学術論文】**

新井 宗之, 安田 孝志, 中川 一：「山地河道における浅水流に関する波動方程式の導出とその解析解の検討」, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.69, No.4, I_961-I966, (2013-2.)

M.Arai, J.Huebl and R.Kaitna："Occurrence conditions of roll waves for three grain-fluid models and comparison with results from experiments and field observation", Geophysical Journal International, Oxford University Press, The Royal Astronomical Society, Vol.195, No.1, pp.1-17, (2013-10)

【その他】

新井 宗之：「運動量補正係数を含む浅水流の運動方程式による ∇ 波動方程式に関する検討」, 平成24年度土木学会中部支部研究発表会概要集, II-9, (2013-3)

石川 雄規, 新井 宗之, 浅田 浩行, 仙波 学：「転波列サージのスリットダム通過における波動特性変化に関する実験的検討」, 平成24年度土木学会中部支部研究発表会概要集, II-27, (2013-3)

M.Arai："A research of wave equation of shallow water with sediment on inclined channel", European Geosciences Union 2013 Assembly, NH3.10 Documentation and monitoring of landslides and

debris flows for mathematical modelling and design of mitigation measures, EGU2013-6520, (2013-4).

仙波 学, 新井 宗之, 石川 雄規：「転波列性土砂流サージの波動方程式に関する一検討」, 土木学会第68回年次学術講演会概要集, II-017, pp.33-34, (2013-9)

石川 雄規, 新井 宗之, 仙波 学：「転波列サージの波動特性の流量変化に関する実験的検討」, 土木学会第68回年次学術講演会概要集, II-018, pp.35-36, (2013-9)

新井 宗之：「運動量補正係数 β を含む浅水流運動方程式に基づく波動方程式に関する一検討」, 土木学会第68回年次学術講演会概要集, II-019, pp.37-38, (2013-9)

M.Arai and H.Nakagawa："A study on wave equation and solutions of shallow water on inclined channel", Proceedings of the 12th International Symposium on River Sedimentation, ISRS 2013, Kyoto Japan, pp.553-558, (2013-9)

岩下 健太郎**【学術論文】**

佐藤 大地, 岩下 健太郎, 稲垣 廣人, 高見 肇：「エポキシ樹脂で付着確保したBFRPメッシュ補強モルタルの曲げ挙動」, コンクリート工学年次論文集, 日本コンクリート工学会, Vol.35, No.2, pp.307-312, (2013-7)

【その他】

K.Iwashita, D.Sato, Z.S.Wu, Y.Yagi, H.Uchino and M.Yoshida："Strengthening of concrete structures with externally bonded prestressed basalt FRP rods", Proceedings of The 3rd International Symposium on Advances in Urban Safety (SAUS2012), (2012-11)

佐藤 大地, 岩下 健太郎, 森 政嘉, 稲垣 廣人, 呉 智仁, 佐藤 譲得, 松本 信行, 高見 肇, 神崎 豊裕：「BFRPメッシュ補強モルタル部材への非線形FEM解析の適用に関する研究」, 日本材料学会東海支部第7回学術講演会概要集, No.211, CD-ROM, (2013-3)

田中 竜蔵, 大嶋 翔志, 岩下 健太郎：「コンクリートに接着したFRPシートの有効付着長に関する研究」, 平成24年度土木学会中部支部研究発表会講演集, pp.395-396, CD-ROM, (2013-3)

佐藤 大地, 河上 和久, 岩下 健太郎, 稲垣 廣人, 呉 智仁, 高見 肇：「BFRPメッシュ混入モルタルの曲げ挙動に関する研究」, 平成24年度土木学会中部支部研究発表会概要集, pp.397-398, CD-ROM, (2013-3)

K.Iwashita, Z.S.Wu, D.Sato, N.Isogai, Y.Yagi, H.Uchino,

M.Yoshida and X.Wang : "Performance evaluation of RC beams strengthened with externally bonded FRP rod", 11th international symposium on fiber reinforced polymers for reinforced concrete structures (FRPRCS-11), Guimarães, CD-ROM, (2013-6)

佐藤 大地, 河上 和久, 岩下 健太郎, 稲垣 廣人, 呉智仁, 佐藤 譲得, 松本 信行, 高見 肇, 神崎 豊裕 : 「CFRP-BFRP 積層メッシュ補強モルタルの曲げ特性」, 土木学会第 68 回年次学術講演会, V-19, pp.37-38, CD-ROM, (2013-9)

佐藤 大地, 岩下 健太郎, 八木 洋介, 吉田 光秀 : 「エポキシ樹脂充填鋼管を用いた FRP ロッドの接着継手の強度に関する研究」, 第 22 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.495-498, (2013-10)

佐藤 大地, 岩下 健太郎, 八木 洋介, 吉田 光秀 : 「FRP ロッドを接着補強した RC 梁の曲げ挙動に関する解析的研究」, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 日本材料学会, pp.593-596, (2013-11)

渡辺 孝一

【学術論文】

篠田 将旭, 渡辺 孝一, 児玉 佳大 : 「芯材にアングルを用いた座屈拘束ブレースの性能実験と解析的検討」, 鋼構造論文集, Vol.20, No.77, (2013-3)

【その他】

渡辺 孝一, 松村 政秀, 木下 幸治, 大西 弘志 : 「ひろば」, 橋梁と基礎, p.95, vol.47, (2013)

篠田 将旭, 野中 良貴, 水野 和也, 渡辺 孝一 : 「構造用アルミニウム合金 SPD の基礎的性能実験」, 平成 24 年度土木学会中部支部研究発表会, pp.10-11, (2013-3)

篠田 将旭, 横地 功圭, 渡辺 孝一 : 「面内曲げを受けるトラス格点部のボルト滑り耐力」, 平成 25 年度全国大会第 68 回年次学術講演会, CD-ROM, (2013-9)

佐藤 大介, 天野 貴敏, 篠田 将旭, 渡辺 孝一 : 「鋼トラス橋格点を模擬したガセットの面外曲げ挙動に関する実験的検討」, 平成 24 年度土木学会中部支部研究発表会, pp.9-10, (2013-3)

佐藤 大介, 天野 貴敏, 篠田 将旭, 渡辺 孝一 : 「ブレースを支持するガセットプレートの面外曲げ挙動に関する実験的検討」, 平成 25 年度全国大会第 68 回年次学術講演会, CD-ROM, (2013-9)

