2018 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 58 号

平成 30 年

Asymptotic properties of first passage times for discrete stochastic integrals

Shunsuke Kaji(Meijo University)

Using the Tauberian theorem. we get an asymptotic behavior of a tail distri-bution of a first crossing time for a discrete stochastic integral arising a gambling strategy. For the case of a gambling with constant bet sizes, the average time achieving the aim of getting a unit net profit is infinite. In this note we provide the interesting gambling strategy with increasing bet sizes and obtaining finite expectation of the arrival time.

2 面体拡大における Artin L- 関数の特殊値について

許斐 豊（数学科）

リーマンのゼータ関数には，素数の情報が豊富に含まれており，整数論において非常に重要な研究対象である．そして，イデアル類群と呼ばれる群は，フェルマーの大定理と関係しており，こちらも整数論において非常に重要な研究対象である．驚くべきことに，この二つの間には，ゼータ関数の値を通して密接な関係がある．本稿では，この関係式を一般化し，2 面体拡大におけるアルティンの L- 関数の 0 での値も，イデアル類群の位数と結びつくことを述べる．さらに，この関数の負の整数点における値が，エタール・コホモロジーと呼ばれるものの位数と結びつくことについても述べる．

Brauer groups of some diagonal surfaces

Tetsuya UEMATSU(Dept. of Mathematics)

The Brauer group of a variety is an important invariant in the study of its algebraic and arithmetic property.

In this paper, we review our study on the Brauer groups of some diagonal surfaces. In particular, we are concerned with their group structures and their explicit generators. As application, we give some computation of the Chow group of zero cycles on diagonal cubic surfaces.

移民付き Galton-Watson 分枝過程の漸近挙動について

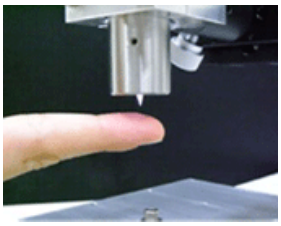
内村佳典（数学科）

分枝過程にはいくつかの種類があるが，Galton-Watson（G-W）分枝過程に移民成分を付加したモデルを扱う．この確率過程は，家系の存続に限らず，生物個体数の変動など，粒子が時間の経過に伴って分裂・消滅を繰り返す現象に適用できる．本稿では，この確率過程について，これまでに得られた推移確率行列に関する結果と極限分布に関する結果について説明する．

AC 励起大気圧アルゴンプラズマの分光学的解析

竹田圭吾（電気電子工学科）

筆者の研究室では，プラズマやレーザー光を用いた新規ナノ材料合成および加工技術の更なる高度化を目指すとともに，合成した新規ナノ材料の電子デバイスへの応用に関する研究を行っている．本稿では，近年，材料表面改質や医療・バイオ技術など広く応用がなされている大気圧プラズマにおいて，そのプラズマ処理反応を支配する反応活性種の定量計測などを行った研究事例を紹介する．

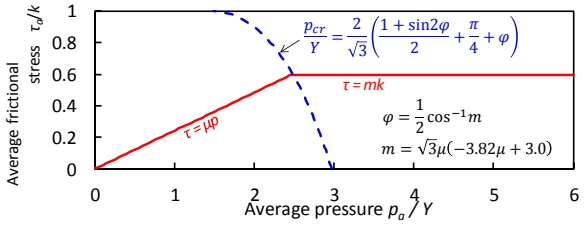


25

塑性加工における面圧依存型摩擦法則の構築

吉川泰晴（機械工学科）

塑性加工の工程開発などで用いられる有限要素解析では，摩擦モデルが課題の一つとなっている．塑性加工中の摩擦挙動を明らかにするため，開発した摩擦試験機により実験的に調査した．本稿では提案した新しい摩擦法則について紹介する．



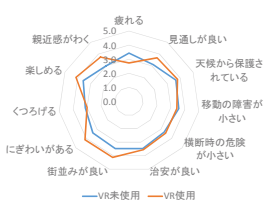
30

VR ツールを用いた歩行ルート評価に関する基礎的分析

中村一樹（社会基盤デザイン工学科）

近年開発が進む VR 技術は，体感型の評価ツールとして，多様なルート環境をニーズに合わせて情報提供し，動学的な環境変化をより柔軟に評価することを可能としている．そこで本研究では，VR ツールを用いた歩行ルート評価の基礎的分析を行い，その知覚と行動意欲の評価の特性を整理した．



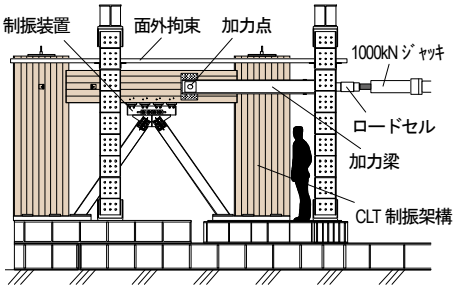


37

セルフセンタリング型 CLT 壁柱を有する木質制振架構の力学的挙動に関する実験研究

松田和浩（建築学科）ほか

地球環境負荷の小さい木材の利用拡大にむけ，CLT による木質高層建物の実現･普及を目指している．そこで，耐震性に優れた CLT 制振架構を開発し，静的強制変形実験（下図）を行うことで，その力学的挙動を把握した．



43

直接シミュレーションモンテカルロ法 DSMC への最近の取組み

宇佐美勝(機械工学科)

筆者の研究室では，気体の様々な流れを分子シミュレーション DSMC 法により解析してきた．本稿では，最近の成果である，改良型分子間衝突法，マルチコア CPU パソコンによる並列計算，噴流境界の渦運動による不足膨張噴流の減衰，平均自由行程の DSMC 解析を紹介する．

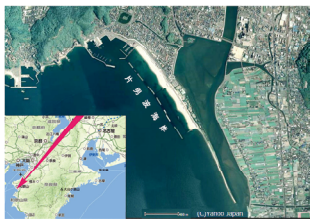
48

海岸の保全と環境の創造に関わる研究

伊藤政博(環境創造学科)

これまで行ってきた研究の中で，かなりの年月，労力，および研究経費を費やし，得られた結果が社会の発展に貢献できたと考えられる 3 つの研究に絞って紹介した．

最初の研究は，波の作用による砂浜の変形を模型実験で正確に再現するために必要な相似法則を見出す研究，第 2 は，消波ブロックの機能向上に関する高比重消波ブロックの研究，第 3 の研究では，津波浸水に耐えられる樹木の樹径（樹齢）を津波浸水深との関係を明らかにした．

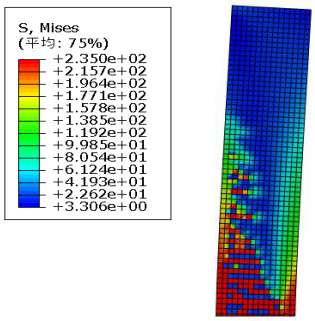


56

異なる腐食状態を想定した 鋼板巻き立て鉄筋コンクリート橋脚の 終局耐力に関する解析的検討

葛漢彬(社会基盤デザイン工学科)ほか

高速道路の橋脚において鋼板巻き立て工法が実施されてきた．施工後 20 年以上経過した現在，橋脚の鋼板補強部において腐食損傷箇所が多数確認されている．これらの腐食損傷が耐震性能に与える影響を明らかにし，補修・追加補強策の提案が必要である．本研究では，腐食を想定した鋼板巻き立てコンクリート橋脚の終局耐力を解析的に検討した．



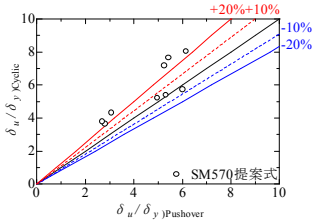
鋼板のMises応力コンタープロット図

64

SM570 鋼を適用した 鋼製補剛箱形断面橋脚の耐震性能照査

鈴木元哉（社会基盤デザイン工学専攻）ほか

本研究では，高強度鋼材 SM570 を適用した鋼製橋脚に対し，ひずみ照査法に基づく簡易耐震性能照査を行っている．標準示方書で示された普通鋼を対象とした終局ひずみ推定式と，既往の研究で提案されている SM570 鋼を対象とした終局ひずみ推定式をそれぞれ用いて耐震照査を行い，後者の妥当性を示した．



終局ひずみ推定式（SM570 鋼対象）による耐震照査

72

異なる供試体作製条件が砂質土の力学挙動に及ぼす影響

御手洗翔太（社会基盤デザイン工学専攻）ほか

河川堤防などの浸透条件化の地盤では，水の浸透と共に細粒分が流出すると考えられる．また，そのような土構造物は締固め時の含水比の条件により，形成される骨格構造が大きく変わると考えられる．本稿では，実堤防土を模擬した砂質土を用い細粒分の減少率，間隙比，相対密度，供試体作製時の初期含水比などが非排水せん断挙動に及ぼす影響について検討した．



78

大型三軸試験機を用いた礫質土の力学特性の評価及び試験方法の検討

梅村逸遊（社会基盤デザイン工学専攻）ほか

本研究は，実河川堤防から採取してきた礫質堤防土を対象に大型三軸試験機を用いて，破壊メカニズムの違う堤体部分と基礎地盤部分のぞれぞれの評価方法を提案するものである。また，礫質土の力学特性の評価において供試体密度が試験結果に及ぼす影響についての考察も行った．

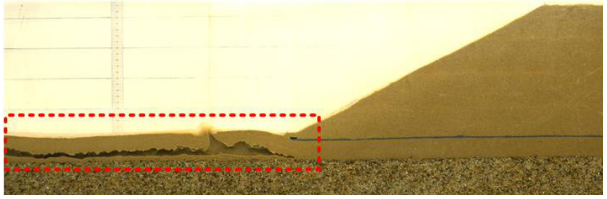


84

複層構造基礎地盤における上層基礎地盤が浸透破壊に及ぼす影響

森智彦（社会基盤デザイン工学専攻）ほか

本研究では高い透水性の基礎地盤に起因する破堤や堤防変状の被災メカニズムを正確に把握することを目的として，透水性が異なる 2 層の基礎地盤を有する堤防の模型実験を行い，基礎地盤からの漏水と堤体崩壊に関する検討の中でも，基礎地盤の地層構成や上層基礎地盤の透水性の影響に関して検討を行った．



90

吸水軟化試験による堤防土の評価と供試体作製方法の影響

田中貴之（社会基盤デザイン工学専攻）ほか

筆者の研究室では，河川堤防の被災事例を基に，新たに試験法の提案を行っている．試験法の提案として，被災した河川堤防の不攪乱試料，または作製法の異なる試料を用いて試験を行い，試験法の評価方法を検討する．



96

信号情報に反応するドライバーの割合が単一交差点通過に与える影響の分析

西尾和也(社会基盤デザイン工学専攻)ほか

本稿では，信号情報を取得したドライバーを反応の有無に分け，反応するドライバーの割合が単一交差点通過に与える影響を分析した．その結果，反応するドライバーが増えるにつれ，赤信号での停止時間や停止車両率が減ることが分かった．しかし，2回以上停止する車両が増えることもわかり，交通流全体への影響として，停止車両の合計停止時間は減少するが，全車両の平均旅行時間は変化しないことがわかった．

ドライビングシミュレータを用いた追従車両への推奨走行情報の提供による危険性の検討と CO_2 排出量の削減効果分析

石黒祥梧(社会基盤デザイン工学専攻)

本稿では，信号交差点に接近する複数の車両が，前方の信号交差点を円滑に走行するための情報をリアルタイムで提供するシステムを考案する．ドライビングシミュレータを用いた運転実験の結果，前車に対して情報提供を行うだけでなく，追従車両に対しても情報提供を行うことで，衝突の危険性が低減することが明らかとなった．加えて，追従車両からの CO_2 排出量は，追従車両への情報提供に加え，前方車両にも情報提供を行うことで削減効果が大きくなることがわかった．

植物繊維製バイオフィルターによるアンモニアガス分解処理方法の検討

リー･ホアンイエン(環境創造学専攻)ほか

ベトナムでは天然ゴム製造過程での高濃度アンモニア排気ガスによる環境汚染が社会問題化しており，安価なアンモニア排ガス処理システムの開発が求められている．筆者らはベトナム国内で容易に入手できるココナツの皮とコーヒーの残渣を利用したアンモニアガスの分解処理方法について検討した．土壌から採取したアンモニア分解微生物(Arthrobacter)をコーヒー残渣粒中に封印し，通気しやすいようにこの粒とココナツ皮と小木片で構成した分解装置を作成した．この装置により600ppmまでのアンモニアガスならばベトナム国内の排出基準(72ppm)以下まで低減処理できることを確認した．

目　　次

招待論文

Asymptotic properties of first passage times for discrete stochastic integrals
……数学科　鍛冶俊輔 …… 1

2 面体拡大における Artin L- 関数の特殊値について
……数学科　許斐　豊 …… 7

Brauer groups of some diagonal surfaces
……数学科　植松哲也 …… 13

移民付き Galton-Watson 分枝過程の漸近挙動について
……数学科　内村佳典 …… 20

AC 励起大気圧アルゴンプラズマの分光学的解析
……電気電子工学科　竹田圭吾 …… 25

塑性加工における面圧依存型摩擦法則の構築
……機械工学科　吉川泰晴 …… 30

VR ツールを用いた歩行ルート評価に関する基礎的分析
……社会基盤デザイン工学科　中村一樹 …… 37

セルフセンタリング型 CLT 壁柱を有する木質制振架構の力学的挙動に関する実験研究
……建築学科　松田和浩
大成建設株式会社　角田裕介 …… 43
東京工業大学 環境・社会理工学院建築学系　坂田弘安

直接シミュレーションモンテカルロ法 DSMC への最近の取組み
……機械工学科　宇佐美勝 …… 48

海岸の保全と環境の創造に関わる研究
……環境創造学科　伊藤政博 …… 56

論　　文

異なる腐食状態を想定した鋼板巻き立て鉄筋コンクリート橋脚の終局耐力に関する解析的検討
……社会基盤デザイン工学科　葛　漢彬
社会基盤デザイン工学科　早川伯彦 …… 64

SM570 鋼を適用した鋼製補剛箱形断面橋脚の耐震性能照査
……大学院理工学研究科　鈴木元哉
社会基盤デザイン工学科　葛　漢彬 …… 72

異なる供試体作製条件が砂質土の力学挙動に及ぼす影響
……名城大学大学院理工学研究科　御手洗翔太
社会基盤デザイン工学科　小高猛司 …… 78

大型三軸試験機を用いた礫質土の力学特性の評価及び試験方法の検討
……名城大学大学院理工学研究科社会基盤デザイン工学専攻　梅村逸遊
社会基盤デザイン工学科　小高猛司 …… 84

複層構造基礎地盤における上層基礎地盤が浸透破壊に及ぼす影響
……名城大学大学院理工学研究科社会基盤デザイン工学専攻　森　智彦
名城大学理工学部社会基盤デザイン工学科　小高猛司 …… 90

吸水軟化試験による堤防土の評価と供試体作製方法の影響
……名城大学大学院理工学研究科社会基盤デザイン工学専攻　田中貴之
名城大学理工学部社会基盤デザイン工学科　小高猛司 …… 96

信号情報に反応するドライバーの割合が単一交差点通過に与える影響の分析
……社会基盤デザイン工学専攻　西尾和也
社会基盤デザイン工学科　松本幸正 …… 102

ドライビングシミュレータを用いた追従車両への推奨走行情報の提供による危険性の検討と CO_2 排出量の削減効果分析
……社会基盤デザイン工学専攻　石黒祥梧
社会基盤デザイン工学科　松本幸正 …… 108

植物繊維製バイオフィルターによるアンモニアガス分解処理方法の検討
……名城大学大学院理工学研究科修士課程環境創造学専攻　リーホアンイエン
環境創造学科　酒巻史郎 … 116

資　料

名城大学理工談話会開催記録　－平成 29 年度－　学術広報委員会 …… 122
平成 29 年度研究費補助金交付者一覧表 …… 124
平成 29 年度受託研究一覧 …… 130
平成 29 年度共同研究一覧 …… 131
平成 29 年度奨学寄付金一覧 …… 133

平成 29 年発表論文題目（※ 印　環境関連論文題目を示す） …… 134

名城大学理工学部研究報告投稿内規…… 215

投稿内規細則…… 216

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…… 217

CONTENTS

Invited Papers

Asymptotic properties of first passage times for discrete stochastic integrals
Department of Mathematics
Shunsuke Kaji ····· 1

2 面体拡大における Artin L- 関数の特殊値について
Department of Mathematics
許斐　豊 ····· 7

Brauer groups of some diagonal surfaces
Department of Mathematics
Tetsuya UEMATSU ····· 13

Asymptotic behavior of the Galton-Watson branching process with immigration
Department of Mathematics
Yoshinori UCHIMURA ····· 20

Spectroscopic analysis of AC excited atmospheric pressure argon plasma
Department of Electrical and Electronic Engineering
Keigo TAKEDA ····· 25

Development of Friction Law with Contact Pressure Dependence for Plate Forging
Department of Mechanical Engineering
Yasuharu YOSHIKAWA ····· 30

Experimental Walking Route Evaluation Using Virtual Reality Tools
Department of Civil Engineering
Kazuki NAKAMURA ····· 37

Experimental Study on Mechanical Behavior of Passively Controlled Timber Structure with Self-centering-type CLT Wall Columns
Department of Architecture
Kazuhiro MATSUDA
Taisei Corporation
Yusuke KAKUDA
Department of Architecture and Bldg. Eng., Tokyo Institute of Technology
Hiroyasu SAKATA ····· 43

My Recent Efforts for the Direct Simulation Monte Carlo (DSMC) Method
Department of Mechanical Engineering
Masaru USAMI ····· 48

Research on Coastal Preservation Environments
Department of Environmental Science and Technology
..... Masahiro ITO 56

Papers

Numerical Study on Ultimate Strength of Reinforced Concrete Piers Wrapped with Steel Plates by Assuming Different Corrosion States
Department of Civil Engineering
..... Hanbin GE
..... Norihiko Hayakawa 64

Seismic Performance Verification for Steel Bridge Piers Made of SM570 Material
Graduate School of Science andTechnology
..... Motoya Suzuki
Department of Civil Engineering
..... Hanbin GE 72

Influence of different sample preparation conditions on mechanical behavior of sandy soil
Graduate School of Science and Engineering,MeijoUniversity
..... Shota MITARAI
Department of Civil Engineering
..... Takeshi KODAKA 78

Evaluation of mechanical properties and examination method of gravelly soil using large size triaxial testing machine
Graduate School of Science andTechnology,Department of Civil Engineering ,MeijoUniversity
..... Itsuyu UMEMURA
Department ofCivil Engineering
..... Takeshi KODAKA 84

The influence of upper layer foundation on seepage failure in multi-layered foundations
Graduate School of Science andTechnology,Department ofCivil Engineering
..... Tomohiko MORI
Department of Civil Engineering
..... Takeshi KODAKA 90

Evaluation of embankment soil by water supply softening test and influence of sample preparation method
Graduate School of science andTechnology
..... Takayuki TANAKA
Department of Civil Engineering,, MeijoUniversity
..... Takeshi KODAKA 96

Influence of Drivers Reacting to Signal Information on Traffic Flow through Signalized Intersection
Master Course of Civil Engineering
..... Kazuya NISHIO
Department of Civil Engineering
..... Yukimasa MATSUMOTO 102

EFFECTIVENESS OF INFORMATION PROVISION TO FOLLOWING VEHICLES ON RISK OF TRAFFIC COLLISIONS AND REDUCTION OF CO_2 EMISSIONS

Master Course of Civil Engineering
Shogo ISHIGURO
Department of Civil Engineering
Yukimasa MATSUMOTO 108

Ammonia gas treatment method using biofilter made of cellulose fiber

Master Course of Environmental Science and Technology
Hoang Yen LY
Department of Environmental Science and Technology
Fumio SAKAMAKI 116

Materials

Records of Faculty Seminar (RIKO-DANWA-KAI) ——— 2017 Academic Year ———
A Committee for Academic Publicity 122

List of Grant-in-Aid for Scientific Research ——— 2017 Academic Year ——— 124

List of Contract Researches ——— 2017 Academic Year ——— 130

List of Cooperatative Researches ——— 2017 Academic Year ——— 131

List of Subscriptions for Encouragement of Reseach ——— 2017 Academic Year ——— 133

List of Publications in 2017 (※indicates the Title of the Environmentally-related Thesis) 134

Internal Rule for Contribution to Research Reports of the Faculty of Science and Technology, Meijo University 215

Detailed Regulation of Internal Rule for Contribution 216

Guide Line for Preparation of Manuscript of List of Publications in Research Reports of the Faculty of Science and Technology, Meijo University 217

招 待 論 文

Asymptotic properties of first passage times for discrete stochastic integrals

Shunsuke Kaji[1)]

Abstract

Using the Tauberian theorem, we get an asymptotic behavior of a tail distribution of a first crossing time for a discrete stochastic integral arising a gambling strategy. For the case of a gambling with constant bet sizes, the average time achieving the aim of getting a unit net profit is infinite. In this note we provide the interesting gambling strategy with increasing bet sizes and obtaining finite expectation of the arrival time.

1 Introduction

For i.i.d. random variables X_k, $k \geq 1$ and a predictable process $\{Y_k\}_{k\geq 1}$ we consider discrete stochastic integrals

$$M_n = \sum_{k=1}^{n} Y_k X_k, n = 1, 2, ...; M_0 = 0$$

and a first passage time for a level $b > 0$

$$\tau_b = \inf\{n \geq 1 | M_n \geq b\}.$$

The well known fact with respect to a random walk is that $E\sqrt{\tau_b} = \infty$ as $Y_k = const.$, but for the cases

$$Ak^{\beta} \geq Y_k \geq 0,\ k \geq 1; \tag{1}$$

$$P\{|\sum_{k=1}^{n} Y_k^2 - mn^{2\beta+1}| > \varepsilon n^{2\beta+1}\} = O(n^{-\beta-1/2}) \quad as\ n \to \infty \tag{2}$$

for any $\varepsilon > 0$, where A, β, $m > 0$, Novikov and Kaji[8] obtain the interesting estimate

$$P\{\tau_b > n\} = O(n^{-\beta-1/2})\ as\ n \to \infty, \tag{3}$$

which contrary to the case of the random walk. This motivation is to study some gambling system consisting of τ_b and M_n with the Bernoulli distributed (games) X_k, $k \geq 1$ and the Oscar strategy

$$Y_1 = 1; Y_k = \min(Y_{k-1} + I\{X_{k-1} > 0\}, b - M_{k-1}), k \geq 2,$$

where $I\{\cdot\}$ is an indicator function. Mathematical consideration (Markov chain $\{M_n, Y_n\}$ is recurrent or transient ?) for the Oscar gambling can be described in Ethier[3],[4],[5].

Several results concerning an asymptic behavior $P(\tau_b > n)$ have been already obtained for the Oscar gambling(see Borovkov[1],[2], and Novikov[7]). It is first shown in Borovkov[1],[2] that

$$P\{\tau_b > n\} = O(n^{-3/2} \log n),\ n \to \infty,$$

and furthermore, Novikov[7] provides

$$P\{\tau_b > n\} \asymp n^{-3/2}.$$

Here, the notation $a_n \asymp b_n$ means that there exist positive constants c and C such that $ca_n \leq b_n \leq Ca_n$ for sufficiently large n. Unfortunately, we do not know whether the Oscar strategy satisfies (1) and (2) yet, and so Novikov and Kaji[8] do not always improve the last two results. However, it is shown in Novikov and Kaji[8] that a simple strategy

$$Y_1 = 1; Y_k = Y_{k-1} + I\{X_{k-1} > 0\}, k \geq 2,$$

which is similar to the Oscar strategy, satisfies (1) and (2), and hence (3) is valid.

In this note, we improve Novikov and Kaji[8]. The main goal of our note consists in derivation of asymptotic of a tail distribution for the first passage times τ_b. In particular, under the same assumptions (1) and (2) we derive

$$P(\tau_b > n) \sim Cn^{-\beta-\frac{1}{2}}\ as\ n \to \infty$$

for some positive constant C.

2 Notations and Main results

Let $\{X_k\}_{k\geq 1}$ be a sequence of i.i.d. random variables given on a probability space $(\Omega, \mathcal{F}, P)$ equipped

1) 数学科

1) Department of Mathematics

with the filtration $\{\mathcal{F}_n\}_{n\geq 1}$, where $\mathcal{F}_0=\{\emptyset,\Omega\}$; $\mathcal{F}_n=\sigma\{X_k, k\leq n\}, n\geq 1$. Then, we assume

$$E[X_k]=0,\ X_k\leq U(>0) \quad with\ p=P(X_k=U)>0; \tag{4}$$

$$E[X_k^2]=\sigma^2<\infty, {}^1E(X_k^-)^3<\infty, \tag{5}$$

where $0<U,\sigma^2<\infty$. Set

$$M_n=\sum_{k=1}^n Y_kX_k, n=1,2,...; M_0=0,$$

and for level $b>0$

$$\tau_b=\begin{cases}\inf\{n\geq 1|M_n\geq b\} & if \quad \{\}\neq\emptyset;\\ \infty & if \quad \{\}=\emptyset,\end{cases}$$

where $\{Y_k\}_{k\geq 1}$ is a predictable process i.e. Y_k is $\mathcal{F}_{k-1}$-measurable. Further we always assume that for some $A,\ \beta>0$

$$Ak^\beta\geq Y_k\geq 0,\ k\geq 1. \tag{6}$$

Then, we obtain the following theorem.

Theorem 1. *Let conditions* (6), (4), *and* (5).

(i). *If there exist a positive constant* C_0 *such that*

$$\limsup_{n\to\infty} P\{\sum_{k=1}^n Y_k^2<C_0n^{2\beta+1}\}n^{\beta+1/2}<\infty, \tag{7}$$

then

$$P\{\tau_b>n\}\asymp n^{-(\beta+1/2)}.$$

(ii). *If*

$$P\{|\sum_{k=1}^n Y_k^2-mn^{2\beta+1}|>\varepsilon n^{2\beta+1}\}=O(n^{-\beta-1/2}) \quad as\ n\to\infty, \tag{8}$$

then

$$\lim_{n\to\infty} P\{\tau_b>n\}n^{\beta+1/2}=\sqrt{\frac{2}{\pi m\,\sigma^2}}E[M_{\tau_b}]<\infty.$$

2.1 Proofs

Set for $\lambda>0$

$$Ee^{\lambda X_k}=e^{\psi(\lambda)}. \tag{9}$$

Note that $Ee^{\lambda X_k}\geq pe^{\lambda U}$. Due to (4) the function $\psi(\lambda)$ defined in (9) is a finite convex (concave up), strictly increasing, positive function (see e.g. Feller[6]) such that $\psi(\lambda)\geq(\lambda U+\log(p))$ and

$$\psi(0)=0,\psi'(0)=E[X_k]=0,$$

$$0\leq\psi(\lambda)\leq\lambda U, 0\leq\psi'(\lambda)\leq U.$$

Consider the exponential martingale(stochastic exponential)

$$\mathcal{Z}_n(\lambda)=e^{\lambda M_n-\Psi_n(\lambda)}, \mathcal{Z}_0(\lambda)=1, \tag{10}$$

where

$$\Psi_n(\lambda)=\sum_{k=1}^n\psi(\lambda Y_k). \tag{11}$$

Lemma 1. *Let* $\{X_k\}_{k\geq 1}$ *satisfy* (4) *and let* $Y_k\geq 0, k\geq 1$. *Then, for any* $\lambda\geq 0, n\geq 1$

$$\mathcal{Z}_{n\wedge\tau_b}(\lambda)\leq e^{\lambda b}/p,\ E[\mathcal{Z}_{n\wedge\tau_b}(\lambda)]=1.$$

Proof. Since $M_{n\wedge\tau_b}\leq b+Y_{n\wedge\tau_b}X^+_{n\wedge\tau_b}$ and $0\leq\lambda U-\psi(\lambda)\leq\log(1/p)$, it implies that for any $\lambda>0$, $n\geq 1$

$$\begin{aligned}\mathcal{Z}_{n\wedge\tau_b}(\lambda) &\leq e^{\lambda b+(\lambda Y_{n\wedge\tau_b}X^+_{n\wedge\tau_b}-\psi(\lambda Y_{n\wedge\tau_b}))}\\ &\leq e^{\lambda b+(\lambda Y_{n\wedge\tau_b}U-\psi(\lambda Y_{n\wedge\tau_b}))}\leq e^{\lambda b}/p,\end{aligned}$$

where in the first line of the last inequality we note $Y_k\geq 0,\ k\geq 1$. Therefore, $E[\mathcal{Z}_{n\wedge\tau_b}(\lambda)]=1,\ n\geq 1$.

Lemma 2. *Let* $\{X_k\}_{k\geq 1}$ *satisfy* (4) *and* (5) *and let* $\{Y_k\}_{k\geq 1}$ *satisfy* (6). *Then, for any* $\lambda\geq 0, n\geq 1$

$$\frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_n(1-C_1\lambda n^\beta)^+\leq\Psi_n(\lambda)\leq\frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_n(1+C_1\lambda n^\beta).$$

Proof. The first three derivatives of $\psi(\lambda)$ defined in (9) are

$$\begin{aligned}\psi'(\lambda) &= E[X_ke^{\lambda X_k-\psi(\lambda)}],\\ \psi''(\lambda) &= E[X_k^2e^{\lambda X_k-\psi(\lambda)}]-(\psi'(\lambda))^2,\end{aligned}$$

and

$$\psi'''(\lambda)=E[X_k^3e^{\lambda X_k-\psi(\lambda)}]-3\psi''(\lambda)\psi'(\lambda)-(\psi'(\lambda))^3. \tag{12}$$

Conditions (4) and (5) imply

$$\psi(0)=\psi'(0)=0,\ \psi''(0)=\sigma^2. \tag{13}$$

Moreover, it is easy to check that for any $\lambda\geq 0$ we have $0\leq\psi(\lambda)\leq\lambda U$, $0\leq\psi'(\lambda)\leq U$, and

$$0\leq\psi''(\lambda)\leq E[U^2e^{\lambda X_k-\psi(\lambda)}]+E[(X_k^-)^2e^{\lambda X_k-\psi(\lambda)}]\leq U^2+\sigma^2.$$

[1] $X^+=\max\{0,X\}$ and $X^-=\max\{0,-X\}$

Therefore, the last three inequalities imply

$$3\psi''(\lambda)\psi'(\lambda) + (\psi'(\lambda))^3 \leq 4U^3 + 3\sigma^2 U$$

It follows from the above inequality, (4), and (12) that

$$\begin{aligned} \psi'''(\lambda) &\leq E[X_k^3 e^{\lambda X_k - \psi(\lambda)}] \\ &\leq U^3 E[e^{\lambda X_k - \psi(\lambda)}] = U^3; \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \psi'''(\lambda) &\geq E[X_k^3 e^{\lambda X_k - \psi(\lambda)}] - 4U^3 - 3\sigma^2 U \\ &\geq -E[(X_k^-)^3] - 4U^3 - 3\sigma^2 U \\ &> -\infty. \end{aligned} \quad (15)$$

If we expand $\psi(\lambda)$ in a neighborhood of the origin

$$\begin{aligned} \psi(\lambda) &= \psi(0) + \lambda\psi'(0) + \frac{\lambda^2}{2!}\psi''(0) + \frac{\lambda^3}{3!}R_3 \\ &= \frac{\lambda^2}{2}\sigma^2(1 + \frac{\lambda R_3}{3\sigma^2}), \end{aligned}$$

where $R_3 = \psi'''(\xi)$ for some $0 < \xi < \lambda$ and the second line of the last equality holds by (13), then by using (14) and (15) we can pick the positive constant C such that for any $\lambda \geq 0$

$$\frac{\lambda^2}{2}\sigma^2(1 - \lambda C)^+ \leq \psi(\lambda) \leq \frac{\lambda^2}{2}\sigma^2(1 + \lambda C).$$

Since $\langle M \rangle_n = \sum_{k=1}^{n} Y_k^2 \sigma^2$, the last inequality and condition (6) yield the desired result.

Lemma 3. *Let* $\{X_k\}_{k\geq 1}$ *satisfy* (4), (5) *and let* $\{Y_k\}_{k\geq 1}$ *satisfy* (6) *and* (7). *Then,*

$$E[(\tau_b)^\beta] < \infty \quad (16)$$

and

$$\limsup_{n\to\infty} P\{\tau_b > n\} n^{\beta+1/2} \leq C_2(1 + E[(\tau_b)^\beta]).$$

Proof. For the proof we use the stochastic exponential defined in (10) and condition (7), that is, there is the positive constant C such that

$$P\{A_n\} \leq Cn^{-(\beta+1/2)} \quad (17)$$

for all $n \geq C$, where $A_n = \{\sum_{k=1}^{n} Y_k^2 < C_0 n^{2\beta+1}\}$.

Take $\lambda = n^{-(\beta+1/2)}$ with $n > \max\{(2C_1)^2, C\}$ and fix $t \geq 1$. On the set A_n^c we get in view of Lemma 2

$$\Psi_n(\lambda) \geq \frac{\lambda^2}{2} C_0 \sigma^2 n^{2\beta+1}(1 - C_1\lambda n^\beta)^+ \geq \frac{C_0\sigma^2}{4},$$

and therefore, it follows that

$$\begin{aligned} P\{t \wedge \tau_b > n\} &\leq P\{A_n\} + P\{A_n^c, t \wedge \tau_b > n\} \\ &\leq P\{A_n\} + P\{\Psi_{t\wedge\tau_b}(\lambda) \geq \frac{C_0\sigma^2}{4}\}. \end{aligned}$$

The last inequality and (17) imply that

$$\begin{aligned} P\{t \wedge \tau_b > n\} &\leq Cn^{-(\beta+1/2)} + P\{\Psi_{t\wedge\tau_b}(\lambda) \geq \frac{C_0\sigma^2}{4}\} \\ &= Cn^{-(\beta+1/2)} \\ &\quad + P\{1 - e^{-\Psi_{t\wedge\tau_b}(\lambda)} > 1 - e^{-\frac{C_0\sigma^2}{4}}\}, \end{aligned}$$

and moreover, applying the Chebyshev inequality for the second term of the right hand side of the last result, we have that

$$\begin{aligned} P\{t \wedge \tau_b > n\} &\leq Cn^{-(\beta+1/2)} + \frac{1}{1 - e^{-\frac{C_0\sigma^2}{4}}} \\ &\quad \times E[1 - e^{-\Psi_{t\wedge\tau_b}(\lambda)}]. \end{aligned} \quad (18)$$

To estimate the right hand side of (18), we observe that

$$\begin{aligned} E[1 - e^{-\Psi_{t\wedge\tau_b}(\lambda)}] &= E[\mathcal{Z}_{t\wedge\tau_b}(\lambda) - e^{-\Psi_{t\wedge\tau_b}(\lambda)}] \\ &= E[e^{-\Psi_{t\wedge\tau_b}(\lambda)}(e^{\lambda M_{t\wedge\tau_b}} - 1)] \\ &\leq \lambda E[\mathcal{Z}_{t\wedge\tau_b}(\lambda)(M_{t\wedge\tau_b})^+] \\ &\leq \lambda \cdot \frac{e^{\lambda b}}{p} \cdot E[(M_{t\wedge\tau_b})^+], \end{aligned}$$

where the first and the last lines of the observation hold from Lemma 1 and the validity of the third line of the observation is implied by the inequality $e^x - 1 \leq x^+ e^x$, and so, the observation gives

$$\begin{aligned} E[1 - e^{-\Psi_{t\wedge\tau_b}(\lambda)}] &\leq \lambda \cdot \frac{be^{\lambda b}}{p} + \lambda \cdot \frac{AUe^{\lambda b}}{p} \\ &\quad \times E[(t \wedge \tau_b)^\beta], \end{aligned} \quad (19)$$

since $M_{t\wedge\tau_b} \leq b + AU(t\wedge\tau_b)^\beta$ holds due to (6). Therefore, we can pick the positive constant C not depending on t such that for all $n \geq C$

$$P\{t \wedge \tau_b > n\} \leq Cn^{-(\beta+1/2)}(1 + E[(t \wedge \tau_b)^\beta]) \quad (20)$$

are valid from (18) and (19) and such that for any $s \in (0, \beta + 1/2)$

$$E[(t \wedge \tau_b)^s] \leq C \sum_{n\geq C} n^{s-1} P\{t \wedge \tau_b > n\} + C \quad (21)$$

holds. Multiplying both parts of (20) by n^{s-1} with $0 < s < \beta + 1/2$, then making summation over all $n \geq C$, and using (21), we get the estimate

$$E[(t \wedge \tau_b)^s] \leq C^2 \sum_{n\geq C} n^{s-(\beta+1/2)-1}(1 + E[(t \wedge \tau_b)^\beta]) + C.$$

Applying the Hölder inequality for the right hand side of the above estimate, for some positive constant C not depending on $s \in (0, \beta+1/2)$, $t \geq 1$ we obtain

$$E[(t \wedge \tau_b)^s] \leq C + C(E[(t \wedge \tau_b)^s])]^{\frac{\beta}{s}}.$$

By using the last inequality it is easy to see that the function $t \to E[(t \wedge \tau_b)^\beta]$ is uniformly bounded. Therefore, the uniform boundedness implies (16). Furthermore, passing in (20) to the limit as $t \to \infty$ we get the desired result.

Lemma 4. *Let* $\{X_k\}_{k\geq 1}$ *satisfy* (4), (5) *and let* $\{Y_k\}_{k\geq 1}$ *satisfy* (6) *and* (7). *Then,*

$$\lim_{N\to\infty} P\{\langle M\rangle_{\tau_b} > N\}\sqrt{N} = \sqrt{\frac{2}{\pi}}E[M_{\tau_b}],$$

where $0 < E[M_{\tau_b}] < \infty$.

Proof. First, notice that in this lemma the condition (16) is valid(see Lemma 3). Due to (6) and the definition of τ_b we have

$$b \leq M_{\tau_b} \leq b + AU(\tau_b)^\beta. \tag{22}$$

Hence, from (16), the inequalities (22) imply

$$b \leq E[M_{\tau_b}] \leq b + AUE[(\tau_b)^\beta] < \infty.$$

According to Tauberian theorem, to complete the proof, it is sufficient to show

$$1 - E[e^{-\frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_{\tau_b}}] = \lambda E[M_{\tau_b}] + o(\lambda) \ as \ \lambda \downarrow 0.$$

To do so, observe that for any $\lambda > 0$

$$\begin{aligned}
& \frac{1}{\lambda}\{1 - E[e^{-\frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_{\tau_b}}]\} \\
= \ & \frac{1}{\lambda}\{E[e^{\lambda M_{\tau_b} - \Psi_{\tau_b}(\lambda)}] - E[e^{-\frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_{\tau_b}}]\} \\
= \ & E[e^{-\Psi_{\tau_b}(\lambda)} \cdot \frac{e^{\lambda M_{\tau_b}} - 1}{\lambda}] \\
& \quad + \frac{1}{\lambda}\{E[e^{-\Psi_{\tau_b}(\lambda)}] - E[e^{-\frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_{\tau_b}}]\} \\
\equiv \ & I_1(\lambda) + I_2(\lambda)
\end{aligned}$$

is valid, where the first line of the observation holds from Lemma 1.