環境創造学科

伊藤 政博

【著書】

- * 伊藤 政博：『水域環境創造学』, (株) 三恵社, 179p., (2012-4)
- * 伊藤 政博：『環境と社会』, (株) 三恵社, 112p., (2013-4)

【その他】

- * Masahiro Ito : “Protective effect of coastal levees against the mega-tsunami off the Pacific coast of Tohoku caused by the 2011 Earthquake”, Abstract of 11th International Conference on Littoral 2012, pp.90-94, (2012-12)
- * 伊藤 政博：東日本大地震津波で被災した海岸堤防の復旧復興計画～岩手・宮城県に注目して～, 平成 23 年度土木学会中部支部研究発表会概要集 CD-ROM, pp.165-166, (2012-3)
- * 伊藤 政博, 中山 哲巖, 山下 隆男, 佐瀬 浩市, 駒口 友章：平成の三陸大津波による被災実態と復旧・復興の創造シンポジウム～環境創造学, 海洋開発工学, 水産工学, 現地海岸・港湾実務の立場から～, 名城大学 / 理工学部環境創造学科水環境工学研究室, 22p, (2012-2)
- * 山田 貴仁・伊藤 政博：「平面造波水槽による海岸漂着物の実験的研究, -漂着物の形状と比重の効果-」, 平成 24 年度土木学会中部支部研究発表会, CD-ROM, (2013.3)
- * 伊藤 政博：平成の三陸大津波による被災実態と復旧・復興の創造シンポジウムの報告, 名城大学総合研究所, 紀要 No.17, pp, 95-98, (2012)
- * 伊藤 政博：津波に対する海岸堤防の人命救済効果～昭和と平成の三陸津波の比較～, 名城大学総合研究所, 紀要 No.18, pp.143-147, (2013)

垣 鍔 直

【学術論文】

- N.Kakitsuba, I.B.Mekjavic, T.Katsuura : 「The core interthreshold zone during exposure to red and blue light」, Journal of Physiological Anthropology, 32 (6), (2013.3)
- N.Kakitsuba, M.D.White : 「Effect of change in ambient temperature on core temperature during the daytime」, Int.J.Biometeorology.DOI 10.1007/ s00484-013-0673-8, (2013.5)

【その他】

- 垣 鍔 直：「心理・生理反応による快適な照明環境の検証」, 第 36 回人間 - 生活環境系学会大会報告集, pp.25-28, (2012-12)
- 正田 浩三, 伊藤 誠二, 垣 鍔 直：「建物の清掃管理状況に関する調査」, 第 40 回建築物環境衛生管理全国大会, pp.66-67, (2013.1)
- T.Katsuura, Ya-li Xia, Soomin Lee, Y.Shimomura, N.Kakitsuba : 「Effects of different colors of monochromatic light on time perception」, International Conference of Environmental Ergonomics, Proc.pp.305-308, (2013.2)
- N.Kakitsuba : 「Comfortable lighting conditions evaluated from psychological and physiological responses」, LuxPacifica 2013, Proc.p.40, (2013-3)
- 正田 浩三, 伊藤 誠二, 垣 鍔 直：「建物の清掃管理状況に関する調査」, ビルメンテナンス誌, 第 48 巻 4 号, pp.27-30, (2012.4)
- 垣 鍔 直, 正田 浩三：「建物内のカーペットの汚れに関する実態調査」, 日本環境管理学会大会学術講演梗概集, pp.99-100, (2013.5)
- 垣 鍔 直：文献紹介「Comfortable lighting conditions evaluated from psychological and physiological responses presented at LuxPacifica 2013」, 照明学会誌, 97 (6), p.343, (2013.6)
- 垣 鍔 直：研究室紹介「名城大学理工学部環境創造学科 垣 鍔 研究室」, 照明学会誌, 97 (7), pp.404-405, (2013.7)
- 水野 敬太, 垣 鍔 直, 勝浦 哲夫：「室内における快適な照明条件に関する実験的研究」, 第 46 回照明学会全国大会講演梗概集, #07-02, (2013.9)
- 垣 鍔 直, 李スミン, 勝浦 哲夫：「心理・生理反応を考慮した店舗照明の評価」, 第 46 回照明学会全国大会講演梗概集, #08-27, (2013.9)
- 垣 鍔 直：「河道内気候の周辺気候への影響に関する調査研究」, 日本生気象学会大会梗概集, p.S-54, (2013.11)
- 垣 鍔 直, 山田 邦之：「天井面放射冷却の体感への影響と冷却条件に関する実験的研究」, 人間 - 生活環境系学会大会シンポジウム報告集, pp.○ - ○, (2013.12)

酒巻 史郎

【その他】

- * 加藤 大尚, 酒巻 史郎:「大気エアロゾルの季節変動と黄砂による影響」, 日本化学会第 93 春季年会予稿集, CD-ROM, (2013-3)

牧野内 猛

【学術論文】

- * 牧野内 猛, 塚本 将康, 檀原 徹, 山下 透, 内園 立男, 濃尾地盤委員会断面 WG:「濃尾平野東部の地下地質」, 地質学雑誌, Vol.119, No.5, pp.335-349, (2013-5)

【その他】

- * 牧野内 猛:『地層から見た知多半島・伊勢湾周辺地域の成り立ち』,「(1)常滑市・知多半島の地質」,「(2)中部国際空港周辺の地質」,「(3)知多半島の活断層」,「(4)東日本大震災と南海トラフの巨大地震」, 平成 24 年度市民講座Ⅱ(常滑市), (2013-2)

牧野内 猛, 荒野 悠, 長田 拓磨, 渡辺 典幸:「三重県四日市市沖積平野の地下地質(その 1)」, 日本地質学会第 120 年学術大会講演要旨, p.316, 東北大学, (2013-9)

- * 牧野内 猛:「新期名古屋地盤図の紹介 - 地質編 -」, 第 2 回地盤工学会中部支部イブニングセミナー, 名古屋工業大学, (2013-9)