Next, we will estimate $I_1(\lambda)$. By using the inequality $|e^x - 1| \leq x^+ e^x$ we get

$$\begin{aligned}
e^{-\Psi_{\tau_b}(\lambda)}|\frac{e^{\lambda M_{\tau_b}} - 1}{\lambda}| &\leq e^{-\Psi_{\tau_b}(\lambda)}(M_{\tau_b})^+ e^{\lambda M_{\tau_b}} \\
&= (M_{\tau_b})^+ \mathcal{Z}_{\tau_b}(\lambda) \qquad (23)
\end{aligned}$$

for any $\lambda > 0$, and moreover, since it follows from (22) and Lemma 1 that the right hand side of (23) is bounded by $(AU(\tau_b)^\beta + b) \cdot \frac{e^{\lambda b}}{p}$, we obtain

$$e^{-\Psi_{\tau_b}(\lambda)}|\frac{e^{\lambda M_{\tau_b}} - 1}{\lambda}| \leq (AU(\tau_b)^\beta + b) \cdot \frac{e^{\lambda b}}{p}, \ \lambda > 0.$$

According to the dominated convergence theorem, the last inequality, whose right hand side is integrable from (16), implies

$$I_1(\lambda) \to E[M_{\tau_b}] \ as \ \lambda \downarrow 0. \tag{24}$$

Finally, we will estimate $I_2(\lambda)$. It follows from Lemma 2 that for any $\lambda > 0$

$$\begin{aligned}
& I_2(\lambda) \\
= \ & \frac{1}{\lambda}E[e^{-\Psi_{\tau_b}(\lambda)}(1 - e^{\Psi_{\tau_b}(\lambda) - \frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_{\tau_b}})] \\
\leq \ & \frac{1}{\lambda}E[e^{-\frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_{\tau_b}(1 - C_1\lambda(\tau_b)^\beta)^+}(1 - e^{-C_1\lambda^3\langle M\rangle_{\tau_b}(\tau_b)^\beta})]
\end{aligned}$$

holds. Moreover, the right hand side of the last inequality is bounded by

$$\frac{1}{\lambda}E[e^{-\frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_{\tau_b}(1 - C_1\lambda(\tau_b)^\beta)^+} \cdot \min\{1, C_1\lambda^3\langle M\rangle_{\tau_b}(\tau_b)^\beta\}]$$

from using the inequality $1 - e^{-x} \leq \min\{1, x\}$, and therefore, for any $\lambda > 0$ we have

$$\begin{aligned}
I_2(\lambda) &\leq \frac{1}{\lambda}P(A_\lambda^c) \\
&\quad + \frac{1}{\lambda}E[e^{-\frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_{\tau_b}(1 - C_1\lambda(\tau_b)^\beta)^+} \cdot C_1\lambda^3\langle M\rangle_{\tau_b}(\tau_b)^\beta; A_\lambda] \\
&\leq 2C_1E[(\tau_b)^\beta; A_\lambda^c] + 4C_1E[\chi_\lambda; A_\lambda],
\end{aligned}$$

where

$$A_\lambda = \{2C_1\lambda(\tau_b)^\beta \leq 1\}$$

and

$$\chi_\lambda = e^{-\frac{\lambda^2}{4}\langle M\rangle_{\tau_b}(1 - 2C_1\lambda(\tau_b)^\beta)}(e^{-\frac{\lambda^2}{4}\langle M\rangle_{\tau_b}}\frac{\lambda^2}{4}\langle M\rangle_{\tau_b})(\tau_b)^\beta.$$

According to the dominated convergence theorem, (16) implies that the right hand side of the last inequality converges to 0 as $\lambda \downarrow 0$, and thus

$$\limsup_{\lambda\downarrow 0} I_2(\lambda) \leq 0. \tag{25}$$

On the other hand, by using the inequality $1 - e^{-x} \leq x$ we have

$$\begin{aligned}
-I_2(\lambda) &= \frac{1}{\lambda}E[e^{-\frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_{\tau_b}}(1 - e^{\frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_{\tau_b} - \Psi_{\tau_b}(\lambda)})] \\
&\leq \frac{1}{\lambda}E[e^{-\frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_{\tau_b}}(\frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_{\tau_b} - \Psi_{\tau_b}(\lambda))].
\end{aligned}$$

In addition, from Lemma 2 the right hand side of the last inequality is bounded by

$$\frac{1}{\lambda}E[e^{-\frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_{\tau_b}}\cdot\frac{C_1}{2}\lambda^3\langle M\rangle_{\tau_b}(\tau_b)^\beta],$$

and therefore,

$$-I_2(\lambda)\le C_1E[e^{-\frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_{\tau_b}}\cdot\frac{\lambda^2}{2}\langle M\rangle_{\tau_b}(\tau_b)^\beta].$$

According to the dominated convergence theorem, (16) implies that the right hand side of the last inequality converges to 0 as $\lambda\downarrow 0$, and thus

$$\liminf_{\lambda\downarrow 0} I_2(\lambda)\ge 0.$$

Hence, the last inequality, (24), (25), and the observation provide the desired result.

Proof of Theorem 1.(i). First, Lemma 4 guarantees that

$$\lim_{n\to\infty}P\{\sum_{k=1}^{\tau_b}Y_k^2\sigma^2>n^{2\beta+1}\}n^{\beta+1/2}=\sqrt{\frac{\pi}{2}}E[M_{\tau_b}], \quad (26)$$

where $0<E[M_{\tau_b}]<\infty$. Since $\{Y_k\}_{k\ge1}$ satisfy (6), we have $\sum_{k=1}^{\tau_b}Y_k^2\le A^2{\tau_b}^{2\beta+1}$ and hence, $P\{\tau_b>n\}\ge P\{\sum_{k=1}^{\tau_b}Y_k^2\sigma^2>n^{2\beta+1}A^2\sigma^2\}$, which together with (26) gives the lower bound $\liminf_{n\to\infty}P\{\tau_b>n\}n^{2\beta+1}\ge\sqrt{\frac{2}{\pi A^2\sigma^2}}E[M_{\tau_b}]$.

The upper bound has been obtained in Lemma 3.

Proof of Theorem 1.(ii). Note that

$$\begin{aligned}P\{\tau_b>n\}&=P\{\sum_{k=1}^{\tau_b}Y_k^2>\sum_{k=1}^{n}Y_k^2\}\\&\le P\{\sum_{k=1}^{\tau_b}Y_k^2\sigma^2\ge\sigma^2Cn^{2\beta+1}\}\\&\quad+P\{\sum_{k=1}^{n}Y_k^2<Cn^{2\beta+1}\}.\end{aligned}$$

for any $C>0$. Put here $C=m-\varepsilon>0$. Then, by relations (8) and (26) we have

$$\begin{aligned}&\limsup_{n\to\infty}P\{\tau_b>n\}n^{\beta+1/2}\\\le\ &\lim_{n\to\infty}P\{\sum_{k=1}^{\tau_b}Y_k^2\sigma^2>\sigma^2(m-\varepsilon)n^{2\beta+1}\}n^{\beta+1/2}\\=\ &\sqrt{\frac{2}{\pi\sigma^2(m-\varepsilon)}}E[M_{\tau_b}].\end{aligned}$$

Letting here $\varepsilon\to0$ we get

$$\limsup_{n\to\infty}P\{\tau_b>n\}n^{\beta+1/2}\le\sqrt{\frac{2}{\pi\sigma^2m}}E[M_{\tau_b}]. \quad (27)$$

Similarly, we have for any $\varepsilon>0$

$$\begin{aligned}&P\{\sum_{k=1}^{\tau_b}Y_k^2\sigma^2>\sigma^2(m+\varepsilon)n^{2\beta+1}\}\\\le\ &P\{\sum_{k=1}^{n}Y_k^2>(m+\varepsilon)n^{2\beta+1}\}+P\{\tau_b>n\}.\end{aligned}$$

Then, by relations (8) and (26) we have

$$\begin{aligned}\sqrt{\frac{2}{\pi\sigma^2(m+\varepsilon)}}E[M_{\tau_b}]&=\lim_{n\to\infty}P\{\sum_{k=1}^{\tau_b}Y_k^2\sigma^2>\sigma^2(m+\varepsilon)n^{2\beta+1}\}\\&\le\liminf_{n\to\infty}P\{\tau_b>n\}n^{\beta+1/2}.\end{aligned}$$

Letting here $\varepsilon\to0$ we get

$$\sqrt{\frac{2}{\pi\sigma^2m}}E[M_{\tau_b}]\le\liminf_{n\to\infty}P\{\tau_b>n\}n^{\beta+1/2}.$$

Hence, the last inequality and (27) provide the desired conclusion.

References

[1] Borovkov, K.A. (1996): An estimate for the distribution of a stopping time for a stochastic system. Siberian Math. J. 37, no. 4, pp.683-689.

[2] Borovkov, K.A. (1997): On random walks with jumps scaled by cumulative sums of random variables. Statist. Probab. Lett. 35, no. 4, 409–416

[3] Ethier, S.N. (1996) : Analysis of a gambling system. In Finding the Edge: Mathematical and Quantitative Aspects of Gambling. Proceedings of the Ninth International Conference on Gambling and Risk Taking (WR Eadington and JA Cornelius, eds.) (Vol. 4).

[4] Ethier, S. N. (1996): A gambling system and a Markov chain. Ann. Appl. Probab. 6, no.4, 1248-1259.

[5] Ethier, S. N. (2010): The doctrine of chances. Probabilistic aspects of gambling. Probability and its Applications (New York). Springer-Verlag, Berlin.

[6] Feller, W. (1970):An Introduction to Probability and its Applications. Vol. 2. Wiley.

[7] Novikov, A.A. (1997): Martingales, tauberian theorem, and strategies of gambling. Theory of Prob. Appl., vol. 41, no.4, 716-729.

[8] Novikov, A.A. and Kaji, S. (2017): On distibutions of first passage times of martingales arising in some gambling problems. Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics. accepted

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日）

2面体拡大における Artin L-関数の特殊値について

許斐 豊 [1)]

Abstract

We study special values of Artin L-functions for dihedral extensions at zero and negative integers. We give a relation between these values and orders of the χ-parts of certain K-groups.

1 導 入

素数を研究する際に, リーマンのゼータ関数

$$\zeta(s) := \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s}$$

は非常に重要な役割を果たす. まずこの関数について, 基本となる性質を述べる.

命題 1.1. (1) $\mathrm{Re}(s) > 1$ のとき, $\zeta(s) = \prod_{p:\text{素数}} \frac{1}{1-p^{-s}}$.

(2) $\zeta(s)$ は複素数全体の集合 $\mathbb{C}$ に有理型関数として解析接続でき, $s \neq 1$ の時に正則, $s = 1$ に 1 位の極を持ち, 留数は 1 である. さらに $\Gamma(s) = \int_0^{\infty} e^{-y} y^{s-1}\, dy$ を用いると, 関数等式

$$\zeta(1-s) = \frac{2\Gamma(s)\cos(\frac{\pi s}{2})}{(2\pi)^s}\zeta(s)$$

が得られる.

この命題を用いると, 素数が無限にあることを簡単に導くことが可能である. また, 「$\zeta(s)$ の非自明な零点の実部は 1/2 になる」と予想されており, リーマン仮説と呼ばれ, ミレニアム懸賞問題の一つである.

続いて述べる定理は, フェルマーの最終定理と呼ばれ, テイラーとワイルズにより 1995 年に解決された.

定理 1.2. n を 3 以上の整数とする時, $x^n + y^n = z^n$ を満たす正の整数の組 (x, y, z) は存在しない.

以下, p を奇素数とする. μ_n で 1 の n 乗根がなす群を表し, 有理数体 $\mathbb{Q}$ に μ_n の元を全て添加した体 $\mathbb{Q}(\mu_n)$ を円分体という. フェルマーの最終定理をクンマーは次の形で部分的に解決した.

定理 1.3. $\mathbb{Q}(\mu_p)$ のイデアル類群の位数が p で割れない時には, $n = p$ とした $x^p + y^p = z^p$ について, フェルマーの最終定理が成立する.

このような歴史的背景により, $\mathbb{Q}(\mu_p)$ のイデアル類群は数論的に強い興味が持たれており, 非常に重要な研究対象である.

さて, 驚くべきことに, ゼータ関数の拡張であるディリクレの L-関数と呼ばれるものと, $\mathbb{Q}(\mu_p)$ のイデアル類群の p-シロー部分群の間には, 深い関係が存在する. この事実を説明するために準備を行う. 整数環を $\mathbb{Z}$, p-進整数環を $\mathbb{Z}_p$ で表すことにする. 法 m に関するディリクレ指標 $\chi : \mathbb{Z} \to \overline{\mathbb{Q}}$ について,

$$L(s, \chi) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\chi(n)}{n^s}$$

により定まる関数を, ディリクレの L-関数という. 全ての整数 m について, $\chi(m) = 1$ を満たす時には, $L(s, \chi) = \zeta(s)$ である. 一方, $\mathbb{Q}(\mu_p)$ のイデアル類群の p-シロー群 $A_{\mathbb{Q}(\mu_p)}$ において, タイヒミュラー指標 $\omega : \Delta := \mathrm{Gal}(\mathbb{Q}(\mu_p)/\mathbb{Q}) \simeq (\mathbb{Z}/p\mathbb{Z})^{\times} \to \mathbb{Z}_p^{\times}$ に対し,

$$A^{\omega^i}_{\mathbb{Q}(\mu_p)} = \{x \in A_{\mathbb{Q}(\mu_p)} \mid \forall \sigma \in \Delta, \sigma(x) = \omega(\sigma)^i x\}$$

により定め, $A_{\mathbb{Q}(\mu_p)}$ の ω^i-パートという. このとき,

$$A_{\mathbb{Q}(\mu_p)} = \bigoplus_{i=0}^{p-2} A^{\omega^i}_{\mathbb{Q}(\mu_p)}$$

と直和分解される. さらに, $a, b \in \mathbb{Z}_p$ について,

$$a \sim_p b \overset{\text{def}}{\iff} \mathrm{ord}_p(a) = \mathrm{ord}_p(b)$$

とすると, 次が成立する.

定理 1.4. $1 < i < p-1$ である奇数 i に対して,

$$L(0, \omega^{-i}) \sim_p \# A^{\omega^i}_{\mathbb{Q}(\mu_p)}.$$

この関係式は, メイザーとワイルズが証明した岩澤主予想を用いれば, 比較的容易に導ける.

1) 数学科

1) Department of Mathematics

2　L-関数の 0 における特殊値

以下, 特に断らない限りは, 素数 p と素数 ℓ を異なる奇素数とする. これは非常に重要な仮定である. 代数体 K の整イデアル $\mathfrak{m}$ と互いに素なイデアル全体を $I_K^{\mathfrak{m}}$ で書くことにする. 指標 $\chi : I_K^{\mathfrak{m}} \to \mathbb{C}^\times$ を用いて定義される

$$L(\chi, s) = \sum_{\mathfrak{a}:\text{整イデアル}} \frac{\chi(\mathfrak{a})}{\mathrm{N}(\mathfrak{a})^s}$$

のことをヘッケの L-関数という. 以下, しばらくの間, F を総実代数体, K を CM-体とし, K/F はアーベル拡大となっていると仮定する. ワイルズは論文 [10] において, 本質的に, アーベル拡大 K/F から構成出来るヘッケの L-関数の 0 における特殊値について, 定理 1.4 を一般化した定理が成り立つことを示した.

では, K/F がアーベル拡大ではない場合について, 『定理 1.4 のような関係は成立するのであろうか？』という疑問が当然わいてくる. そこで著者は, $\mathbb{Z}/2\mathbb{Z}$ と 2 面体群の直積群をガロア群として持つ非アーベルな拡大 K/F^+ に対して, アルティンの L-関数の 0 での特殊値に補正をかけことにより, 定理 1.4 と類似の定理が成立することを論文 [4] で示した. この定理の詳細を述べるために準備を行う. まず, アルティンの L-関数の定義から始める. 有限次代数体の拡大 K/F を, 必ずしもアーベル拡大とは限らないガロア拡大とする. $\rho : \mathrm{Gal}(K/F) \to \mathrm{GL}(V)$ を表現とし, K の素イデアル $\mathfrak{P}$ を F の素イデアル $\mathfrak{p}$ の上にあるものとするとき, 惰性群 $I_{\mathfrak{P}}$ とフロベニウス写像 $\varphi_{\mathfrak{P}}$ について, 線形写像 $V^{I_{\mathfrak{P}}} \to V^{I_{\mathfrak{P}}}$, $\boldsymbol{v} \mapsto \rho(\varphi_{\mathfrak{P}})(\boldsymbol{v})$ の固有多項式は $\mathfrak{P}$ によらずに定まる. このとき, 指標 $\chi_\rho := \mathrm{trace}(\rho)$ について,

$$L(K/F, \chi_\rho, s) = \prod_{\mathfrak{p}} \frac{1}{\det(1_{V^{I_{\mathfrak{P}}}} - \rho(\varphi_{\mathfrak{P}})(\mathrm{N}(\mathfrak{p}))^{-s})}$$

で定め, これをアルティンの L-関数という. 続いて, 非可換なガロア拡大を設定し, 記号について述べる. $D_{2\ell}$ を位数 2ℓ の 2 面体群とする. K^+ を総実代数体 F^+ 上の位数 2ℓ の 2 面体拡大で総実な代数体, 総正な $r \in F^+ \setminus (F^+)^2$ を一つ固定し, $K = K^+(\sqrt{-r})$ とおく. χ を $\mathrm{Gal}(K/F^+) \simeq \mathbb{Z}/2\mathbb{Z} \times D_{2\ell}$ の指標とし, $d_\chi = [\mathbb{Z}_p[\mathrm{Im}(\chi)] : \mathbb{Z}_p]$ とする. K のイデアル類群の p-シロー部分群 A_K について,

$$\mathcal{A}_K = \mathbb{Z}_p[\mathrm{Im}(\chi)] \otimes A_K$$

とおき, $\mu_{p^\infty} := \bigcup_{n=1}^{\infty} \mu_{p^n}$ について,

$$\mathcal{U}_K = \mathbb{Z}_p[\mathrm{Im}(\chi)] \otimes (K^\times \cap \mu_{p^\infty})$$

とおく. このとき, $\mathcal{A}_K$ の χ-パート $\mathcal{A}_K^\chi$ と $\mathcal{U}_K$ の χ-パート $\mathcal{U}_K^\chi$ について, 次が導かれる.

定理 2.1 ([4], Theorem 2.4)**.** $\mathrm{Gal}(K/F^+)$ の *(*多少条件のついた*)* 既約な奇指標 χ に対し,

$$L(K/F^+, \overline{\chi}, 0)^{\chi(1)d_\chi} \sim_p \frac{\#\mathcal{A}_K^\chi}{\#\mathcal{U}_K^\chi}$$

が成立する.

著者が示したこの定理において, $\chi(1)$ 乗が補正となった部分であることを注意する. 非可換群 $\mathrm{Gal}(K/F^+)$ の奇指標と χ-パートについては 4 節で述べる.

3　L-関数の負の整数における特殊値

前節の定理から, L-関数の 0 での特殊値は, イデアル類群と単数群のねじれ部分と密接に関係することがわかった. では, 0 以外での特殊値は何かと密接に関わるのだろうか？という疑問もわいてくる. コルスター, ヌエン・カンドゥ, フリッケンジャーの 3 人は論文 [3] において, K/F がアーベル拡大であるという仮定のもとで, 2 以上の整数 n について, アルティンの L-関数 $L(K/F, \chi, 1-n)$ の値はあるエタール・コホモロジーの位数と密接に結びついていることを示した. ここで, K/F がアーベル拡大である時と, そうでない時のアルティンの L-関数の違いを述べることにする. まず, 次が成立することが知られている.

命題 3.1 ([6], Theorem 10.6)**.** *K/F をアーベル拡大, $\mathfrak{f}$ を K/F の導手, $\chi \neq 1$ を $\mathrm{Gal}(K/F)$ の既約指標, $\tilde{\chi}$ を付随する $\bmod \mathfrak{f}$ の量指標, $S = \{\mathfrak{p} | \mathfrak{f} \mid \chi(I_{\mathfrak{P}}) = 1\}$ とするときに,*

$$L(K/F, \chi, s) = \prod_{\mathfrak{p} \in S} \frac{1}{1 - \chi(\varphi_{\mathfrak{P}})\mathrm{N}(\mathfrak{p})^{-s}} L(\tilde{\chi}, s).$$

特に χ が単射のときは, $L(K/F, \chi, s) = L(\tilde{\chi}, s)$.

この命題から, アーベル拡大の場合のアルティンの L-関数は, 本質的にはヘッケの L-関数である. アーベル拡大ではない場合のアルティンの L-関数について, ヘッケの L-関数

$$L(\chi, s) = \sum_{\mathfrak{a}:\text{整イデアル}} \frac{\chi(\mathfrak{a})}{\mathrm{N}(\mathfrak{a})^s}$$

に対応するような加法的な級数表示は見つかっていない. よって, K/F がアーベル拡大の場合と, そうでない場合では事情が大きく異なっている. すると, 前節と同様に『K/F がアーベル拡大で無い場合にも, 2 以上の

整数 n についてアルティンの L-関数 $L(K/F,\chi,1-n)$ の値はあるエタール・コホモロジーの位数と密接に結びつくのか？』という疑問が生じる．そこで, 著者は定理 2.1 と同じアーベルではない拡大 K/F^+ について, $L(K/F,\chi,1-n)$ の値はあるエタール・コホモロジーの位数と密接に結びついていることを示した．この定理の詳細を述べる為に, 記号を追加する．O_K を K の整数環, $\mathbb{Z}_p(1)=\varprojlim \mu_{p^n}$ とし, $\mathbb{Z}_p(n)=\mathbb{Z}_p(1)\otimes_{\mathbb{Z}_p}\cdots\otimes_{\mathbb{Z}_p}\mathbb{Z}_p(1)$ とおく．このとき, エタール・コホモロジー $H^i_{\text{ét}}(\mathrm{Spec}(O_K[1/p]),\mathbb{Z}_p(n))$ を $H^i(O'_K,\mathbb{Z}_p(n))$ で略記すると, 次が得られる．

定理 3.2 ([5], Theorem 1.1)**.** K/F^+ を定理 2.1 と同じ非アーベルな拡大とする．整数 $n\geq 2$ に対し, $\mathrm{Gal}(K/F^+)$ の既約な指標 χ を, n が奇数の時は奇指標, n が偶数の時は偶指標とすると,

$$L(K/F^+,\overline{\chi},1-n)^{\chi(1)d_\chi}\sim_p \frac{\#H^2(O'_K,\mathbb{Z}_p(n))^\chi}{\#H^1(O'_K,\mathbb{Z}_p(n))^\chi}$$

が成立する．

やはり, この定理においても $\chi(1)$ 乗が補正となった部分であることを注意する．非可換群 $\mathrm{Gal}(K/F^+)$ の偶指標については 4 節で述べる．

定理 2.1 と定理 3.2 を見比べると, L-関数の 0 における特殊値は, 負の整数における特殊値とは全く異なるものと結びついているように見える．しかし, K-群を用いると, 0 以下の整数で統一出来ることを, 簡単に述べる．エタール・コホモロジーと K-群の間には, $n\geq 2$ と $i=1,2$ については,

$$\mathrm{K}_{2n-i}(O_K)\otimes_{\mathbb{Z}}\mathbb{Z}_p\simeq H^i(O'_K,\mathbb{Z}_p(n)).$$

という関係式が成立することが知られている．これはキレン・リヒテンバウム予想と呼ばれており, ボエボドスキーの論文 [8] で示された．そして, Cl_K を代数体 K のイデアル類群とする時,

$$\mathrm{K}_0(O_K)\simeq\mathbb{Z}\oplus\mathrm{Cl}_K$$

という関係式と

$$\mathrm{K}_1(O_K)\simeq O_K^\times$$

という関係式が成立することも知られている．これらの事実を使うと, 定理 2.1 と定理 3.2 を統合することができ, 次が成立する．

定理 3.3. K/F^+ を定理 2.1 と同じ非アーベルな拡大とする．整数 $n\geq 1$ に対し, $\mathrm{Gal}(K/F^+)$ の既約な指標 χ について, n と χ の偶奇が一致するならば,

$$L(K/F^+,\overline{\chi},1-n)^{\chi(1)d_\chi}\sim_p \frac{\#\mathrm{K}_{2n-2}(O_K)^\chi_{\mathrm{tors}}}{\#\mathrm{K}_{2n-1}(O_K)^\chi_{\mathrm{tors}}}.$$

4　証明の概略

この節では, 定理 3.2 の証明の概略について述べる．また, 2 面体群が非可換群であることをよく表している 2 次指標についてのみ扱うこととする．証明の流れは次の通りである:

- まず, $\mathrm{Gal}(K/F^+)\simeq\mathbb{Z}/2\mathbb{Z}\times D_{2\ell}$ の指標について, 誘導指標の計算をする．
- 対応するエタール・コホモロジーの χ-パートの位数の関係を調べ,
- アーベル拡大の場合に帰着する．

最初に, 位数 2ℓ の 2 面体群 $D_{2\ell}$ の指標について話す．$D_{2\ell}$ は, $a^\ell=b^2=1$ かつ $bab^{-1}=a^{-1}$ を満たす元 a, b を用いて, $D_{2\ell}=\langle a,b\rangle$ と表すことが出来る．$\zeta_\ell=\exp(2\pi\sqrt{-1}/\ell)$ とするとき, $D_{2\ell}$ の指標表は次の通りになる:

	$1_{D_{2\ell}}$	$a^i\left(1\leq i\leq\frac{\ell-1}{2}\right)$	b
ε	1	1	1
η	1	1	-1
$\chi_k\left(1\leq k\leq\frac{\ell-1}{2}\right)$	2	$\zeta_\ell^{ik}+\zeta_\ell^{-ik}$	0

$\sigma\in\mathrm{Hom}\left(\langle a\rangle,\overline{\mathbb{Q}}^\times\right)$ を $\sigma(a)=\zeta_\ell$ を満たすものとし,

$$\sigma_i=\sigma^i\quad(0\leq i\leq\ell-1)$$

で書き表す．そして, 埋め込み $\overline{\mathbb{Q}}^\times\hookrightarrow\overline{\mathbb{Q}_p}^\times$ を一つ固定し, 各指標を p-進指標と見なす．続いて体の設定を行い, 非可換なガロア群の偶指標と奇指標を定義する．K^+ と F^+ は共に総実な代数体で $\mathrm{Gal}(K^+/F^+)\simeq D_{2\ell}$ を満たすものとし, $\mathrm{Gal}(K^+/F^+)$ と $D_{2\ell}$ を同一視する．M^+ を K^+ における $\langle a\rangle$ の固定体とおき, F^+ の総正な元 r を固定し,

$$K=K^+(\sqrt{-r}),\quad M=M^+(\sqrt{-r}),\quad F=F^+(\sqrt{-r})$$

とおく．γ を $\mathrm{Gal}(F/F^+)$ の非自明な指標とするとき, $\mathrm{Gal}(K^+/F^+)$ の既約指標 χ について, $\mathrm{Gal}(K^+/F^+)$ の偶指標 χ^+ を

$$\chi^+(g)=\chi(g|_{L^+})$$

により定まるものとし, $\mathrm{Gal}(K^+/F^+)$ の奇指標 χ^- を

$$\chi^-(g)=\gamma(g|_F)\chi(g|_{L^+}),$$

により定まるとものとする．また, $\sigma\in\mathrm{Gal}(K^+/M^+)$ に対し, $\mathrm{Gal}(K/M^+)$ の偶指標 σ^+ と奇指標 σ^- を同様

にして定める. このとき, $\mathrm{Gal}(K/F^+)$ は $\mathbb{Z}/2\mathbb{Z}$ と $D_{2\ell}$ の直積になっているので,

$$\mathrm{Irr}(\mathrm{Gal}(K/F^+)) = \left\{\varepsilon^{\pm}, \eta^{\pm}, \chi_1^{\pm}, \cdots, \chi_{\frac{\ell-1}{2}}^{\pm}\right\}$$

になることと,

$$\mathrm{Hom}\left(\mathrm{Gal}(K/M^+), \overline{\mathbb{Q}_p}^{\times}\right) = \left\{\sigma_0^{\pm}, \cdots, \sigma_{\ell-1}^{\pm}\right\}.$$

であることが従う. そこで, $\sigma_k^{\pm}$ の誘導指標を計算してやると, 任意の $k \in \{1, \cdots, \frac{\ell-1}{2}\}$ について,

$$\chi_k^{\pm} = \mathrm{Ind}\,\sigma_k^{\pm} = \mathrm{Ind}\,\sigma_{\ell-k}^{\pm} \tag{4.1}$$

となっていることがわかる.

続いて χ-パートを定義し, その位数を調べる. $\chi \in \mathrm{Irr}(\mathrm{Gal}(K/F^+))$ に対し, $\mathcal{O}_\chi = \mathbb{Z}_p[\mathrm{Im}\chi]$ とし,

$$e_\chi = \frac{\chi(1)}{4l}\sum_g \chi(g^{-1})g \in \mathcal{O}_\chi[\mathrm{Gal}(K/F^+)]$$

とおく. ただし, g は $\mathrm{Gal}(K/F^+)$ の元を走るとする. 有限 $\mathbb{Z}_p[\mathrm{Gal}(K/F^+)]$-加群 M について,

$$e_\chi(M \otimes \mathcal{O}_\chi)$$

を M の χ-パートといい, M^χ で書く. さらに, この M は $\mathbb{Z}_p[\mathrm{Gal}(K/M^+)]$-加群でもある. $\mathrm{Gal}(K/M^+)$ はアーベル群なので, $\sigma \in \mathrm{Hom}\left(\mathrm{Gal}(K/M^+), \overline{\mathbb{Q}_p}^{\times}\right)$ に対し, $\mathcal{O} = \mathbb{Z}_p[\mathrm{Im}\sigma] = \mathbb{Z}_p[\zeta_l]$ とおき,

$$M^\sigma = \{x \in M \otimes \mathcal{O} \mid \forall g \in \mathrm{Gal}(K/M^+), gx = \sigma(g)x\}$$

を M の σ-パートという. このとき, $d_\chi = [\mathcal{O}_\chi : \mathbb{Z}_p]$, $d_\sigma = [\mathcal{O} : \mathbb{Z}_p]$ とおくと, 次の補題が成立する.

補題. $\left(\#M^{\chi_k^{\pm}}\right)^{d_{\sigma_k^{\pm}}/d_{\chi_k^{\pm}}} = \left(\#M^{\sigma_k^{\pm}}\right)^2$

上述の補題をエタール・コホモロジーに適用することにより, 関係式

$$\frac{\left(\#H^2(O'_K, \mathbb{Z}_p(n))^{\chi_k^{\pm}}\right)^{\frac{d_{\sigma_k^{\pm}}}{d_{\chi_k^{\pm}}}}}{\left(\#H^1(O'_K, \mathbb{Z}_p(n))^{\chi_k^{\pm}}\right)^{\frac{d_{\sigma_k^{\pm}}}{d_{\chi_k^{\pm}}}}} = \frac{\left(\#H^2(O'_K, \mathbb{Z}_p(n))^{\sigma_k^{\pm}}\right)^2}{\left(\#H^1(O'_K, \mathbb{Z}_p(n))^{\sigma_k^{\pm}}\right)^2} \tag{4.2}$$

が得られる.

最後に, アーベル拡大の場合に帰着出来ることについて述べる. アルティンの L-関数の性質と (4.1) 式から,

$$L\left(K/F^+, \overline{\chi_k^{\pm}}, 1-n\right) = L\left(K/M^+, (\sigma_k^{\pm})^{-1}, 1-n\right) \tag{4.3}$$

が得られる. さて, $\mathrm{Gal}(K/M^+) \simeq \mathbb{Z}/2\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}/\ell\mathbb{Z}$ がアーベル群であるので, 論文 [3] のコルスター, ヌエン・カンドゥ, フリッケンジャーの 3 人のアーベル拡大の場合の結果を適用することができ,

$$\sigma_k^{(n)} = \begin{cases} \sigma_k^+ & (n \text{ が偶数の時}) \\ \sigma_k^- & (n \text{ が奇数の時}) \end{cases}$$

で表すことにすると,

$$L\left(K/M^+, (\sigma_k^{(n)})^{-1}, 1-n\right)^{d_{\sigma_k^{(n)}}} \sim_p \frac{\#H^2(O'_K, \mathbb{Z}_p(n))^{\sigma_k^{(n)}}}{\#H^1(O'_K, \mathbb{Z}_p(n))^{\sigma_k^{(n)}}}$$

がなりたつ. この式の左辺に (4.3) 式を代入し, (4.2) 式を用いて式変形することにより,

$$L\left(K/F^+, \overline{\chi_k^{(n)}}, 1-n\right)^{d_{\chi_k^{(n)}}\chi_k^{(n)}(1)} \sim_p \frac{\#H^2(O'_K, \mathbb{Z}_p(n))^{\chi_k^{(n)}}}{\#H^1(O'_K, \mathbb{Z}_p(n))^{\chi_k^{(n)}}}$$

となることがわかり, これで 2 次指標の場合の証明が完成した.

5　Magma を用いた計算例

Magma はシドニー大学の計算代数グループで開発されている代数構造計算のためのソフトウェアである. このソフトを用いて, 定理 2.1 の計算例を挙げる. 代数体 K の類数を h_K で書くことにする.

5.1　位数 6 の 2 面体拡大に関する例

K^+ を $X^3 - 4X + 1$ の $\mathbb{Q}$ 上の最小分解体とすると, 総実な D_6-拡大であることが Magma により確認出来る. $M^+ = \mathbb{Q}(\sqrt{229})$ とすると, $[M^+ : \mathbb{Q}] = 2$ を満たす K^+ の中間体となっていることもわかる. $F = \mathbb{Q}(\sqrt{-137})$ とし, $M = M^+F$, $K = K^+F$ と置くことにする. $D_6 = \langle a, b\rangle$ (ただし, $a^3 = b^2 = e$, $bab = a^{-1}$ を満たすもの) とするとき, $\mathrm{Gal}(K/\mathbb{Q}) \simeq \mathbb{Z}/2\mathbb{Z} \times D_6$ の指標表は次の通りである:

	$(1,e)$	$(-1,e)$	$(1,a)$	$(-1,a)$	$(1,b)$	$(-1,b)$
ε^+	1	1	1	1	1	1
ε^-	1	−1	1	−1	1	−1
η^+	1	1	1	1	−1	−1
η^-	1	−1	1	−1	1	−1
χ^+	2	2	−1	−1	0	0
χ^-	2	−2	1	−1	0	0

ここで, $p \neq 2, 3$ であることと, 指標表から $d_\chi = 1$ が得られることに注意する. Magma を用いてアルティンの L-関数の特殊値を計算すると

- $L(K/\mathbb{Q},\varepsilon^-,0)=2^3$
- $L(K/\mathbb{Q},\eta^-,0)=2^2\cdot 41$
- $L(K/\mathbb{Q},\chi^-,0)=2^4\cdot 7^2$

となっていることがわかる. ちなみにイデアル類群の χ-パートの計算には使えないが, $L(K/\mathbb{Q},\varepsilon^+,0)$ は極であることと,

$$L(K/\mathbb{Q},\eta^+,0)=L(K/\mathbb{Q},\chi^+,0)=0$$

となっていることも確認出来る.

イデアル類群の p-シロー部分群は,

$$A_K\simeq\mathcal{A}_K^{\varepsilon^+}\oplus\mathcal{A}_K^{\eta^+}\oplus\mathcal{A}_K^{\chi^+}\oplus\mathcal{A}_K^{\varepsilon^-}\oplus\mathcal{A}_K^{\eta^-}\oplus\mathcal{A}_K^{\chi^-}$$

と分解されていて, ガロア群の固定部分を考えることにより, $p\neq 2,3$ であるならば, $\mathcal{A}_K^{\varepsilon^+}\simeq A_{\mathbb{Q}}$, $\mathcal{A}_K^{\eta^+}\simeq A_{M^+}$, $\mathcal{A}_K^{\varepsilon^-}\simeq A_F$, $\mathcal{A}_K^{\varepsilon^-}\oplus\mathcal{A}_K^{\eta^+}\oplus\mathcal{A}_K^{\eta^-}\simeq A_M$ になっている. そこで, Magma を使い類数を計算すると,

- $h_F=2^3$, $h_{\mathbb{Q}}=1$, $h_{M^+}=3$, $h_{K^+}=1$ が出力されるので, $\#\mathcal{A}_K^{\varepsilon^-}=1$ となる.
- $h_M=2^4\cdot 3\cdot 41$ が出力されるので, $p=41$ のときのみ $\#\mathcal{A}_K^{\eta^-}=41$.
- $h_K=2^8\cdot 7^4\cdot 41$ が出力されるので, $p=7$ のときのみ $\#\mathcal{A}_K^{\chi^-}=7^4$.

が成立することがわかる.

K に 1 の冪根は ±1 しかないことに注意して, 類数とアルティンの L-関数の特殊値を見比べると, $p\neq 2,3$ について, 次が成立していて, 定理 2.1 に従っていることが確認できる.

- $L(K/\mathbb{Q},\varepsilon^-,0)=2^3\sim_p\#\mathcal{A}_K^{\varepsilon^-}$,
- $L(K/\mathbb{Q},\eta^-,0)=2^2\cdot 41\sim_p\#\mathcal{A}_K^{\eta^-}$,
- $L(K/\mathbb{Q},\chi^-,0)^{\chi^-(1)}=(2^8\cdot 7^2)^2\sim_p\#\mathcal{A}_K^{\chi^-}$.