日比 義彦

【著書】

- * 日比 義彦ほか 11 名:「第 11 編 地盤汚染調査の方法」, 「地盤調査の方法と解説」, (地盤工学会編), 第 2 章, pp.1013-1018, 丸善出版株式会社, (2013-4)
- * 日比 義彦ほか 11 名:「第 11 編 地盤汚染調査の方法」, 「地盤調査の方法と解説」, (地盤工学会編), 第 6 章, pp.1043-1046, 丸善出版株式会社, (2013-4)
- * 日比 義彦ほか 11 名:「第 11 編 地盤汚染調査の方法」, 「地盤調査の方法と解説」, (地盤工学会編), 第 10 章, pp.1083-1090, 丸善出版株式会社, (2013-4)
- * 日比 義彦(編集責任者) ほか 12 名:「地盤調査の基本と手引き」, (地盤工学会編), 丸善出版株式会社, (2013-9)

【学術論文】

- * 日比 義彦:「土壌ガス調査結果を用いた土壌汚染源の推定方法」, 地下水学会誌, 第 55 号, 第 2 号, pp.135-153, (2013-5)

【その他】

- * 日比 義彦:「地表面から 1m の深さにおける土壌ガス成分の物質移動の特性」, 日本地下水学会 2013 年

秋季講演会講演要旨, pp.182-185, (2013-10)

広瀬 正史

【その他】

- * M.Hirose: "Evaluation of rainfall climatology from the long-term spaceborne radar data", Proc.of JAXA 7th PMM RA meeting, (2013-6)
- * M.Hirose: "Climatological characteristics of TRMM PR rainfall", Proc.of Asia Oceania Geosciences Society meeting, AS15-A014, (2013-6)
- * 広瀬 正史:「衛星搭載降雨レーダデータの気候学的利用について」, 日本気象学会 2013 年度秋季大会予稿集, pp.120, (2013-11)

建築学科

鈴木 博志

pp.1129-1130, 2013.8

【学術論文】

- *長谷川 直樹, 鈴木 博志, 戴 維:「北京市における高齢者福祉施設の入所意識に関する研究」, 日本建築学会技術報告集, Vol.18, No.43, pp.1127-1131, (2013-10)

【その他】

- * 卞 雷, 長谷川 直樹, 鈴木 博志:「サービス付き高齢者向け住宅の現状分析－地域・住宅形態の違いによる特徴」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 7549, pp.555-556, (2013-9)
- * ファム マイチュン, 長谷川 直樹, 鈴木 博志:「ベトナム・ハノイ市における第6次トシマスタープラン(2030年目標)に関する研究」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 7549, pp.1173-1174, (2013-9)
- * 宮崎 幸恵, 鈴木 博志:「高齢者の共同居住に関する研究－名古屋市におけるケーススタディ」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 7279, pp.557-558, (2013-9)
- * 宮崎 幸恵, 鈴木 博志:「名古屋市における高齢者の共同居住と見守り」, 日本福祉のまちづくり学会第16回大会概要集, CD-ROM, pp.1-4, (2013-9)

立川 剛

【学術論文】

- * 矢尾 誠, 立川 剛, 宿里 勝信, 山田 正作, 福 拓也:「直接基礎あるいは地下連続壁の動力学特性の解明について－混合境界値問題に対する解析システムの構築をめざして－」, 日本建築学会構造系論文集 第78巻 第692号, pp.1679-1684, 2013.10

【その他】

- * 福 拓也, 立川 剛, 宿里 勝信, 矢尾 誠, 箕浦 友也, 守田 允彦:「地震時の室内の安全性に関する検討－一般世帯の家具転倒防止から公共施設への展開」, 日本建築学会東海支部研究報告集, pp.165-168, 2013.2
- * 水谷 信哉, 立川 剛, 宿里 勝信, 山田 正作, 矢尾 誠, 福 拓也:「直接基礎地盤あるいは地下連続壁の動力学特性の解明について 混合境界値問題に対する解析システムの構築をめざして」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, (構造Ⅱ)pp.63-64, 2013.8
- * 福 拓也, 立川 剛, 宿里 勝信, 矢尾 誠, 水谷 信哉:「学校図書施設の地震時における危険性を考察する為の研究」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, (構造Ⅱ)

寺西 浩司

【著書】

- * 名和 豊春, 寺西 浩司他:「解析モデル」, 『膨張材・収縮低減剤を使用したコンクリートに関する技術の現状』, 第6章, pp.145-153, 日本建築学会, (2013-7)
- * 三原 齊, 寺西 浩司他:「コンクリート」, 『金属材料』, 『木材』, 『ラクラク突破の1級建築士スピード学習帳 2013年版』, pp.418-429, エクスナレッジ, (2012-12)

【学術論文】

- * 寺西 浩司:「骨材の乾燥収縮ひずみの評価指標に関する研究」, 日本建築学会構造系論文集, Vol.78, No.687, pp.905-912, (2013-5)
- * 渡会 正典, 寺西 浩司:「コンクリートスラッジの混和材としてのリサイクルに関する基礎的研究」, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.1, pp.199-204, (2013-7)
- * 樋口 優香, 寺西 浩司:「仕上げ方法がコンクリートの乾燥収縮および中性化に及ぼす影響」, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.1, pp.469-474, (2013-7)
- * 山田 一徳, 中村 士郎, 小田部 裕一, 寺西 浩司:「複合則理論によるコンクリートの乾燥収縮ひずみの推定」, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.1, pp.529-534, (2013-7)
- * 中村 雄一, 寺西 浩司, 佐々木 仁, 添田 智美:「従来工法で張り付けられた外装タイルの剥離メカニズムに関する研究」, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.1, pp.1297-1302, (2013-7)

【その他】

- * 今井 悠介, 寺西 浩司:「粉体の粒度分布が模擬セメントペーストの流動性に及ぼす影響」, 日本建築学会東海支部研究報告集, No.51, pp.45-48, (2013-2)
- * 樋口 優香, 寺西 浩司, 堀 淳一:「コンクリートの乾燥収縮および中性化に対する仕上げ方法の影響」, 日本建築学会東海支部研究報告集, No.51, pp.73-76, (2013-2)
- * 渡会 正典, 寺西 浩司:「コンクリートスラッジを用いた再生混和材の開発」, 日本建築学会東海支部研究報告集, No.51, pp.85-88, (2013-2)
- * 中村 雄一, 寺西 浩司, 日比野 和樹, 田口 哲也, 佐々木 仁, 添田 智美:「外壁タイルの剥離挙動に関する実験的・解析的研究(その1. 下地・張付けモルタ

- ル界面の接着特性に関する実験)], 日本建築学会東海支部研究報告集, No.51, pp.93-96, (2013-2)
- * 中村 雄一, 寺西 浩司, 日比野 和樹, 田口 哲也, 佐々木 仁, 添田 智美, 石川 靖晃:「外壁タイルの剥離挙動に関する実験的・解析的研究(その2. ひずみ追従性試験とそのFEM解析)], 日本建築学会東海支部研究報告集, No.51, pp.97-100, (2013-2)
 - * 大内 千彦, 寺西 浩司, 谷川 恭雄:「粗骨材とモルタルの界面に発生する応力に関する一考察, 日本建築学会関東支部研究報告集」, No.83, I, pp.45-48, (2013-3)
 - * 山田 一徳, 小田部 裕一, 中村 士郎, 鈴木 宏信, 寺西 浩司:「粗骨材の乾燥収縮ひずみの予測手法に関する一考察」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.19-20, (2013-8)
 - * 寺西 浩司, 樋口 優香:「乾燥がコンクリートの力学的性質に及ぼす影響(その1. 骨材寸法の影響)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.25-26, (2013-8)
 - * 樋口 優香, 寺西 浩司:「乾燥がコンクリートの力学的性質に及ぼす影響(その2. 拘束および持続荷重の影響)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.27-28, (2013-8)
 - * 大内 千彦, 寺西 浩司, 谷川 恭雄:「粗骨材のモルタル界面に発生する応力に関する一考察(マトリクスのポアソン比の変動による影響)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.95-96, (2013-8)
 - * 河邊 俊希, 渡会 正典, 寺西 浩司:「高炉スラグのみを用いたコンクリート代替材料の開発(その1. 高炉スラグ微粉末の比表面積およびアルカリ刺激材の種類・置換率の影響)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.177-178, (2013-8)
 - * 渡会 正典, 寺西 浩司:「コンクリートスラッジの混和材へのリサイクルに関する研究(その3. コンクリートスラッジの保管時間の影響)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.185-186, (2013-8)
 - * 朴相俊, 田中 芹菜, 寺西 浩司:「コンクリートガラ粉体を用いた再生混和材に関する基礎的研究」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.189-190, (2013-8)
- 鹿毛 忠継, 梶田 佳寛, 陣内 浩, 伊藤 智章, 宮野 和樹, 佐藤 幸恵, 寺西 浩司, 西 祐宣:「細骨材の粒度と細骨材率がコンクリートの物性に与える影響 その1 実験計画」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.267-268, (2013-8)
- * 佐藤 幸恵, 小島 正朗, 酒井 正樹, 渡邊 悟士, 鈴木 澄江, 伊藤 智章, 寺西 浩司, 西 祐宣:「細骨材の粒度と細骨材率がコンクリートの物性に与える影響(その4) 振動フロー試験による材料分離・施工性の評価」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.273-274, (2013-8)
 - * 古田 修平, 寺西 浩司, 今井 悠介, 酒井 正樹, 渡邊 悟士, 佐藤 幸恵, 道正 泰弘, 太田 達見:「細骨材の粒度と細骨材率がコンクリートの物性に与える影響 その5 円筒貫入試験およびスクリーニング試験の結果」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.275-276, (2013-8)
 - * 中村 雄一, 寺西 浩司, 野口 貴文, 今本 啓一, 平岩 陸:「軍艦島構造物群の劣化調査(その8. 骨材の概況調査)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.1209-1210, (2013-8)
 - * 寺西 浩司:「コンクリートのひび割れを規定している数値の解説」, 建築技術, No.766, pp.91-95, (2013-11)
- 溝口 明則**
- 【著書】**
- * 溝口 明則:「木割の解説」, 『木割之注文』(木割之注文研究会編著), 解題・現代語訳篇, pp.165-170, 中央公論美術出版, (2013-2)
- 【その他】**
- * 吉田 周平, 溝口 明則:「住宅木割書の絶対寸法の背景」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(歴史意匠), pp.337-338, (2013-8)
 - * 青田和也, 溝口 明則:「三重塔の高さ計画について」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(歴史意匠), pp.343-344, (2013-8)
 - * 千田 恵太, 溝口 明則:「中世和様仏堂の高さ計画について」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(歴史意匠), pp.345-346, (2013-8)
 - * 所司 卓也, 溝口 明則:「五重塔のカウンターバランスに関する研究 最上層屋根の支え方についてその2」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(歴史意匠), pp.361-362, (2013-8)
 - * 伊藤 美香子, 溝口 明則:「平城京薬師寺の伽藍計画に関する研究」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(歴史意匠), pp.365-366, (2013-8)
 - * 中川 武, 溝口 明則, 他:「プレア・ヴィヘア寺院の破損状況と今後の調査研究・保存対策をめぐって カンボジア プレア・ヴィヘア寺院に関する研究1」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(歴史意匠), pp.571-572, (2013-8)

- * 田淵 奈央, 溝口 明則, 他:「参道テラス縦深型祠堂としてのプレア・ヴィヘア寺院の特徴 カンボジア プレア・ヴィヘア寺院に関する研究 2」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(歴史意匠), pp.573-574, (2013-8)
- * 黒岩 千尋, 溝口 明則, 他:「プレア・ヴィヘア寺院の「田の字型」建物の現状と特徴 カンボジア プレア・ヴィヘア寺院に関する研究 3」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(歴史意匠), pp.575-576, (2013-8)
- * 溝口 明則, 中川 武, 他:「プレア・ヴィヘア寺院の山頂伽藍計画について カンボジア プレア・ヴィヘア寺院に関する研究 4」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(歴史意匠), pp.577-578, (2013-8)
- * 中村 みふみ, 溝口 明則, 他:「プレア・ヴィヘア寺院中央祠堂屋蓋部の復原考察 カンボジア プレア・ヴィヘア寺院に関する研究 5」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(歴史意匠), pp.579-580, (2013-8)
- * 古賀 友佳子, 溝口 明則, 他:「プレア・ヴィヘア寺院ゴープラ I 拝殿の木造小屋組の復原考察 カンボジア プレア・ヴィヘア寺院に関する研究 6」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(歴史意匠), pp.581-582, (2013-8)