5.2 位数 10 の 2 面体拡大に関してのマイナスパートの計算

$\mathrm{Gal}(K/\mathbb{Q})\simeq\mathbb{Z}/2\mathbb{Z}\times D_6$ となる場合は, χ^--パートが唯一つしかなかったので, この場合の計算例は定理に従う例として適切な話題となる. 一方, $\mathrm{Gal}(K/\mathbb{Q})\simeq\mathbb{Z}/2\mathbb{Z}\times D_{10}$ については, 2 つの 2 次指標の χ^--パート $\mathcal{A}_K^{\chi_1^-}$ と $\mathcal{A}_K^{\chi_2^-}$ が出現し, これらの位数の決定は純代数的には困難に思える. そこで, アルティンの L-関数を通じて, この二つの位数が決定出来るということを述べる. やはり, $p\neq 2,5$ を仮定していることに注意する. K^+ を $x^5-6x^4+4x^3+15x^2-2x-3$ の $\mathbb{Q}$ 上の最小分解体とすると, 総実な D_{10}-拡大であることが Magma により確認出来る. $M^+=\mathbb{Q}(\sqrt{1641})$ とすると, $[M^+:\mathbb{Q}]=2$ を満たす K^+ の中間体となっていることもわかる. $F=\mathbb{Q}(\sqrt{-1})$ とし, $M=M^+F$, $K=K^+F$ と置くことにすると,

$$K^\times\cap(\bigcup_{n=1}^{\infty}\mu_n)=\{\pm1,\pm\sqrt{-1}\}$$

である. よって $p\neq 2$ のとき, $\mathcal{U}_K^\chi$ は自明である. そして, $\mathrm{Gal}(K/\mathbb{Q})\simeq\mathbb{Z}/2\mathbb{Z}\times D_{10}$ について,

$$\mathrm{Irr}(\mathrm{Gal}(K/\mathbb{Q}))=\left\{\varepsilon^\pm,\eta^\pm,\chi_1^\pm,\chi_2^\pm\right\}$$

となっているので, Magma を用いて Artin の L-関数の 0 における値を計算すると,

- $L(K/\mathbb{Q},\varepsilon^-,0)=2^{-1}$
- $L(K/\mathbb{Q},\eta^-,0)=2^2\cdot 11$
- $L(K/\mathbb{Q},\chi_1^-,0)=L(K/\mathbb{Q},\chi_2^-,0)=2^2\cdot 3$

という結果になる. $\mathcal{O}'=\mathbb{Z}_p[\mathrm{Im}\chi_1^-]$ とおき, $\mathcal{A}_K^+$ を $\mathcal{A}_K^{\varepsilon^+}\otimes\mathcal{O}'$, $\mathcal{A}_K^{\eta^+}\otimes\mathcal{O}'$, $\mathcal{A}_K^{\chi_1^+}$, $\mathcal{A}_K^{\chi_2^+}$ の 4 つの直和とすると, イデアル類群は

$$A_K\otimes\mathcal{O}'\simeq\mathcal{A}_K^+\oplus(\mathcal{A}_K^{\varepsilon^-}\otimes\mathcal{O}')\oplus(\mathcal{A}_K^{\eta^-}\otimes\mathcal{O}')\oplus\mathcal{A}_K^{\chi_1^-}\oplus\mathcal{A}_K^{\chi_2^-}$$

と直和分解でき, 先程の場合と同様に, 各 1 次指標のパートと中間体のイデアル類群の p-シロー部分群の対応を念頭に入れ, Magma を用いて類数を計算すると,

- $h_F=h_{\mathbb{Q}}=h_{K^+}=1$, $h_{M^+}=5$ が出力され, $\#\mathcal{A}_K^{\varepsilon^-}=1$.
- $h_M=2\cdot 5\cdot 11$ が出力されるので, $p=11$ のときのみ, $\#\mathcal{A}_K^{\eta^-}=11$.
- $h_K=2\cdot 3^4\cdot 11$ が出力され, $d_{\chi_1^-}=d_{\chi_2^-}$ となっているので, $p=3$ の場合には

$$\#\left(\mathcal{A}_K^{\chi_1^-}\oplus\mathcal{A}_K^{\chi_2^-}\right)=3^{4d_{\chi_1^-}}.$$

という結果が得られる. したがって, 定理 2.1 と

$$L(K/\mathbb{Q},\chi_1^-,0)=L(K/\mathbb{Q},\chi_2^-,0)=2^2\cdot 3$$

が成立しているという計算結果から, $p=3$ のときには

$$\#\mathcal{A}_K^{\chi_1^-}=\#\mathcal{A}_K^{\chi_2^-}=3^{2d_{\chi_1^-}}$$

となっていることがわかり, この場合の χ_1^--パートと χ_2^--パートは共に自明では無いことが示せた.

References

[1] A. Grothendieck et al, Théorie des Topos et Cohomologie Etale des Schémas, Lecture Notes in Mathmatics, vol. 270, 1972.

[2] I. Martin Isaacs, Character Theory of Finite Groups, Pure and Applied Mathematics 69, Academic Press, 1976.

[3] M. Kolster, T. Nguyen Quang Do, V. Fleckinger, Twisted S-Units, p-adic class number formulas, and the Lichtenbaum conjectures, Duke Mathematical Journal, Vol. 84, No.3(1996), 679–717.

[4] Y. Konomi, The ideal class groups of dihedral extensions over imaginary quadratic fields and the special values of the Artin L-function, J. Number Theory 131, No.6(2011), 1062–1069.

[5] Y. Konomi, On the special values of Artin L-functions for dihedral extensions, Funct. Approx. Comment. Math. 52, No. 1(2015), 109-116.

[6] J. Neukirch, Algebraic Number Theory, GdmW., vol. 322, Springer, 1999.

[7] V. P. Snaith, Algebraic K-groups as Galois Modules, Progress in Mathematics 206, Birkhäuser, 2002.

[8] V. Voevodsky, On motivic cohomology with $\mathbb{Z}/l$-coefficients, Annals of Mathematics 174(2011), 401–438.

[9] C. Weibel, 2007 Trieste lectures on the proof of the Bloch-Kato conjecture, some recent developments in algebraic K-theory, ICTP Lecture Notes 23 (Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Trieste, 2008), 277–305.

[10] A. Wiles, On a conjecture of Brumer, Annals of Mathematics 131(1990), 555–565.

(原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日)

Brauer groups of some diagonal surfaces

Tetsuya UEMATSU [1)]

Abstract

The Brauer groups of varieties are important subjects in the study of algebraic and arithmetic geometry. In this paper, we review our study on the Brauer groups of diagonal surfaces of degree two and three. In particular cases, their structures and explicit generators are given. The main result states that there exist no uniform generators in general cases, that is, considering the algebraic family of all diagonal surfaces of a fixed degree, there are no elements on the family whose specializations to each surface are generators of its Brauer group. We also explain application to computing zero-cycles on diagonal cubic surfaces.

1 Introduction

Let X be a variety over a field k. The Brauer group $\mathrm{Br}(X)$ of X is a very important invariant reflecting the geometric and the arithmetic nature of X. For example, let k be a number field, $\mathbb{A}_k$ be the adele ring of k and for a k-algebra R, $X(R)$ be the set of R-points on X. Manin [15] constructed the so-called Brauer-Manin pairing

$$X(\mathbb{A}_k) \times \mathrm{Br}(X) \to \mathbb{Q}/\mathbb{Z},$$

which defines the Brauer-Manin set $X(\mathbb{A}_k)^{\mathrm{Br}}$. This set satisfies the inclusions

$$X(k) \subset X(\mathbb{A}_k)^{\mathrm{Br}} \subset X(\mathbb{A}_k)$$

and hence is a very useful tool for constructing counterexamples of the Hasse principle for rational points. Another version of the Brauer-Manin pairing

$$CH_0(X) \times \mathrm{Br}(X) \to \mathrm{Br}(k)$$

is also useful in the study of the Chow group $CH_0(X)$ of zero-cycles on X. This is also an interesting invariant of X. For example, if X is a smooth curve over k, this group is just isomorphic to the Picard group $\mathrm{Pic}(X)$ of X. At the end of this paper, we will explain some computation results on the Chow group of zero-cycles which were proved in [21] by using this pairing. For such computations, see also [4], [7], [9], [19] and [23].

Brauer groups also appear in the study of rationality. In [1], Artin and Mumford constructed an irrational unirational threefold. They proved its irrationality by showing the non-triviality of its Brauer group. After their study, Colliot-Thélène and Ojanguren [6] considered unramified cohomology groups, a higher degree analogue of Brauer groups and applied them to rationality problems.

To apply Brauer groups to such various contexts, it is important to know their structures and explicit generators. In the papers [20] and [22], We studied these problems for diagonal surfaces. The main objective of this paper is to give an introductory explanation of results in these two papers. Here diagonal surfaces mean smooth projective surfaces in $\mathbb{P}^3_k$ of the form

$$x^n + by^n + cz^n + dw^n = 0$$

and their affine open subvarieties defined by $w \neq 0$. In our study, we dealt with the cases $n = 2, 3$. For some results in the case $n = 4$, see [3].

Now we briefly explain our results. For some small family of diagonal surfaces, we found an explicit *uniform* generator in terms of the Milnor K-groups. For example, for $c, d \in k^\times$, let $X_{c,d}$ be the diagonal cubic surface $x^3 + y^3 + cz^3 + dt^3 = 0$. Then the term "uniform" means as follows: for *any* appropriate choice of parameters (c, d), the Brauer group $\mathrm{Br}(X_{c,d})/\mathrm{Br}(k)$ is generated by the symbol

$$\left(\frac{d}{c}, \frac{x+\zeta y}{x+y}\right)_{\zeta,3}.$$

For the precise definitions of these symbols and uni-

1) 数学科

1) Department of Mathematics

form generators, see Section 2. However, we also proved that for general diagonal cubic surfaces $x^3 + by^3 + cz^3 + dw^3 = 0$, there is no uniform generator. It seems that this phenomenon may explain the complexity of this 3-parametrized family.

This paper is organized as follows. In Section 2, we recall the definition of the Brauer groups of schemes and their description in terms of the Milnor K-symbols. We also define a specialization map, which plays an important role in defining the notion of uniform generators. In Section 3 and 4, we state our results on the Brauer groups of diagonal cubic and affine diagonal quadric surfaces. Finally in Section 5, we illustrate application of Brauer groups to calculations of the Chow groups of zero-cycles on diagonal cubic surfaces over p-adic fields.

2 Brauer groups of schemes

Let X be a scheme. The (cohomological) Brauer group of X is defined in terms of étale cohomology (see [11]):

Definition 2.1. Let $\mathbb{G}_m$ be the étale sheaf on X of invertible elements. The Brauer group $\mathrm{Br}(X)$ is defined to be $H^2_{\text{ét}}(X, \mathbb{G}_m)$.

When R is a ring and $X = \operatorname{Spec} R$, we often denote $\mathrm{Br}(X)$ by $\mathrm{Br}(R)$. In particular, if $X = \operatorname{Spec} K$ is the spectrum of a field K, the group $\mathrm{Br}(K)$ is naturally isomorphic to the Galois cohomology group $H^2(K, \overline{K}^\times)$(see for example [18, III, Example 1.7]), where $\overline{K}$ is a fixed separable closure of K. If X is a variety over a field k, We denote the image and cokernel of the natural homomorphism $\mathrm{Br}(k) \to \mathrm{Br}(X)$ by $\mathrm{Br}_0(X)$ and $\mathrm{Br}(X)/\mathrm{Br}(k)$ respectively.

If X is a smooth integral variety over k, it is known that $\mathrm{Br}(X)$ naturally injects into the Brauer group $\mathrm{Br}(k(X))$ of the function field of X ([12, Corollaire 1.10.]). Moreover, if n is an integer prime to the characteristic of k, by a theorem of Merkurjev-Suslin [17], we have the following canonical isomorphism

$$\{\cdot,\cdot\}_n \colon K_2^M(k(X))/n \to H^2(k(X), \mu_n^{\otimes 2}),$$

where for a field K, $K_2^M(K)$ is the second Milnor K-group of K, defined as

$$K^\times \otimes_{\mathbb{Z}} K^\times / \langle a \otimes (1-a), \mid a, 1-a \in K^\times \rangle$$

and μ_n is the group of all n-th roots of unity. In the case that k contains a primitive n-th root ζ of unity, we can identify $H^2(k(X), \mu_n^{\otimes 2})$ with the n-torsion part $\mathrm{Br}(k(X))[n]$ of the Brauer group $\mathrm{Br}(k(X))$. We denote by $(f,g)_{\zeta,n} \in \mathrm{Br}(k(X))[n]$ the image of $\{f,g\}_n$ under this identification. Hence we can write any element of $\mathrm{Br}(k(X))[n]$ by a sum of symbols $\sum (f_i, g_i)_{\zeta,n}$. However, in general, we do not know which elements are in $\mathrm{Br}(X)$.

2.1 Specialization map

To state our results precisely, we need to recall the definition of specialization ([20, pp.681–682]). Let $\mathcal{O}_F := k[A_1, \ldots, A_m]$ be the polynomial ring over a field k with m parameters $A_1, \ldots, A_m$, and F be its fractional field. We note that $\operatorname{Spec} \mathcal{O}_F$ is the affine m-space $\mathbb{A}^m_k$ over k. Let $f_1, \ldots, f_r \in \mathcal{O}_F[x_1, \ldots, x_n]$ be homogeneous polynomials,

$$\pi \colon \mathcal{X} := \operatorname{Proj} \mathcal{O}_F[x_1, \ldots, x_n]/(f_1, \ldots, f_r) \to \mathbb{A}^m_k$$

be the structure morphism and

$$\pi_F \colon X := \mathcal{X} \times_{\mathbb{A}^m_k} \operatorname{Spec} F \to \operatorname{Spec} F$$

be its generic fiber. We assume that π_F is smooth. In the following, we often consider a point $P \in k^m$ as the k-valued point of $\mathbb{A}^m_k$ naturally corresponding to P and use the same notation. For $P = (a_1, \ldots, a_m) \in k^m$, put $X_P := \mathcal{X} \times_{\mathbb{A}^m_k} \operatorname{Spec} k$, where the base change is induced by $P \in \mathbb{A}^m_k(k)$.

Let e be any element in $\mathrm{Br}(X)$. Then there exist an affine open set $S \subset \mathbb{A}^m_k$ and an element $\widetilde{e} \in \mathrm{Br}(\mathcal{X} \times_{\mathbb{A}^m_k} S)$ such that $\pi_S \colon \mathcal{X} \times_{\mathbb{A}^m_k} S \to S$ is smooth and $\widetilde{e}$ is a lift of e. For $P \in S(k)$, we obtain the map $P^* \colon \mathrm{Br}(\mathcal{X} \times_{\mathbb{A}^m_k} S) \to \mathrm{Br}(X_P)$ and hence $P^*\widetilde{e} \in \mathrm{Br}(X_P)$. We note that this element is independent of choices of S and $\widetilde{e}$.

Definition 2.2([20]). We call $P^*\widetilde{e}$ the specialization of e at P and denote it by $\mathrm{sp}(e; P)$.

Remark 2.3. For a family $\mathcal{U}$ of affine varieties, we can define such a specialization in the same way([22, §4]).

Using this specialization element, we can state the notion of uniform generators precisely:

Definition 2.4(cf.[20, Corollary 5.3.]).
Let $\pi\colon \mathcal{X} \to \mathbb{A}^m_k$ be a family of varieties as above, $\mathcal{P} \subset \mathbb{A}^m_k(k)$, and $\{e_i\}_{i\in I} \subset \mathrm{Br}(X)$. We say that the elements e_i's are uniform generators (with respect to $\mathcal{P}$) if there exists a nonempty open subset $W \subset \mathbb{A}^m_k$ satisfying that

(a) For all $P \in \mathcal{P} \cap W(k)$ and for all $i \in I$, $\mathrm{sp}(e_i; P)$ is defined.

(b) For all $P \in \mathcal{P} \cap W(k)$, $\{\mathrm{sp}(e_i; P)\}_i$ is a minimal set of generators of $\mathrm{Br}(X_P)/\mathrm{Br}(k)$.

Note that it is not worth considering the case $\mathcal{P}$ is "small", for example $\mathcal{P} = \emptyset$. Thus considering uniform generators, we implicitly suppose the set $\mathcal{P}$ to be relatively "large". In the following results, each $\mathcal{P}$ has a dense image in $\mathbb{A}^m_k$.

3 Results on diagonal cubic surfaces

3.1 Existence result

In [20], we first proved the following theorem.

Theorem 3.1([20, Theorem4.1, Corollary 4.2.]). *Let k be a field of characteristic zero with a primitive cubic root ζ of unity, $\mathcal{O}_F = k[C, D], F = k(C, D)$ and*

$$\mathcal{X} := \mathrm{Proj}\, \mathcal{O}_F[x, y, z, w]/(x^3 + y^3 + Cz^3 + Dw^3).$$

Put

$$\mathcal{P} := \left\{ (c, d) \in k^\times \times k^\times \;\middle|\; c, d, cd, d/c \notin (k^\times)^3. \right\}$$

and

$$e := \left(\frac{D}{C}, \frac{x + \zeta y}{x + y}\right)_{\zeta,3} \in \mathrm{Br}(F(X)).$$

Then we have the following.

(1) *For each $P \in \mathcal{P}$, $\mathrm{Br}(X_P)/\mathrm{Br}(k)$ is isomorphic to $\mathbb{Z}/3\mathbb{Z}$.*

(2) *the element e defines an element in $\mathrm{Br}(X)$ and a uniform generator with respect to $\mathcal{P}$.*

Remark 3.2.

(1) Originally, Yu. I. Manin [16, §45] studied the Brauer group of diagonal cubic surfaces. He considered diagonal cubic surfaces X_d defined by $x^3 + y^3 + z^3 + dw^3 = 0$ and gave the structure and generators of their Brauer groups. If $d \notin (k^\times)^3$, $\mathrm{Br}(X_d)/\mathrm{Br}(k) \cong (\mathbb{Z}/3\mathbb{Z})^2$ and two elements

$$\left(d, \frac{x + \zeta y}{x + y}\right)_{\zeta,3}, \quad \left(d, \frac{x + z}{x + y}\right)_{\zeta,3} \in \mathrm{Br}(X_d)$$

generate $\mathrm{Br}(X_d)/\mathrm{Br}(k)$. Though he did not mention the notion of uniform generators, it can be easily seen that his generators are uniform in our sense.

(2) The claim (1) is essentially follows from the structure theorem of the Galois cohomology group $H^1(k, \mathrm{Pic}(\overline{X_P}))$ due to Colliot-Thélène, Kanevsky and Sansuc [5]. Here, $\overline{X_P}$ is the base change of X_P/k to $\overline{k}$.

(3) Colliot-Thélène and Wittenberg [8, Proposition 2.1.] gave a generator of $\mathrm{Br}(X)/\mathrm{Br}(k)$ for some diagonal cubic surfaces X when k does not contain a primitive cubic root of unity. Our generator also appears in their construction.

3.2 Non-existence result

Now we state the main result in [20]. In contrast to a result of Manin and Theorem 3.1, we have no uniform generators if a parameter space $\mathcal{P}$ is "3-dimensional".

Theorem 3.3([20, Corollary 5.3]). *Let k be a field of characteristic zero with a primitive cubic root ζ of unity, $\mathcal{O}_F = k[B, C, D]$, $F = k(B, C, D)$ and*

$$\mathcal{X} := \mathrm{Proj}\, \mathcal{O}_F[x, y, z, w]/(x^3 + By^3 + Cz^3 + Dw^3).$$

Define $\mathcal{P} \subset k^\times \times k^\times \times k^\times$ as the set of points P such that $\mathrm{Br}(X_P)/\mathrm{Br}(k) \cong \mathbb{Z}/3\mathbb{Z}$. We assume that $\dim_{\mathbb{F}_3} k^\times/(k^\times)^3 \geq 2$. Under this assumption, the image of $\mathcal{P}$ in $\mathbb{A}^3_k$ is Zariski dense, and there exists no uniform generator.

Note that in the families of diagonal cubic surfaces of the forms $x^3 + y^3 + z^3 + dw^3 = 0$ and $x^3 + y^3 + cz^3 + dw^3 = 0$, any surface has rational points. However, for diagonal cubic surfaces of the form $x^3 +$

$by^3 + cz^3 + dw^3 = 0$, the existence of rational points heavily depends upon the coefficients b, c, d. Therefore, the latter family seems to be an arithmetically complicated one to some extent. We may consider that our theorem also explains such a complexity of families.