武藤 厚

【学術論文】

- * 武藤 厚, 前田 大介, 梶原 由貴, 村田 賢:「スペースフレームの3次元解析システムの拡張と応用-鉄筋コンクリート部材の弾塑性解析機能の組み込みと検証-」, 構造工学論文集, 日本建築学会, Vol.59B, pp.505-512, (2013-3)
 - * 原 亮, 加藤 史郎, 中澤 祥二, 武藤 厚:「周辺補剛された4点支持鉄筋コンクリートドーム屋根の耐力に関する解析的分析-形状初期不整と想定地震荷重の耐力に与える影響-」, 日本建築学会構造系論文集, 日本建築学会, Vol.78, No.685, pp.503-511, (2013-3)
- Atsushi MUTOH, Shun MURAMOTO and Akihiro MASUDA, Study on Nonlinear Vibration Characteristics of RC/CFRC Arches by Vibration Tests and Simulations, IASS, 2013, (CD-ROM, total 5 pages), (2013-9)
- * Atsushi MUTOH, Study on Nonlinear Vibration Characteristics of Reinforced Concrete Arches by Vibration Tests and Simulations, The 14-th Int'l Conf. Computational Structures Technology, Civil-Comp Press (UK), total 11 pages (CD-ROM), (2013-9)
 - * Atsushi MUTOH, H.Komatsu and M.Sasaki, Evaluation

of Vibration, Creep/Shrinkage and Thermal Effects of Shallow RC Shells by Measurements and Analysis, The 14-th Int'l Conf. Computational Structures Technology, Civil-Comp Press (UK), total 12 pages (CD-ROM), (2013-9)

- * Hitoshi MORIKAWA, Shiro SASANO, Shojiro MOTOYUI, Yasuhito FUJITA, Atsushi MUTOH, Estimation of Dynamic Behavior of Historical Church in Armenia Using Microtremor Survey, International Conference on Urban Earthquake Engineering, Tokyo Institute of Technology, total 5 pages (CD-ROM), (2013-3)

【その他】

- * 武藤 厚:「RCアーチの振動破壊とRCシェルの長期変形のシミュレーション」, 2013年度日本建築学会大会・構造部門(応用力学) パネルディスカッション資料(共著) ~建物の強非線形挙動の再現における可能性と課題~, 日本建築学会, 応用力学運営委員会, pp.32-39, (2013-8)
- * 武藤 厚, 伊藤 雄基, 益田 彰宏, 小松 宏年, 佐々木 睦朗, 武藤 厚:「大型RCシェルの長期変形と構造特性に関する実証的研究(その3建設から3年間の変形特性と構造特性について)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.853-854, (2013-8)
- * 村本 駿, 益田 彰宏, 伊藤 夕華, 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試み(その8RCアーチの振動破壊性状とCFシートの補強効果について)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.847-848, (2013-8)
- * 高味 えり, 伊藤 雄基, 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4ブルジュ大聖堂の構造特性に関する推定)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.965-966, (2013-8)
- * 益田 晃宏, 三浦 徳人, 武藤 厚, 元結 正次郎, 大谷 友香, 藤田 康仁:「ラブル・コア工法を用いた教会堂の振動特性について(その2エチミアジン大聖堂の3次元モデルによる振動特性の評価)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.929-930, (2013-8)
- * 三浦 徳人, 益田 晃宏, 武藤 厚, 元結 正次郎, 大谷 友香, 藤田 康仁:「ラブル・コア工法を用いた教会堂の振動特性について(その3リプシュメ教会の3次元モデルによる振動特性の評価)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.931-932, (2013-8)
- * 大谷 友香, 元結 正次郎, 篠野 志郎, 武藤 厚, 藤田 康仁:「ラブル・コア工法を用いた教会堂の振動

特性について（その1 現地における常時微動測定と固有値解析）, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.927-928, (2013-8)

- * 永田 航気, 元結 正次郎, 武藤 厚, 高橋 宏樹, 大谷 友香, 益田 晃宏, 村本 駿, 藤田 康仁:「ラブル・コア工法を用いた教会堂の振動特性について（その4 微動特性の同定法とその妥当性）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.933-934, (2013-8)
- * 安田 明将, 元結 正次郎, 武藤 厚, 大谷 友香, 永田 航気, 藤田 康仁:「ラブル・コア工法を用いた教会堂の振動特性について（その5 同定法を用いた教会堂の振動特性の同定）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.935-936, (2013-8)
- * 村本 駿, 後藤 秀和, 前田 大介, 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4 ダブル配筋されたRC円弧アーチの動的な複合非線形振動特性)」, 日本建築学会東海支部研究報告書, pp.377-380, (2013-2)
- * 益田 彰宏, 伊藤 雄基, 小松 宏年, 佐々木 睦朗, 武藤 厚:「鉄筋コンクリートシェルの振動および長期変形特性の評価に関する研究(その2 実機の偏平シェルにおける振動特性の評価事例について)」, 日本建築学会東海支部研究報告書, pp.373-376, (2013-2)
- * 伊藤 夕華, 益田 晃宏, 山口 越司, 武藤 厚:「竹材を用いたHP曲面による空間構造の創出に関する試み（その1 設計システムの提案と縮小模型の製作について）」, 日本建築学会東海支部研究報告書, pp.369-372, (2013-2)

村田 賢

【学術論文】

- * 日置 興一郎, 村田 賢:「対称形断面曲げ梁のせん断応力分布とせん断剛性に逆比例するせん断変形」, 日本建築学会構造系論文集, Vol.78, No.684, pp.329-334, (2013-2)
- * 武藤 厚, 前田 大介, 梶原 由貴, 村田 賢:「スペースフレームの3次元解析システムの拡張と応用－鉄筋コンクリート部材の弾塑性解析機能の組込みと検証－」, 構造工学論文集, 日本建築学会, Vol.59B, pp.505-512, 2013.3

【著書】

- * 村田 賢, 飯島 飯比古「SPACEで学ぶ構造力学 動的解析編 I 改訂版」, (2013, 3)Web上で公開, 650頁
- * 村田 賢, 飯島 飯比古「SPACEで学ぶ構造力学 動的解析編 II 改訂版」, (2013, 11)Web上で公開, 600頁

吉久 光一

【その他】

- * 岡田 恭明, 吉久 光一, 東 一樹, 西村 直人:「風力発電施設から発生する騒音の測定事例(音響放射特性に関する基礎検討)」, 日本音響学会講演論文集, pp.1113-1114, (2013-3)
- * 岡田 恭明, 吉久 光一, 東 一樹, 西村 直人:「風力発電施設から発生する騒音の長期測定(水平および鉛直方向の音響放射特性に着目した検討)」, 日本騒音制御工学会講演論文集, pp.73-76, (2013-4)
- * 吉久 光一, 岡田 恭明, 龍田 建次:「都市環境音の常時観測」, 日本騒音制御工学会講演論文集, pp.85-88, (2013-4)
- * 岡田 恭明, 吉久 光一, 東 一樹, 西村 直人:「風力発電施設からの音響放射特性に着目した実験的検討」, 日本音響学会 騒音・振動研究会資料 N-2013-19, pp.1-6, (2013-5)
- * 岡田 恭明, 吉久 光一:「風車発電施設から発生する騒音の実態調査(その2: 水平方向の音響放射に着目した検討)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.251-252, (2013-8)
- * T.Iwase, H.Kurono, Y.Okada, K.Yoshihisa: “Binaural simulation of sound propagation from moving sound source using HRTF,” Proceedings of the 42nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2013), pp.1-10, CD-ROM, (2013-9)
- * Y.Okada, K.Yoshihisa, T.Iwase, K.Higashi, N.Nishimura: “Experimental study on the radiation characteristics of noise generated from a single wind turbine,” Proceedings of the 42nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2013), pp.1-8, CD-ROM, (2013-9)
- * 岡田 恭明, 吉久 光一, 東 一樹, 西村 直人:「風力発電施設から発生する騒音の測定事例－放射音の指向特性に関する一検討－」日本音響学会講演論文集, pp.987-988, (2013-9)

大塚 貴弘

【その他】

- * 大塚 貴弘, Markus Knobloch, Mario Fontana:「ウェブ幅厚比の大きいH形鋼梁の高温時せん断座屈後耐力」, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), 構造 I, pp.345-346, (2013-8)
- * T.Ohtsuka, M.Knobloch and M.Fontana: “Shear Capacity of Steel Plate Girders with Slender Webs in

Fire”, Proceedings of the 5th International Conference on Structural Engineering, Mechanics and Computation, University of Cape Town, pp.1-6 (CD-ROM), (2013-9)

岡田 恭明

【その他】

- * 岡田 恭明, 吉久 光一, 東 一樹, 西村 直人:「風力発電施設から発生する騒音の測定事例(音響放射特性に関する基礎検討)」, 日本音響学会講演論文集, pp.1113-1114, (2013-3)
- * 岡田 恭明, 吉久 光一, 東 一樹, 西村 直人:「風力発電施設から発生する騒音の長期測定(水平および鉛直方向の音響放射特性に着目した検討)」, 日本騒音制御工学会講演論文集, pp.73-76, (2013-4)
- * 大久保 朝直, 横田 考俊, 牧野 康一, 大島 俊也, 岡田 恭明, 平栗 靖浩, 川瀬 康彰, 今泉 博之:「防災音声放送の了解度評価を目的とする長期計測」, 日本騒音制御工学会講演論文集, pp.81-84, (2013-4)
- * 吉久 光一, 岡田 恭明, 龍田 建次:「都市環境音の常時観測」, 日本騒音制御工学会講演論文集, pp.85-88, (2013-4)
- * 岡田 恭明, 吉久 光一, 東 一樹, 西村 直人:「風力発電施設からの音響放射特性に着目した実験的検討」, 日本音響学会 騒音・振動研究会資料 N-2013-19, pp.1-6, (2013-5)
- * 岡田 恭明, 吉久 光一:「風車発電施設から発生する騒音の実態調査(その2: 水平方向の音響放射に着目した検討)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.251-252, (2013-8)
- * T.Iwase, H.Kurono, Y.Okada, K.Yoshihisa: “Binaural simulation of sound propagation from moving sound source using HRTF,” Proceedings of the 42nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2013), pp.1-10, CD-ROM, (2013-9)
- * Y.Okada, K.Yoshihisa, T.Iwase, K.Higashi, N.Nishimura: “Experimental study on the radiation characteristics of noise generated from a single wind turbine,” Proceedings of the 42nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Inter-noise 2013), pp.1-8, CD-ROM, (2013-9)
- * 岡田 恭明, 吉久 光一, 東 一樹, 西村 直人:「風力発電施設から発生する騒音の測定事例－放射音の指向特性に関する一検討－」日本音響学会講演論文集, pp.987-988, (2013-9)
- * 大久保 朝直, 横田 考俊, 牧野 康一, 大島 俊也, 岡

田 恭明, 平栗 靖浩, 川瀬 康彰, 今泉 博之:「防災拡声放送の屋外伝搬における気象の影響」日本音響学会講演論文集, pp.1541-1544, (2013-9)

平岩 陸

【学術論文】

- * 平岩 陸, 朴相俊: コンクリート壁の開口部における収縮ひび割れに関する解析的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.1, pp.499-504, (2013.7)

【その他】

- * 平岩 陸, 朴相俊: コンクリートの収縮が圧縮強度に与える影響に関する解析的研究, 日本建築学会東海支部研究報告集, No.51, pp.69-72, (2013.2)
- * 平岩 陸, 朴相俊: 粘弾塑性サスペンション要素法によるコンクリート壁開口部における乾燥収縮ひび割れ解析, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), A-1, pp.71-73, (2013.9)
- * 中村 雄一, 寺西 浩司, 野口 貴文, 今本 啓一, 平岩 陸: 軍艦島構造物郡の劣化調査その8 骨材の概況調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道), A-1, pp.1209-1211, (2013.9)

三浦 彩子

【学術論文】

- * 三浦 彩子:「3D データを利用した枯山水庭園の施工に関する研究(精緻な三次元情報活用による新しい石庭設計手法の開発 その2)」, 日本建築学会技術報告集, 第44号, pp.381-386, (2014-2)

宿里 勝信

【学術論文】

- * 矢尾 誠, 立川 剛, 宿里 勝信, 山田 正作, 福 拓也: 直接基礎地盤あるいは地下連続壁の動力学特性の解明について(混合境界値問題に対する解析システムの構築をめざして), 日本建築学会構造系論文集, 第78巻第692号, pp.1679-1684, (2013-10)