4 Result on affine diagonal quadric surfaces

For a family of affine diagonal quadric surfaces, we also proved similar existence and non-existence results ([22]). Here we state a non-existence one:

Theorem 4.1([22, Corollary 4.4.]). *Let k be a field of characteristic zero, $\mathcal{O}_F = k[B, C, D]$, $F = k(B, C, D)$ and*

$$\mathcal{U} := \operatorname{Spec} \mathcal{O}_F[x, y, z, w]/(x^2 + By^2 + Cz^2 + D).$$

Define $\mathcal{P} \subset k^\times \times k^\times \times k^\times$ as the set of points P such that $\operatorname{Br}(U_P)/\operatorname{Br}(k) \cong \mathbb{Z}/2\mathbb{Z}$. Assume that k is not 2-closed. Under this assumption, the image of $\mathcal{P}$ in $\mathbb{A}^3_k$ is Zariski dense, and there exists no uniform generator.

We sketch a proof of Theorem 4.1. For details, see [22, §3, §4]. The theorem is a corollary of the vanishing of $\operatorname{Br}(U)/\operatorname{Br}(F)$, where $U = \mathcal{U} \times_{\mathbb{A}^m_k} \operatorname{Spec} F$. Put $\overline{U} := U \times_{\operatorname{Spec} F} \operatorname{Spec} \overline{F}$. Since we have an exact sequence

$$0 \to \operatorname{Br}(U)/\operatorname{Br}(F) \to H^1(F, \operatorname{Pic}(\overline{U})) \overset{d^{1,1}}{\to} H^3(F, \overline{F}^\times)$$

induced by the Hochschild-Serre spectral sequence

$$H^p(F, H^q(\overline{U}, \mathbb{G}_m)) \Rightarrow H^{p+q}(U, \mathbb{G}_m),$$

it suffices to show $\operatorname{Ker} d^{1,1} = 0$. We can show that $H^1(F, \operatorname{Pic}(\overline{U})) \cong \mathbb{Z}/2\mathbb{Z}$ and its image in $H^3(F, \overline{F}^\times)$ is generated by the image ϕ of the cup-product

$$\{B, C, D/BC\}_2 \in H^3(F, \mu_2^{\otimes 3}) \cong H^3(F, \mu_2).$$

Thus we can reduce the theorem to the non-triviality of $\phi \in H^3(F, \overline{F}^\times)$, which is proved by using cohomological residue maps.

5 Application to zero-cycles

In our work [21], using explicit generators of Brauer groups appeared in Section 3 and a method of computing the Chow group of zero-cycles on varieties over p-adic fields due to Saito and Sato [19], we computed the Chow group of zero-cycles on some diagonal cubic surfaces. We now briefly recall the notion of Chow groups and the computing method, and state some results.

5.1 Chow group of zero-cycles

For a scheme X and an integer $i \geq 0$, $X_{(i)}$ denotes the set of all points on X of dimension i. $Z_i(X)$ denotes the free $\mathbb{Z}$-module generated by $X_{(i)}$:

$$Z_i(X) := \bigoplus_{x \in X_{(i)}} \mathbb{Z}[x].$$

We call an element in $Z_i(X)$ an i-cycle on X. $\kappa(x)$ denotes the residue field of $x \in X$. For $x \in X_{(1)}$ and $f \in \kappa(x)^\times$, we can define a zero-cycle $\operatorname{div}(f) \in Z_0(X)$(for example, see [10]). Two zero-cycles Z_1 and Z_2 on X are called rationally equivalent if their difference $Z_1 - Z_2$ is of the form $\sum_{x \in X_{(1)}} \operatorname{div}(f_x)$ for some $f_x \in \kappa(x)^\times$. The Chow group $CH_0(X)$ of zero-cycles on X is defined by the quotient group $Z_0(X)/\sim$, where $\sim$ means the rational equivalence. This group is an interesting invariant of X. For example, when $X = \operatorname{Spec} \mathcal{O}_k$, where $\mathcal{O}_k$ is the integer ring of a number field k, the group $CH_0(X)$ is the ideal class group of k. When X is a smooth curve over a field k, $CH_0(X)$ is naturally isomorphic to the Picard group $\operatorname{Pic}(X)$ of X.

Let k be a field, X a proper variety over k. The degree $\deg(\sum n_x[x])$ of a zero-cycle $\sum n_x[x]$ is defined to be the sum $\sum n_x[\kappa(x) : k] \in \mathbb{Z}$. We can prove that this map factors through $CH_0(X)$ and hence define the map $\deg\colon CH_0(X) \to \mathbb{Z}$ (see [10]). Put

$$A_0(X) := \operatorname{Ker}(\deg\colon CH_0(X) \to \mathbb{Z}).$$

Our result is computation of $A_0(X)$ for some diagonal cubic surfaces X over p-adic fields.

5.2 Computing $A_0(X)$

For a proper smooth geometrically connected curve X over a field k, Lichtenbaum [14] constructed a pair-

ing

$$\mathrm{Pic}(X) \times \mathrm{Br}(X) \to \mathrm{Br}(k).$$

He also proved this pairing and its variants are non-degenerate when k is a p-adic field. In the sequel of the paper, a field k always means a p-adic field and we denote by ord_k the normalized valuation on k. In particular, we have $\mathrm{Br}(k) \cong \mathbb{Q}/\mathbb{Z}$. Generalizing this result, for any proper smooth geometrically connected variety X, Manin [15] constructed a pairing

$$A_0(X) \times \mathrm{Br}(X)/\mathrm{Br}(k) \to \mathbb{Q}/\mathbb{Z}$$

and its variant which are now called the Brauer-Manin pairings. However, for a higher dimensional variety, these pairing are not always non-degenerate and there are many studies on sufficient conditions for non-degeneracy. For example, Colliot-Thélène [4, Proposition 5, Proposition 7] proved the following theorem. Let

$$\Phi_X \colon A_0(X) \to \mathrm{Hom}(\mathrm{Br}(X)/\mathrm{Br}(k), \mathbb{Q}/\mathbb{Z})$$

be the map naturally induced by the Brauer-Manin pairing.

Theorem 5.1. *Let X be a smooth projective geometrically connected geometrically rational surface over a p-adic field k. Then the map Φ_X is injective.*

A variety X over a field K is geometrically rational if its base change to an algebraic closure of K is birational to a projective space. We note that diagonal cubic surfaces are geometrically rational(see for example [13, V.4]).

Recently, Saito and Sato [19] gave a sufficient condition for the surjectivity of Φ_X. We now explain their condition in the case of diagonal cubic surfaces. Let X be a diagonal cubic surface over a p-adic field k and $\mathcal{O}_k$ the integer ring of k. Assume that there exists a scheme $\mathcal{X}$ regular in codimension one, faithfully flat over $\mathrm{Spec}\,\mathcal{O}_k$ and satisfying $\mathcal{X} \times_{\mathrm{Spec}\,\mathcal{O}_k} \mathrm{Spec}\,k \cong X$. For a generic point η of the special fiber of $\mathcal{X}/\mathrm{Spec}\,\mathcal{O}_k$, we denote by A_η and K_η the henselization of the local ring $\mathcal{O}_{\mathcal{X},\eta}$ and its fractional field respectively. Note that $\mathrm{Br}(A_\eta)$ can be considered as a subgroup of $\mathrm{Br}(K_\eta)$. Put $\overline{\iota_\eta}\colon \mathrm{Br}(X) \to \mathrm{Br}(K_\eta)/\mathrm{Br}(A_\eta)$. Their sufficient condition is the following:

Theorem 5.2([19, Proposition 4.1.3.]). *If there exists a generic point η such that $\mathrm{Ker}\,\overline{\iota} \subset \mathrm{Br}_0(X)$, then the map Φ_X is surjective.*

In [19, Theorem 4.1.1.], for diagonal cubic surfaces $X_d : x^3+y^3+z^3+dw^3=0$, using the above two theorems and the explicit generators of $\mathrm{Br}(X_d)$ given by Manin, Saito and Sato explicitly computed the group structure of $A_0(X_d)$. We remark that in the case $p \neq 3$, such computation had been done in [7] under a simpler setting. The most difficult point is to check the condition $\mathrm{Ker}\,\overline{\iota} \subset \mathrm{Br}_0(X)$ in the case $p=3$, by using a descending filtration on $H^2(K_\eta, \mu_3^{\otimes 2})$. We remark such a filtration was first appeared and studied in [2] in the strictly henselian case.

5.3 Results

Using the same computation method as in [19], we first proved the following result ([21, Theorem 2.]).

Theorem 5.3. *Let k be a 3-adic field containing a primitive cubic root of unity, X be a diagonal cubic surfaces of the form $x^3+y^3+z^3+dw^3=0$ with $d \notin (k^\times)^3$. Assume $\mathrm{ord}_k(d) \equiv 2 \mod 3$ and the absolute ramification index e of k is greater than 3. Then we have $A_0(X) \cong (\mathbb{Z}/3\mathbb{Z})^2$.*

Remark 5.4. In the paper [19], Saito and Sato computed $A_0(X)$ under another assumption $\mathrm{ord}_k(d) \equiv 1 \mod 3$. In their case, the defining equation of $\mathcal{X}$ can be taken as the same as that of X. However, in our case, such a choice does not satisfy the regularity assumption of $\mathcal{X}$ and we should consider its blow-up. Therefore our computation is much harder.

We have no results in the case $\mathrm{ord}_k(d) \equiv 0 \mod 3$.

In the case $p \neq 3$, though the structure of $CH_0(X)$ had been known ([7], [19]), it was not known what kinds of zero-cycles generate $CH_0(X)$. In this direction, we proved the following theorem:

Theorem 5.5([21, Theorem 4.]). *Let $p \neq 3$ be a prime number, k a p-adic field containing a primitive cubic root of unity and X a diagonal cubic surface of the form $x^3+y^3+z^3+dw^3=0$ with $d \notin (k^\times)^3$. Then*

$CH_0(X)$ is generated by classes of rational points.

This theorem was proved by showing the existence of zero-cycles of the form $[P]-[Q]$ (with rational points P, Q) whose images under Φ_X are non-trivial.

Remark 5.6. Recently, Yamamoto [23] proved that in the case $p=3$ and $\mathrm{ord}_k(d) \not\equiv 0 \mod 3$, $CH_0(X)$ is also generated by the class of rational points. His proof is to construct explicit zero-cycles generating $A_0(X)$. We note that it gives another proof of Theorem 5.3 without assuming our technical condition $e>3$.

For surfaces of the form $x^3+y^3+cz^3+dw^3=0$, by using Theorem 3.1, we have the following result ([21, Theorem 3.]):

Theorem 5.7. *Let k be a p-adic field and X be a diagonal cubic surface of the form $x^3+y^3+cz^3+dw^3=0$ with $c, d, cd, c/d \notin (k^\times)^3$.*

(1) *Assume $p \neq 3$. If $\mathrm{ord}_k(c) \equiv \mathrm{ord}_k(d) \equiv 0 \mod 3$, $A_0(X)=0$. Otherwise, $A_0(X) \cong \mathbb{Z}/3\mathbb{Z}$.*

(2) *Assume $p=3$. If k contains a primitive cubic root of unity and $\mathrm{ord}_k(c-1)$ is greater than the absolute ramification index of k, we have $A_0(X) \cong \mathbb{Z}/3\mathbb{Z}$.*

Acknowledgments. This work was supported by JSPS KAKENHI Grant Number 15K17526.

References

[1] M. Artin and D. Mumford, *Some elementary examples of unirational varieties which are not rational*, Proc. London Math. Soc. **25** (1972), no. 3, 75–95.

[2] S. Bloch and K. Kato, *p-adic étale cohomology*, Inst. Hautes Études Sci. Publ. Math. **63** (1986), 107–152.

[3] M. Bright, *Brauer groups of diagonal quartic surfaces*, Journal of Symbolic Computation **41** (2006), 544–558.

[4] J.-L. Colliot-Thélène, *Hilbert's Theorem 90 for K_2, with Application to the Chow Group of Rational Surfaces*, Invent. Math. **71** (1983), 1–20.

[5] J.-L. Colliot-Thélène, D. Kanevsky, and J.-J. Sansuc, *Arithmétique des surfaces cubiques diagonales*, Diophantine approximation and transcendence theory (Bonn, 1985), Lecture Notes in Math., vol. 1290, Springer, Berlin, 1987, pp. 1–108.

[6] J.-L. Colliot-Thélène and M. Ojanguren, *Variétés unirationnelles non rationnelles: au-delà de l'example d'Artin et Mumford*, Invent. Math. **97** (1989), 141–158.

[7] J.-L. Colliot-Thélène and S. Saito, *Zéro-cycles sur les variétés p-adiques et groupe de Brauer*, Internat. Math. Res. Notices (1996), no. 4, 151–160.

[8] J.-L. Colliot-Thélène and O. Wittenberg, *Groupe de Brauer et points entiers de deux familles de surfaces cubiques affines*, Amer. J. of Math. **134** (2012), no. 5, 1303–1327.

[9] C. S. Dalawat, *Le groupe de Chow d'une surface de Châtelet sur un corps local*, Indag. Math.(N.S) **11** (2000), no. 2.

[10] W. Fulton, *Intersection theory*, 2nd ed., Springer, 1998.

[11] A. Grothendieck, *Le groupe de Brauer I*, Dix exposés sur la cohomologie des schémas, North-Holland, Amsterdam, 1968, pp. 46–65.

[12] ———, *Le groupe de Brauer II*, Dix exposés sur la cohomologie des schémas, North-Holland, Amsterdam, 1968, pp. 66–87.

[13] R. Hartshorne, *Algebraic Geometry*, Graduate Texts in Mathematics **52**, Springer, 1977

[14] S. Lichtenbaum, *Duality theorems for curves over p-adic fields*, Invent. Math. **7** (1969), 120–136.

[15] Yu. I. Manin, *Le groupe de Brauer-Grothendieck en géométrie diophantienne*, Actes de Congrès international de Mathématiciens (Nice, 1970),

vol. 1, Gauthier-Villars, Paris, 1971, pp. 401–411.

[16] ———, *Cubic forms: algebra, geometry, arithmetic*, 2nd ed., North-Holland Mathematical Library, vol. 4, North-Holland Publishing Co., Amsterdam, 1986, Translated from Russian by Hazewinkel, M.

[17] A. S. Merkurjev and A. A. Suslin, *K-cohomology of Severi-Brauer varieties and the norm residue homomorphism*, Izv. Akad. Nauk SSSR Ser. Mat. **46** (1982), no. 5, 1011–1046, 1135–1136.

[18] J. S. Milne, *Etale cohomology*, Princeton Mathematical Series, vol. 33, Princeton University Press, Princeton, N. J., 1980.

[19] S. Saito and K. Sato, *Zero-cycles on varieties over p-adic fields and Brauer groups*, Ann. Sci. Éc. Norm. Supér. (4) **47** (2014), no. 3, 505–537.

[20] T. Uematsu, *On the Brauer group of diagonal cubic surfaces*, Q. J. Math. **65** (2014), no. 2, 677–701.

[21] ———, *Zero-cycles on diagonal cubic surfaces over p-adic fields*, Mathematische Zeitschrift **279** (2015), no. 3–4, 1047–1066.

[22] ———, *On the Brauer group of affine diagonal quadrics*, Journal of Number Theory **163** (2016), 146–158.

[23] K. Yamamoto, *On generators of the Chow group of zero-cycles on diagonal cubic surfaces over* 3*-adic fields*, Acta Arithmetica, to appear.

(原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日)

移民付き Galton-Watson 分枝過程の漸近挙動について

内村佳典 [1)]

Asymptotic behavior of the Galton-Watson branching process with immigration

Yoshinori UCHIMURA [1)]

Abstract

This paper introduces a limiting distribution of Galton-Watson branching processes with immigration.

1　はじめに

分枝過程にはいくつかの種類があるが，ここでは Galton-Watson（G-W）分枝過程に移民成分を付加したモデルを扱うことにする．G-W 分枝過程は，F. Galton と H. W. Watson により，家系の存続モデルとして導入されたことで知られている [1]．この確率過程は，家系の存続に限らず，生物個体数の変動など，粒子が時間の経過に伴って分裂・消滅を繰り返す現象に適用できる．このモデルに移民成分を付加したモデルが C. R. Heathcote により提案された [2],[3]．これを移民付き G-W 分枝過程という．この確率過程は，家系の存続モデルとしてみたときの子孫の期待値により，劣臨界的・臨界的・優臨界的の 3 つに分類される．また，移民の有無に関係なく，G-W 分枝過程は非負整数値の全体を状態空間とする時間的に一様な Markov 連鎖である．本稿では，この確率過程について，これまでに得られた推移確率行列に関する結果と極限分布に関する結果について説明する．

2　移民付き G-W 分枝過程

2.1　モデルの説明

$\mathbb{N} := \{1, 2, \ldots\}$ とし $\mathbb{N}_0 := \mathbb{N} \cup \{0\}$ とする．

また，$\{X_{k,n}; k \in \mathbb{N}, n \in \mathbb{N}\}$ と $\{I_n; n \in \mathbb{N}\}$ はそれぞれ独立同分布の確率変数とし，$\{X_{k,n}, I_n; k \in \mathbb{N}, n \in \mathbb{N}\}$ は独立とする．各 $n \in \mathbb{N}_0$ に対して，Y_n を以下で与えられる確率変数とする．

$$Y_{n+1} = \sum_{k=1}^{Y_n} X_{k,n} + I_n, \quad Y_0 = 1.$$

このとき，$\{Y_n\}_{n=0}^{\infty}$ を移民付き G-W 分枝過程という．

まず，移民付き G-W 分枝過程の応用的な意味を，生物個体数の変動に関連付けて簡単に説明する（詳細は [4],[5] を参照）．各 $n \in \mathbb{N}_0$ に対する Y_n は第 n 世代の個体数を意味し，$X_{k,n}$ は第 n 世代の k 番目の個体から生じる子孫の個体数を意味する．また，I_n は第 n 世代における外部からの移民の個体数を意味する．つまり，上式はこれらの個体数の合計により次世代の個体数 Y_{n+1} が決まることを意味している．移民なしの通常の G-W 分枝過程では，移民を意味する I_n は加えない．このため，通常の G-W 分枝過程では，ある世代で個体数が 0 になると，それ以降の世代でもその値は常に 0 であることがわかる．このことは絶滅を意味し，移民成分はそれを防ぐ役割を果たす．

次に，移民付き G-W 分枝過程の確率過程としての特徴について説明する．$\{Y_n\}_{n=0}^{\infty}$ は，$\mathbb{N}_0$ を状態空間とする Markov 連鎖である．さらに，$\{X_{k,n}\}$ が独立

1) 数学科
1) Department of Mathematics

同分布であるという仮定から，この Markov 連鎖は時間的に一様となる．通常の G-W 分枝過程では，状態 $\{0\}$ が吸収状態になるのに対して，移民付き G-W 分枝過程は，$P(I_n = 0) = 1$ の場合を除いて，そうはならない．また，$P(I_n = 0) = 1$ は移民成分が加わらないことを意味するから，この場合は通常の G-W 分枝過程と変わらない．この意味で，通常の G-W 分枝過程は移民付き G-W 分枝過程の特別な場合とみなせる．この Markov 連鎖の状態遷移確率は，Y_n が $X_{k,n}$ と I_n の和で表されていることから，これらの分布の畳込みにより与えられる．このことから，移民の有無に関係なく，G-W 分枝過程の解析には母関数が有用な道具となっている．実際，Y_n の母関数から極限分布の存在がわかる．本稿では，極限分布が存在する場合に，それが具体的にどのような式で表せるかを示す．