【その他】

- * 水谷 信哉, 立川 剛, 宿里 勝信, 山田 正作, 矢尾 誠, 福 拓也: 直接基礎あるいは地下連続壁の動力学特性について(混合境界値問題に対する解析システムの構築をめざして), 日本建築学会学術講演梗概集, pp.63-64, (2013-8)
- * 石原 大輝, 中村 光, 青木 孝義, 宿里 勝信, 張 景耀: 常時微動測定および固有値解析に基づく組積造建築物の振動特性の推定, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.653-654, (2013-8)

- * 福拓也, 立川剛, 宿里勝信, 矢尾誠, 水谷信哉: 学校図書施設の地震時における危険性を考察する為の研究, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.1129-1130, (2013-8)
- * 久翁知己, 今宮実三郎, 福原武史, 宮内靖昌, 宿里勝信: 接着工法による鉄骨フレームの耐震補強(繰り返し載荷試験), 日本建築学会学術講演梗概集, pp.921-922, (2013-8)

柳沢 究

【著書】

- * 柳沢 究: 「建築と事蹟」, 『建築の ORIGIN : 設計を巡る思考』(高松伸 + ORIGINATORS 著), Chapter 07, pp.64-65, 京都大学学術出版会, (2013-4)

【その他】

- * 柳沢 究: 「如銅版画般記録下所有痕跡の家: 紫野之町家改造: 専訪」, 知日 ZHI JAPAN, No.14, pp.92-97, 中信出版社, (2013-10)
- * 柳沢 究: 「加子母木匠塾のち…」, 木匠塾シンポジウム「加子母と木匠: 木と地域と生きる」講演, 加子母明治座, 2013年8月23日, 中津川市, (2013-8)
- 名城大学柳沢研究室: 「名城大学新校友会館外観デザインコンペ」, 入賞, 名城大学, (2013-5)
- 名城大学柳沢研究室: 「未来の風景をつくる: 学生実施コンペ」, 名城大学, (2013-9)
- * 柳沢 究: 「国産材を活用したモデル住宅『エンガワ暮らし』: 名城大の学生が, 提案から設計までかわり現場で学ぶ」, 建築ジャーナル, 2013年7月号, No.1214, pp.47, 企業組合建築ジャーナル, (2013-7)
- * 柳沢 究: 「街と融け合う寺院: インドの都市から考える 6」, ARCHITECT, 2013年10月号, pp.4-5, 日本建築家協会東海支部, (2013-10)
- * 柳沢 究: 「動物のいる都市空間: インドの都市から考える 5」, ARCHITECT, 2013年8月号, pp.6-7, 日本建築家協会東海支部, (2013-8)
- * 柳沢 究: 「水辺の建築空間ガート: インドの都市から考える 4」, ARCHITECT, 2013年6月号, pp.6-7, 日本建築家協会東海支部, (2013-6)
- * 柳沢 究: 「伝統的な中庭式住居での生活: インドの都市から考える 3」, ARCHITECT, 2013年4月号, pp.4-5, 日本建築家協会東海支部, (2013-4)
- * 柳沢 究: 「ヒンドゥー教における住まいの象徴性: インドの都市から考える 2」, ARCHITECT, 2013年2月号, pp.6-7, 日本建築家協会東海支部, (2013-2)
- * 柳沢 究: 「循環と圍繞の都市構造: インドの都市から考える 1」, ARCHITECT, 2012年12月号, pp.6-7,

日本建築家協会東海支部, (2012-12)

- * 柳沢 究, 魚谷繁礼, 池井健: 「京都相対領域 6: 裏」, 京都だより, 2013年5月号, No.442, pp.6-9, 京都府建築士会, (2013-5)
- * 柳沢 究, 魚谷繁礼, 池井健: 「京都相対領域 5: 辻」, 京都だより, 2013年3月号, No.440, pp.6-9, 京都府建築士会, (2013-3)
- * 柳沢 究, 魚谷繁礼, 池井健: 「京都相対領域 4: 建売住宅」, 京都だより, 2013年1月号, No.438, pp.6-9, 京都府建築士会, (2013-1)
- * 柳沢 究, 魚谷繁礼, 池井健: 「京都相対領域 3: 集合住宅」, 京都だより, 2012年11月号, No.436, pp.6-9, 京都府建築士会, (2012-11)

吉永 美香

【学術論文】

- * T.Koyama, M.Yoshinaga, H.Hayashi, K.Maeda, A.Yamauchi: "Identification of key plant traits contributing to the cooling effects of green facades using freestanding walls", Building and Environment, Vol.66, pp.96-103, (2013-08)

【その他】

- * 小寺 智哉, 石見 康洋, 吉永 美香: 「環境配慮型集合住宅『エコビレッジ志段味』の環境性能評価 その1.居住者を対象としたアンケートの実施と分析」, 空気調和・衛生工学会中部支部学術研究発表会論文集第14号, pp.75-78, (2013-03)
- * 石見 康洋, 小寺 智哉, 吉永 美香: 「環境配慮型集合住宅『エコビレッジ志段味』の環境性能評価 その2.TRNSYS17を用いた熱負荷低減効果の検討」, 空気調和・衛生工学会中部支部学術研究発表会論文集第14号, pp.79-82, (2013-03)
- * 小島 功, 吉永 美香: 「外部日射遮蔽の日射遮蔽効果の検討 その1.予備実験及びよしずの日射遮蔽係数の測定」, 空気調和・衛生工学会中部支部学術研究発表会論文集第14号, pp.151-154, (2013-03)
- * 小島 功, 吉永 美香: 「オーニングの素材と色による日射遮蔽効果の検討 - JIS A1422に基づくSC値の屋外試験方法に関する考察」, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.145-146, (2013-08)
- * 吉永 美香, 須田 礼二, 宇田川 光弘, 坊垣 和明, 奥宮 正哉: 「太陽熱利用の環境価値化に向けた研究 その6 夏期と秋期における修正 M1 モード 3 人負荷での TRNSYS シミュレーションによる実証」, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.1323-1324, (2013-08)
- * 須田 礼二, 宇田川 光弘, 吉永 美香, 坊垣 和明, 奥

- 宮 正哉：「太陽熱利用の環境価値化に向けた研究 その7 夏期と秋期における修正M1モード3人負荷でのEESLISMシミュレーションによる実証」, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.1325-1326, (2013-08)
- * 吉永 美香, 須田 礼二, 奥宮 正哉, 坊垣 和明, 宇田川 光弘：「住宅用太陽熱利用給湯システムにおける太陽熱利用の環境価値化手法に関する研究 その5 夏期・秋期における修正M1モード3人負荷でのTRNSYSによる精度検証」, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp.157-160, (2013-9)
- * 須田 礼二, 吉永 美香, 坊垣 和明, 奥宮 正哉, 宇田川 光弘：「住宅用太陽熱利用給湯システムにおける太陽熱利用の環境価値化手法に関する研究 その6 夏期・秋期における修正M1モード3人負荷でのEESLISMシミュレーションによる精度検証」, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp.161-164, (2013-9)
- * 吉永 美香：「食品産業における低温熱需要への太陽熱エネルギーの導入可能性 その2 鶏卵製造業における検討事例」, 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. ** - ** (印刷中), (2013-11)
- * 小島 功, 吉永 美香：「シミュレーションによるオーニングの冷房負荷削減効果の検討」, 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. ** - ** (印刷中), (2013-11)
- * 筒井 伸夫, 澤村 茂貴, 増元 香菜美, 吉永 美香, 奥宮 正哉, 城出 浩作：「太陽熱利用システムの性能評価技術の開発に関する研究 第3報 人工太陽照射装置を用いた高温環境下における集熱性能試験結果」, 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. ** - ** (印刷中), (2013-11)

教養教育

景山 伯春

【学術論文】

K.Tripathi, N.Sharma, H.Kageyama, T.Takabe, and A.Rai :
“Physiological, biochemical and molecular responses of
the halophilic cyanobacterium *Aphanothece halophytica*
to Pi-deficiency”, *European Journal of Phycology*, Vol.
48, No.4, pp.461-473, (2013-12)

【その他】

景山 伯春, B.Boonburapong, S.Laloknam, 近藤 史哉, 高
倍 昭洋:「耐塩性ラン藻のグルタミン酸トランス
ポーターの塩ストレス応答」, 第54回日本植物生理
学会年会, (2013-8)

景山 伯春:「遺伝子工学を利用した食環境改善に寄与
する有用バクテリアの創製」, 日比科学振興財団研
究報告書, pp.53-58, (2013-8)

H.Kageyama : “Metabolic Engineering for Alkane Synthesis
in Cyanobacterium”, *Mini-Symposium on Algae Bio-
Fuel (TISTR & Meijo University)*, (2013-9)

H.Kageyama : “Role of Alkaline Phosphatase PhoD in
Aphanothece halophytica”, *Mini-Synposium : Abiotic
Stress Tolerance in Cyanobacteria and Higher Plants*,
(2013-9)

加藤 幸久

【著書】

加藤 幸久:「科学的に理解して正しく実践するシリー
ズ1 脂肪のつき方&おとし方」, 健康予防社, (2013-
4)

加藤 幸久:「科学的に理解して正しく実践するシリー
ズ1 肩こりの治し方」, 健康予防社, (2013-10)

神藤 定生

【原著論文】

M.Levy-Assaraf, M.Voronov-Goldman, I.Grinberg,
G.Weiserman, L.Shimon, S.Jindou, I.Borovok, B.White,
E.Bayer, R.Lamed and F.Frolow : “Crystal structure of
an uncommon cellulosome-related protein module from
Ruminococcus flavefaciens that resembles papain-like
cysteine peptidases”, *PLoS One*, (2):e56138, (2013-8)

【その他】

<学会発表>

神藤定生, 伊藤ユキ, 水戸葉摘, 富田英誠, 細田
晃文, 田村廣人(名城大理工, 名城大農):「酵素

複合体を導入したシアノバクテリアによるエチ
レン生産」, *Construction and analysis of recombinant
cyanobacterium expressing a chimeric enzyme complex
for ethylene production*, 日本生物工学会 2013 年度大
会(広島), (2013-9)

中村 栄造

【その他】

中村 栄造: 翻訳「新しいアダムとイヴ」(1843), 作ナ
サニエル・ホーソーン, 『名城大学人文紀要』(49 巻 2
号), pp.1-9, (2013-12)

中山 章宏

【学術論文】

S.Tadaki, M.Kikuchi, M.Fukui, A.Nakayama, K.Nishinari,
A.Shibata, Y.Sugiyama, T.Yoshida and S.Yukawa : “Phase
transition in traffic jam experiment on a circuit”, *New
Journal of Physics*, Vol.15, 103034--1-20, (2013)

宮北 恵子

【その他】

宮北 恵子: P . B . シェリーと政治パンフレット
「シャーロット王女の死について国民に寄せる - 解
題・翻訳・注釈」, 『名城大学人文紀要』(49 巻 2 号),
pp.11-27, (2013-12)

名城大学理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)
(平成25年 5月16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. 理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 理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、学術広報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 学術広報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理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 理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、所属学科を経て学術広報委員会に提出する。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. 学術広報委員会は、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. 学術広報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。掲載することが不相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、学術広報委員会が定める。

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

2013年1月1日より2013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、2012年に公開された論文で、発刊が遅れて第53号に掲載できなかったものに関しては本年分に入れてください。

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，（2013-3）

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，（2013-6）

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，（2013-8）

（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，（2013-4）

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学術広報委員会にお問合せください。

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

2013年11月22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にしてください。

平成 25 年度学術広報委員会名簿

数 学 科	前 野 俊 昭
情 報 工 学 科	津 川 定 之
委員長 電 気 電 子 工 学 科	都 竹 愛 一 郎
材 料 機 能 工 学 科	安 藤 義 則
応 用 化 学 科	安 藤 義 則
機 械 工 学 科	江 上 登
交 通 機 械 工 学 科	村 瀬 勝 彦
メカトロニクス工学科	市 川 明 彦
社会基盤デザイン工学科	藤 田 晃 弘
環 境 創 造 学 科	牧 野 内 猛
建 築 学 科	立 川 剛
教 養 教 育	宮 北 恵 子
事 務 担 当	日 高 輝 雄
	大 塚 素 子
	伊 藤 領 祐

名城大学 理工学部 研究報告第 54 号 (通巻)

平成 26 年 3 月 31 日 制 作

平成 26 年 3 月 31 日 発 行

編 集 兼 発 行 者 名 城 大 学 理 工 学 部

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://www.meijo-u.ac.jp/academics/sci_tech/report.html
に掲載してありますので、ご利用下さい。