2.2　モデルの分類

$\{X_{k,n}; k \in \mathbb{N}, n \in \mathbb{N}\}$ は，独立同分布の確率変数であったから，これらの期待値はすべて等しい．いま，その期待値を m で表す．このとき，$m < 1$ ならば $\{Y_n\}_{n=0}^{\infty}$ は劣臨界的であるといい，$m = 1$ ならば臨界的，$m > 1$ ならば優臨界的であるという．図 1 に，それぞれの場合の Y_n の時間変化の例を示す．3 つのグラフを比較すると，変化の様子が大きく異なることがわかる．

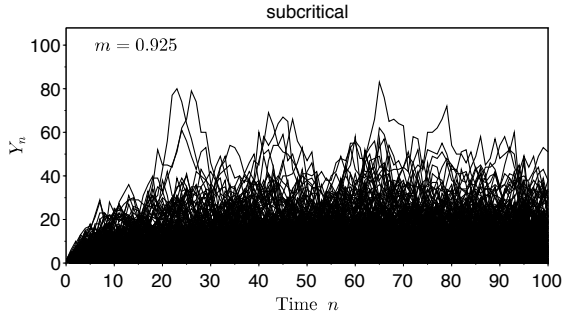
移民付き G-W 分枝過程 $\{Y_n\}_{n=0}^{\infty}$ について，次の事実が知られている．劣臨界でかつ移民の期待値が有限のとき，

$$\lim_{n\to\infty} P(Y_n = k) = \rho_k$$

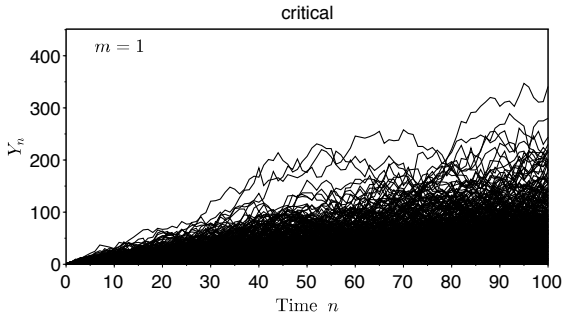
となる確率分布 $\{\rho_k,\ k \geq 0\}$ が存在する．また，優臨界のときと，臨界でかつ $G_I''(1) < 0$ のとき，$0 < k < \infty$ に対して

$$\lim_{n\to\infty} P(Y_n = k) = 0$$

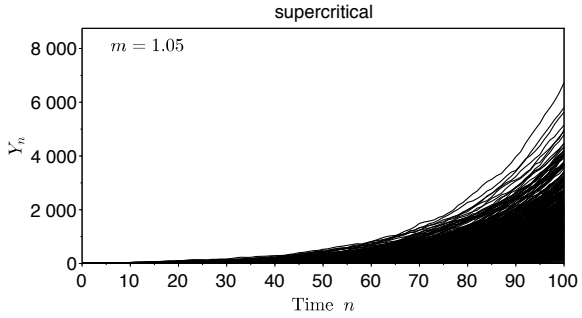
となる．ここで，G_I は I_n の母関数である．実際，これらの事実は図 1 の Y_n の挙動からもわかる．



(a) 劣臨界（$m = 0.925$）



(b) 臨界（$m = 1$）



(c) 優臨界（$m = 1.05$）

図 1: Y_n の時間変化．

3　極限分布

移民付き G-W 分枝過程について，これまでに得られた極限分布に関する結果を示す [6],[7],[8]．

確率変数 Y_n, $n \geq 1$ は，独立な確率変数の和として与えられているため，推移確率行列を考える際に，その各行は $X_{k,n}$ の分布 $\boldsymbol{p}_X = (p_j)_{j\in\mathbb{N}_0}$ と I_n の分布 $\boldsymbol{p}_I = (q_j)_{j\in\mathbb{N}_0}$ の畳込みで表すことができる．ここで，$P(X_{k,n} = j) = p_j$，$P(I_n = j) = q_j$ である．また，$\boldsymbol{p}_X$ と $\boldsymbol{p}_I$ はベクトルとして扱う．具体的には，推移確率行列の第 i 行目（$i = 0, 1, 2, \ldots$）は以下のように表

すことができる．

$$\boldsymbol{p}_X^{i*} * \boldsymbol{p}_I = \underbrace{\boldsymbol{p}_X * \cdots * \boldsymbol{p}_X}_{i} * \boldsymbol{p}_I.$$

この畳込みの演算を行列の積で表現することで，以下に述べる推移確率行列 $\boldsymbol{P}$ に関する結果を得た．

行列 $\boldsymbol{S}$ を次のように定める．

$$\boldsymbol{S} := (\tbinom{i}{j})_{i,j\in\mathbb{N}_0} = \begin{pmatrix} \binom{0}{0} & & & \boldsymbol{O} \\ \binom{1}{0} & \binom{1}{1} & & \\ \binom{2}{0} & \binom{2}{1} & \binom{2}{2} & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix}.$$

ここで，$\binom{n}{k} := \frac{n!}{k!(n-k)!}$ である．このとき，行列 $\boldsymbol{S}$ の逆行列 $\boldsymbol{S}^{-1}$ は次で与えられる．

$$\boldsymbol{S}^{-1} = ((-1)^{i+j}\tbinom{i}{j})_{i,j\in\mathbb{N}_0} = \begin{pmatrix} \binom{0}{0} & & & \boldsymbol{O} \\ -\binom{1}{0} & \binom{1}{1} & & \\ \binom{2}{0} & -\binom{2}{1} & \binom{2}{2} & \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix}.$$

各 $i, j \in \mathbb{N}_0$ に対して λ_{ij} を次のように定める．

$$\lambda_{ij} := \{(\boldsymbol{p}_X - \boldsymbol{\delta})^{i*} * \boldsymbol{p}_I\}\boldsymbol{s}_j,$$
$$\boldsymbol{\delta} := (1 \ 0 \ 0 \ \cdots),$$
$$\boldsymbol{s}_j := {}^t(\tbinom{0}{j} \ \tbinom{1}{j} \ \tbinom{2}{j} \ \cdots).$$

任意の $i, j \in \mathbb{N}_0$ に対して $\lambda_{ij} < \infty$ のとき，移民付き G-W 分枝過程の推移確率行列 $\boldsymbol{P}$ について，次が成り立つ．

$$\boldsymbol{S}^{-1}\boldsymbol{P}\boldsymbol{S} = \begin{pmatrix} \mathrm{E}[X]^0 & \lambda_{01} & \lambda_{02} & \cdots \\ & \mathrm{E}[X]^1 & \lambda_{12} & \cdots \\ & & \mathrm{E}[X]^2 & \cdots \\ \boldsymbol{O} & & & \ddots \end{pmatrix}.$$

ここで，$\mathrm{E}[X]$ は $\boldsymbol{p}_X$ に従う確率変数の期待値 m である．また，$\boldsymbol{p}_X$ と $\boldsymbol{p}_I$ がともに有限分布ならば，$\lambda_{ij} < \infty$, $i, j \in \mathbb{N}_0$ の条件は満たされる．

上記の結果に基づき，この過程の極限分布に関する結果として以下が得られた．

移民付き G-W 分枝過程 $\{Y_n\}_{n=0}^{\infty}$ について，$m < 1$ のとき，極限分布を $\boldsymbol{\pi} = (\pi_j)_{j\in\mathbb{N}_0}$ で表すとその第 j 成分は以下のようになる．

$$\pi_j = \sum_{k=j}^{\infty} (-1)^{k+j}\tbinom{k}{j}\lambda_{0k}^{(\infty)}.$$

ここで，各 $k \in \mathbb{N}_0$ に対して $\lambda_{0k}^{(\infty)}$ は以下のように与えられる．

$$\lambda_{0k}^{(\infty)} = \begin{cases} 1, & \text{if } k = 0, \\ \frac{1}{1-\mathrm{E}[X]^k}\sum_{\ell=0}^{k-1}\lambda_{0\ell}^{(\infty)}\lambda_{\ell k}, & \text{if } k \geq 1. \end{cases}$$

さらに，このとき $\boldsymbol{\pi}$ は定常分布でもある．

4　まとめと今後の展望

本稿では，移民付き G-W 分枝過程の推移確率行列の分解と極限分布について述べた．今後は，これらと関連する以下の課題に取り組みたい．

4.1　優臨界の場合について

一般に，優臨界的の場合，移民付き G-W 分枝過程の極限分布は存在しない．しかし，ある条件のもとで，連続分布をもつ確率変数に概収束する確率過程を構成できる [9],[10]．この分布がもとの移民付き G-W 分枝過程の特徴量とどのような関係を持つかを，臨界的な場合の類似する結果 [11] を参考にして検討したい．

子孫 $X_{k,n}$ の期待値と分散をそれぞれ m と σ^2 で表す．また，移民成分 I_n の期待値と分散をそれぞれ λ と τ^2 で表す．これらについて，$1 < m < \infty$，$\sigma^2 < \infty$，$\lambda < \infty$，$\tau^2 < \infty$ である場合を考える．臨界的の場合，$\{Y_n/n\}_{n=0}^{\infty}$ はガンマ分布に従う確率変数に法則収束することが知られている [11]．ここでは，優臨界的の場合について考えているが，このとき $\{Y_n/n\}_{n=0}^{\infty}$ は法則収束しそうにないので，$\{Y_n/m^n\}_{n=0}^{\infty}$ とする [9]．ガンマ分布の密度関数は以下の通りであり，期待値は $\alpha\beta$ で，分散は $\alpha\beta^2$ となる（ここで，$\alpha > 0, \beta > 0$）．

$$f(x) = x^{\alpha-1}\frac{e^{-x/\beta}}{\Gamma(\alpha)\beta^{\alpha}}, \qquad x > 0.$$

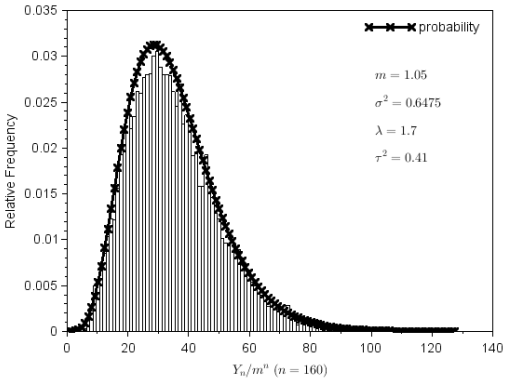


図 2: $n = 160$ における Y_n/m^n の相対度数とガンマ分布で計算した各区間の確率.

優臨界的の場合は

$$\lim_{n\to\infty} \mathrm{E}[Y_n/m^n] = \frac{m+\lambda-1}{m-1},$$
$$\lim_{n\to\infty} \mathrm{Var}[Y_n/m^n] = \frac{\sigma^2}{m(m-1)} + \frac{\lambda\sigma^2}{m(m-1)(m^2-1)} + \frac{\tau^2}{m^2-1},$$

となる．従って，臨界的な場合と同様に，$\{Y_n/m^n\}_{n=0}^{\infty}$ がガンマ分布に従う確率変数に法則収束すると仮定すると，

$$\alpha = \frac{m(m+1)(m+\lambda-1)^2)}{\sigma^2(m^2-1)+\lambda\sigma^2+\tau^2 m(m-1)}$$
$$\beta = \frac{\sigma^2(m^2-1)+\lambda\sigma^2+\tau^2 m(m-1)}{m(m^2-1)(m+\lambda-1)}$$

となる．

上記の仮定のもとで，n の値を十分大きくしたときの Y_n/m^n の相対度数を観察した．観察用のデータは，子孫の分布と移民の分布を変化させたものを，モンテカルロ法で生成した．図 2 に，観察したデータの例を示す．マーカー付きの実線は，上の α, β によるガンマ分布で計算した各区間の確率である．相対度数とこの確率が非常に近い値になっていることがわかる．このことから，優臨界的のとき，$\{Y_n/m^n\}_{n=0}^{\infty}$ は上の α, β によるガンマ分布に従う確率変数に法則収束する可能性があると考える．

優臨界的な移民付き G-W 分枝過程 $\{Y_n\}_{n=0}^{\infty}$ に対して，$\{Y_n/m^n\}_{n=0}^{\infty}$ がガンマ分布に従う確率変数に法則収束する可能性があることが実験的にわかった．今後は，このことを数学的に証明することを目指すとともに，より多くのデータからこの可能性に反する例が生じないかを確認する．数学的な証明については，臨界的な場合にのみ成立する [12] の性質を，優臨界的の場合に適用できるように拡張する方法を検討する予定である．

4.2　時間的に一様でない場合について

子孫の分布と移民の分布が世代により変化する場合を考える．このとき，$\{Y_n\}_{n=0}^{\infty}$ は時間的に一様でない Markov 連鎖となり，推移確率行列も世代により変化する．しかしながら，前節で示した推移確率行列に関する結果は，各世代の推移確率行列に適用できるため，このようにモデルを拡張した場合の極限分布について考える際に有効なものとなる可能性がある．このことは，応用的にもより柔軟なモデルを構成するために重要であるため，今後の課題としたい．

参考文献

[1] H. W. Watson, F. Galton: On the Probability of the Extinction of Families, Journal of the Anthropological Institute of Great Britain, Vol. 4, 138-144, 1875. 1189–1192.

[2] C. R. Heathcote: A Branching Process Allowing Immigration, Journal of the Royal Statistical Society, Series B (Methodological), Vol. 27, No. 1, 138–143, 1965.

[3] C. R. Heathcote: Corrections and Comments on the Paper “A Branching Process Allowing Immigration”, Journal of the Royal Statistical Society, Series B (Methodological), Vol. 28, No. 1, 213–217, 1966.

[4] K. B. Athreya, P. E. Ney: Branching Processes, Dover, Mineola, 2004.

[5] T. E. Harris: The theory of branching processes, Springer-Verlag, Berlin, 1963.

[6] Y. Uchimura, K. Saitô: Asymptotic behavior of the Bernoulli type GaltonWatson branching process with immigration, Random Operators and Stochastic Equations, Vol.23, 1-10, 2015 .

[7] Y. Uchimura, K. Saitô: LIMITING DISTRIBUTIONS OF GALTON-WATSON BRANCHING PROCESSES WITH IMMIGRATION, Communications on Stochastic Analysis, Vol.6, No.2, 281 － 295,　2012.

[8] Y. Uchimura, K. Saitô: STATIONARY DISTRIBUTIONS OF THE BERNOULLI TYPE GALTON-WATSON BRANCHING PROCESS WITH IMMIGRATION, Communications on Stochastic Analysis, Vol.5, No.3, 457 － 480, 2011.

[9] E. Seneta: A Note on the Supercritical Galton-Watson process with Immigration, Mathematical Biosciences, Vol. 6, 305–311, 1970.

[10] E. Seneta: On the Supercritical Galton-Watson Process with Immigration, Mathematical Biosciences, Vol. 7, 9–14, 1970.

[11] E. Seneta: An Explicit-limit Theorem for the Critical Galton-Watson Process with Immigration, Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological), Vol.32, No. 1, 149–152, 1970.

[12] H. Kesten, P. Ney, F. Spitzer: The Galton-Watson Process with Mean One and Finite Variance, Teor. Veroyatnost. i Primenen., Vol.11, 579–611, 1966.

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日）

AC 励起大気圧アルゴンプラズマの分光学的解析

竹田圭吾 [1)]

Spectroscopic analysis of AC excited atmospheric pressure argon plasma

Keigo TAKEDA[1)]

Abstract

Spectroscopic analysis of AC excited atmospheric pressure Ar plasma were carried out to understand the generation and transport of reactive species. Spatial distributions of electron density Ne, electron temperature Te, and gas temperature Tg were measured by laser Thomson and Raman scattering spectroscopy. Although Tg was almost constant in the plasma region, Te and Ne became highest value at edge region of plasma. It is indicated that the generations of reactive species due to electron collisions were efficiently occurred at the edge region of plasma. Moreover, by vacuum ultraviolet absorption spectroscopy, spatial distributions of O atom densities were measured as a function of the distance from the AC excited atmospheric pressure Ar plasma with small addition of O_2 gas. In remote regions of the plasma, the absolute density of O atom at a gas flow rate of 1 slm decreased from 4.1×10^{14} to 1.5×10^{13} cm^{-3} with increasing the distance from 10 to 16 mm and that at 5 slm decreased from 7.7×10^{14} to 2.0×10^{14} cm^{-3}. It is considered that gas flow was important for the decrease in the reduction ratio of O atom in remote region of plasma.

1. はじめに

大気圧非平衡プラズマは，大規模な真空設備を必要とせず，大気圧環境下において，高密度（電子密度：10^{13}～10^{16} cm^{-3}），安定した低温プラズマを生成することを可能とする [1)]．この優れた特性を活かし，これまでに基材の表面処理や材料加工などへ応用がなされている [2-4)]．近年では，ガン治療，創傷治療をはじめとする医療分野 [5,6)] や，殺菌，植物の成長促進など農業分野 [7,8)] へとその応用範囲を更に広げ，これまでの減圧プラズマでは処理できなかった細胞や生体などへのプラズマ照射など非常に興味深い研究が進められている．以上のような様々な応用における大気圧非平衡プラズマの表面反応は，プラズマ内部で生成される分子状ラジカルや原子など反応活性種による化学反応が支配的である．減圧プラズマと比較し，一桁以上高密度な電子密度状態である大気圧非平衡プラズマは，上記の反応活性種を高密度に生成・供給する能力を有し，材料加工などでは更なる高速プロセスの実現が期待できる．しかし，一般的な大気圧非平衡プラズマのサイズは非常に小さく，マイクロからセンチメートル程度であり，プラズマを照射する対象物はプラズマ発生装置内の主放電部ではなく，少し離れたリモート領域に設置される場合がほとんどである．気相中でのガス分子間の衝突が盛んに起こっている大気圧環境下においては，プラズマ内部で生成された反応活性種の多くは直ちに他の粒子と衝突・反応（三体反応による再結合）し，プラズマ表面反応に寄与しない安定な粒子となる．そのため大気圧非平衡プラズマの材料加工への応用とその最適化を進めるうえで、効率よく高い反応性を有する活性種の生成し，処理対象となるサンプルへ供給する技術の構築が重要である．本研究では，商用周波数 AC 60 Hz 電圧を kV オーダーまで昇圧した高圧電源を放電電源とし，アルゴン（Ar）ガスを主放電ガスとして用いた AC 励起大気圧 Ar プラズマにおいて，レーザートムソン散乱分光法を用いて，活性種の生成に影響を与えるプラズマ内部の電子温度・密度，ガス温度の定量的な計測を行うとともに，Ar に対して O_2 ガスを少量（1%）添加した混合ガスプラズマの内部で生成された酸素原子の絶対密度計測を真空紫外吸収分光法により行い，放電ガスのガス流による活性種輸送への影響に関する考察を行った．

2. AC 励起大気圧 Ar プラズマ装置

AC 励起大気圧 Ar プラズマ発生装置の概略図を Fig. 1 に示す．本装置では，二つの対向した金属の電極間の距

1) 電気電子工学科

1) Department of Electrical and Electronic Engineering

離を 2 mm，Ar ガスが噴き出る内径 1 mm のガス管との距離は 4 mm としている．この対向電極間に Ar ガス流を供給した状態において，数 kV 程度の AC 60 Hz 高電圧を両電極に印可することで，Ar ガスの流れ方向に約 10 mm 程度の伸びた三角形のシート状のプラズマが形成される．

本研究では，この AC 励起大気圧 Ar プラズマ装置を，レーザートムソン散乱分光法および真空紫外吸収分光法における各計測点に対して，三次元的に走査することで空間的に電子および酸素原子の計測を行った．

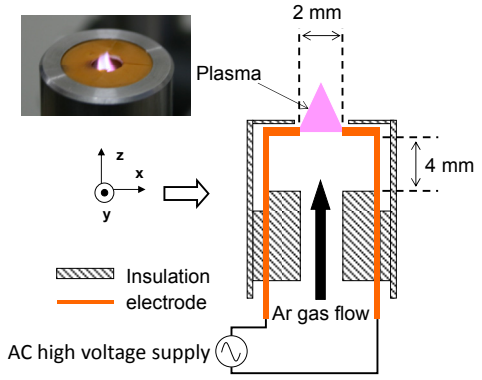


Fig. 1 AC excited atmospheric pressure Ar plasma source.

3. レーザートムソン散乱分光法による電子温度・密度およびガス温度の計測

3.1 実験セットアップ

本研究で用いたレーザートムソン散乱分光法 [9]とは，プラズマ内にレーザー光を入射し，自由電子からの弾性光散乱であるトムソン散乱光を計測する方法である．この手法の長所として，１）散乱スペクトルが電子の速度分布に対応しているので，データの解釈に曖昧性がない．２）プラズマに非接触な計測法であり、信頼性が高い．などが挙げられる．しかし，散乱信号が微弱であること，ガス分子などによるレイリー散乱やラマン散乱など妨害光の影響が大きいなど欠点もある．本研究では，これら問題点の解決するため，トリプルグレーティングスペクトログラフ（TGS）と ICCD カメラを組み合わせたシステムを用いた．TGS 内に設置した空間フィルタにより，他の散乱光に比べて極めて強いレイリー散乱光を除去することができ，微弱なラマン散乱やトムソン散乱を計測することが可能となる．

構築した実験セットアップを Fig. 2 に示す．今回の計測では，Nd:YAG レーザーの第二高調波である波長 532 nm のレーザー光を生成したプラズマ内部に入射し，発生した散乱光を TGS により分光し，ICCD カメラによって検出される系となっている．

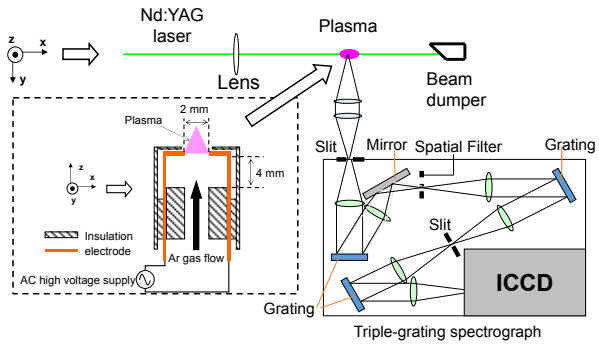


Fig. 2 Experimental setup of laser Thomson scattering spectroscopy for measurements of electron temperature, electron density, and gas temperature in AC excited atmospheric pressure Ar plasma in open air condition.

3.2 計測結果

放電ガスである Ar ガスの流量を 2 slm とし，大気ガス雰囲気中において，レーザートムソン散乱分光法によって計測された散乱光スペクトルを Fig. 3 に示す．

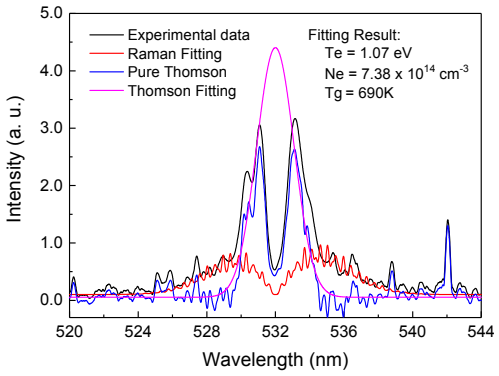


Fig. 3 Spectra of scattering lights observed by laser Thomson scattering spectroscopy.

黒色の実線で示すスペクトルが計測された散乱光スペクトルである．TGS の空間フィルタにより波長 532 nm を中心とするレイリー散乱光が除去されたスペクトル形状となっている．今回の計測は大気ガス雰囲気中において行われたものであり，この計測で得られたスペクトルには，電子によるトムソン散乱光と大気ガス分子による回転ラマン散乱光の影響を含まれている．そのため本研究では，大気ガス分子による回転ラマン散乱光のスペクトル（赤色の実線）を理論的に計算し，計測で得られたスペクトル（黒色の実線）に対してフィッティングするとともにその影響を差し引くことで，トムソン散乱光のスペクトル（青色の実線）を求めた，そして，得られたトムソン散乱光のスペクトルからプラズマ内部の電子温度・密度を求めた結果，電子温度 1.1 eV，電子密度 7.4

$\times 10^{14}$ cm^{-3} であった．また，回転ラマン散乱のスペクトル形状から求められるガス温度は 690 K であった．

次に Fig. 2 に示す実験セットアップにおいて，Nd:YAG レーザー光および TGS 集光点レンズの焦点位置は固定した状態でプラズマ源の位置のみを変化させ，プラズマ内の電子温度 Te，電子密度 Ne，そして，ガス温度 Tg の空間的な分布を計測した．Fig. 4 に示す結果は対向電極を結ぶ軸線に対して，(a)平行軸上，および (b) 直交軸上の分布である． それぞれの計測は，対向電極からガス下流側に z=1.0 mm の距離の位置で行われた．Fig. 4 (a)の平行軸上においては，ガス温度は x = 8 mm の位置で上昇は見られたもののほぼ一定であったが，電子温度 Te と電子密度 Ne が中心から x =±6 mm の点で最も高くなる結果となった．一方，Fig. 4 (b)の直交軸上では中心 (y = 0 mm) 付近が高くなる傾向がみられた．

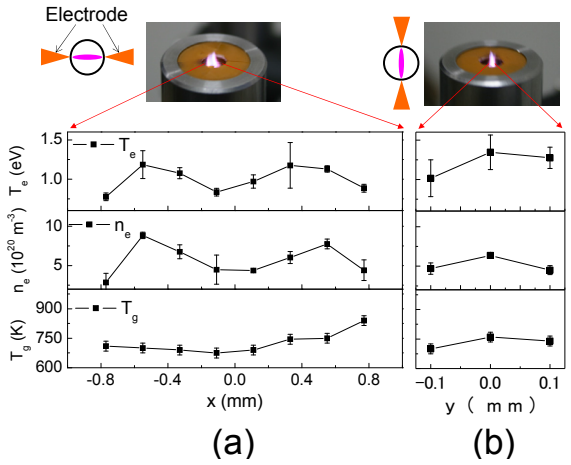


Fig. 4 Spatial distributions on (a) x and (b) y axes of electron temperature Te, electron density Ne, and gas temperature Tg of AC excited atmospheric pressure Ar plasma in open air condition.

今回計測した AC 励起大気圧 Ar プラズマは Fig. 1 に示す対向電極間に印可する AC 高電圧により電極を両端とするフィラメント状のプラズマが生成され，そのフィラメント状のプラズマが AC 120 Hz の周波数で下流域に伸縮すると考えられ，時間平均的には電極先端部を頂点とする三角形のシート状のプラズマが形成されたように観測される．このとき三角形の辺をなす外側の領域に電子温度・密度がともに高い状態になると考えられ，Fig. 4 (a) に示す平行 (x) 軸上での計測結果はこれを示唆するものである．一方，Fig. 4 (b)に示す直交 (y) 軸上での計測結果は，中心(y = 0 mm)のみに存在するシート状のプラズマであることからから中心から離れると電子温度 Te および電子密度 Ne ともに減少したものと考えられる．以上の結果は，本研究で使用した AC 励起大気圧プラズ装置においては、生成されるプラズマのエッジ部分において，原子や分子状活性種などが効率よく生成されていることを示すものである．

4. 真空紫外吸収分光法による酸素原子密度の計測

4.1 実験セットアップ

真空紫外吸収分光法 [10]は，波長 200 nm 以下の真空紫外領域に存在する原子状活性種の基底状態からの遷移線を利用した吸収分光法であり，原子状活性種による光吸収の度合からその絶対密度を求めることが可能である．

本研究において使用した AC 励起大気圧プラズマの真空紫外吸収分光計測の実験セットアップを Fig. 5 に示す．本研究で構築した真空紫外吸収分光システムの光源には，He ガスに対して少量の水素，窒素，酸素を添加した混合ガスを放電ガスとして用いた大気圧プラズマを光源とするマイクロ放電ホローカソードランプを使用した．この光源から放出される酸素原子の発光線（$3s\ ^3S^o\text{-}2p^4\ ^3P_{j=0,1,2}$: 130.217, 130.487, 130.604 nm）をプローブ光として，AC 励起大気圧プラズマ内部およびそのリモート部に入射し，プラズマで生成した酸素原子による吸収を受けた後の透過光を，光電子増倍管を備えた真空紫外分光器によって検出した．本研究では，放電ガスである Ar ガスに酸素（O_2）ガスを少量（1%）添加した AC 励起大気圧 O_2/Ar プラズマを使用し，プラズマ内部で酸素原子が効率よく生成される環境下で実験を行った．また，真空紫外吸収分光システムの計測点は固定の状態で，AC 励起大気圧プラズマ装置を高さ方向に走査できる機構を設けることで，酸素原子密度のプラズマ装置からの距離依存性を計測し，放電ガス流の流速が与える酸素原子のプラズマリモート領域への輸送に対する影響を考察した．

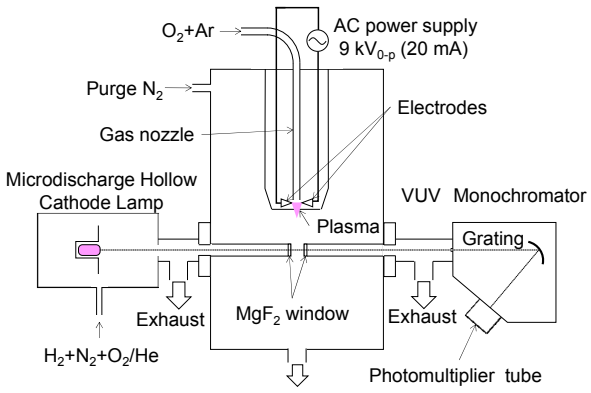


Fig. 5 Experimental setup of vacuum ultraviolet absorption spectroscopy for detecting O atoms emitted from AC excited atmospheric pressure O_2/Ar plasma.

4.2　計測結果

各放電ガス流量（O_2/(Ar+O_2)比：1%，流量：1～5 slm）の条件において計測された酸素原子密度の AC 励起大気圧プラズマ装置からの距離依存性を Fig. 6 に示す．本研究で使用した AC 励起大気圧プラズマのプラズマ長は約 10 mm 弱程度である．したがって，Fig. 6 に示す x = 10 mm 未満の距離においてはプラズマ領域内での計測となり，それ以上の距離においては，プラズマリモート領域における計測結果となる．Fig. 6 から見て取れるように，プラズマリモート領域では，酸素原子密度が急激に減少している．各点における酸素原子の密度は生成と消失のバランスで決定されると考えられ，プラズマリモート領域においては酸素原子の生成はなく，消失の項のみで決定されるため Fig. 6 に示すような急激に減少する結果になったものと考えられる．しかし，各総流量における z = 10 から 16 mm までの間における密度の減少を比較すると，総流量が 1 slm の時は，4.1×10^{14} から 1.5×10^{13} cm^{-3} と約 96.7%減少するのに対し，5 slm の時は，7.7×10^{14} から 2.0×10^{14} cm^{-3} と約 74.0%程度となり，流量を上げることで約 20%程度も減少割合が抑えられることが分かった．

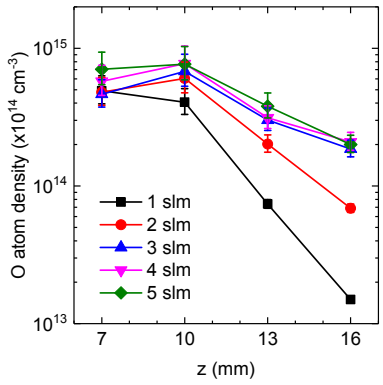


Fig. 6 Spatial distributions of O atom densities as a function of the distance z from the AC excited atmospheric pressure plasma source.

上記のようなガス流量の上昇に伴う酸素原子の減少割合の低下の要因を検討するうえで本研究ではプラズマ装置のガス噴出し口におけるガス流の速度に着目した．ガス速度 v は単位時間あたりに供給するガス体積 V と，ガス噴出し口の断面積 S で表される式 $v = V / S$ (m/s) を用いて求めた． Fig. 7 は，計算で求めたガス速度を横軸にし，プラズマ装置からの距離を表す z 軸上の各点の酸素原子の密度をプロットしたグラフである．この Fig. 7 の結果からわかるように，各 z 軸上の点における酸素原子の密度は，ガス速度の上昇とともに増加し，総流量 3 slm 以上ではほぼ飽和する傾向にある．また、各ガス速度における酸素原子密度の距離依存性のデータを基に，z 軸上の各点までに到達する時間と密度減少の関係から酸素原子の寿命を求めた結果も Fig. 7 に示す。ガス速度が 21.2 m/s (ガス流量 : 2 slm)の条件では，酸素原子の寿命は 83.8 μs であるが，106.1 m/s (ガス流量 : 5 slm)の条件では，41.1 μs と寿命が減少する結果となった．更に Fig. 7 における寿命の各点をフィッティングした結果，速度 v の-1/2 乗（$v^{-1/2}$）に比例することがわかった．これはガス速度の上昇とともに，雰囲気ガスである窒素分子の巻き込みが促進され，再結合や窒素酸化物などの他の分子となる反応が起こるためと考えられる．一方，酸素原子が各点までに到達する時間はガス速度 v に逆数（v^{-1}）に比例するため，ガス速度の上昇はより多くの酸素原子の下流域への輸送に寄与したものと考えられる．したがって，大気圧プラズマを用いた材料加工などのような主放電の領域から離れた場所にサンプルを設置してプラズマ処理を行う場合は，供給するガス流の速度は極めて重要なパラメータであると言える．

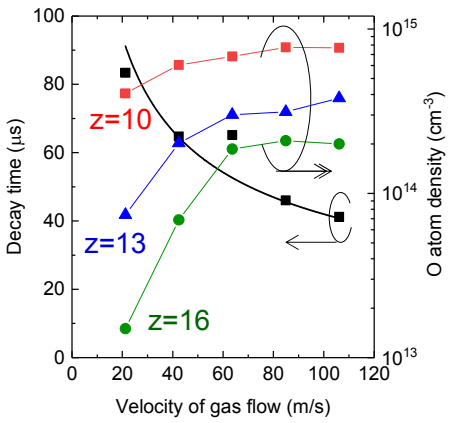


Fig. 7 O atom density at three different positions and decay time of O atoms as a function of gas flow velocity.

5.　まとめ

本研究では，表面処理や材料加工・合成をはじめとする様々な分野への応用研究がなされている AC 励起大気圧プラズマのプロセス技術の更なる高度化を目指し，当該プラズマのレーザートムソン散乱分光によるプラズマパラメータ計測および真空紫外吸収分光による酸素原子密度の計測を行った．そして，得られた結果をもとに，プロセス結果を左右する反応活性種のプラズマ内部での生成や酸素原子のリモート領域での輸送に対するガス流速の影響を考察した．

まず，レーザートムソン散乱分光の計測結果から，本研究で使用した AC 励起大気圧 Ar プラズマの電子温度

Te は 1 eV 前後・密度 Ne は 10^{14}cm^{-3} 台後半，ガス温度 Tg は約 700 から 750 K 程度であり，三角形のシート状に生成されるプラズマのエッジ部分が比較的高電子温度・密度の状態であることが判明した．したがって，当該プラズマ装置においてプラズマのエッジ部分において電子衝突による反応活性種の生成が効率よく起こっているものと考えられる．

また，真空紫外吸収分光を用いた酸素原子密度の計測結果から，プラズマ装置からの距離の増加（10→16 mm）に伴い，放電ガス流量が 1 slm の条件では，酸素原子の密度は4.1×10^{14}から1.5×10^{13} cm^{-3}と約96.7%減少するのに対し，5 slm の時は，7.7×10^{14}から2.0×10^{14} cm^{-3}と約74.0%程度となり，流量増加に伴って約 20%程度減少割合が抑えられることが分かった．また，ガス流の速度を基軸にし，酸素原子の寿命を求めた結果，ガス速度の上昇 (21.2 m/s → 106.1 m/s (ガス流量 : 2 → 5 slm))とともに，酸素原子の寿命は 83.8 μs から 41.1 μs と減少する結果となり，その振る舞いは速度 v の-1/2 乗（$v^{-1/2}$）に比例することがわかった．一方で酸素原子が各点までに到達する時間はガス速度 v に逆数（v^{-1}）に比例するため，ガス速度の上昇は酸素原子の輸送に大きく寄与するものと考えられる．したがって，大気圧プラズマにおいてガス流の速度はプロセスの最適化を行う上で極めて重要なパラメータであると言える．

参考文献

1) C. Tendero, C. Tixier, P. Tristant, J. Desmaison and P. Leprince, Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectoscopy, Vol. 61, pp. 2-30, 2006.
2) M. Iwasaki, H. Inui, Y. Matsudaira, H. Kano, N. Yoshida, M. Ito and M. Hori, Appl. Phys. Lett., Vol. 92, pp.081503-1-3, 2008.
3) M. Iwasaki, H. Inui, H. Kano, M. Ito, Y. Suzuki, D. Sutou, K. Nakada and M. Hori, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 47, pp.3625-3629, 2008.
4) H. Inui, K. Takeda, H. Kondo, K. Ishikawa, M. Sekine, H. Kano, N. Yoshida and M. Hori, Appl. Phys. Express, Vol. 3, pp.126101-1-3, 2010.
5) S. Iseki, K. Nakamura, M. Hayashi, H. Tanaka, H. Kondo, H. Kajiyama, H. Kano, F. Kikkawa and M. Hori, Appl. Phys. Lett., Vol. 100, pp.113702-1-4, 2012.
6) G. Fridman, G. Friedman, A. Gutsol, A. B. Shekhter, V. N. Vasilets, and A. Fridman, Plasma Process. Polym., Vol. 5, pp.503- 533, 2008.
7) S. Iseki, T. Ohta, A. Aomatsu, M. Ito, H. Kano, Y. Higashijima and M. Hori, Appl. Phys. Lett., Vol. 96, pp. 153704-1-3, 2010.
8) T. Sarinont, T. Amano, P. Attri, K. Koga, N. Hayashi, M. Shiratani, Arch. Biochem. Biophys., Vol. 605, pp. 129-140, 2016.
9) A. Kono and K. Nakatani, Rev. Sci. Instrum., Vol. 71 pp. 2716-2721 2000.
10) H. Nagai, M. Hiramatsu, M. Hori and T. Goto Rev. Sci. Instrum., Vol. 74, pp. 3453-3459, 2003.

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日）

塑性加工における面圧依存型摩擦法則の構築

吉川泰晴 [1)]

Development of Friction Law with Contact Pressure Dependence for Plate Forging

Yasuharu YOSHIKAWA[1)]

Abstract

Frictional behavior in dry metal forming is studied with a developed lateral stretching type tribometer using aluminium and steel specimens. The ratio of the flattened area starts to increase sharply when plastic deformation extends in the whole bulk. However, the average frictional stress increases linearly with average contact pressure irrespective of the flattened area ratio. A new friction law for dry metal forming with a following Coulomb's law in low pressure and constant frictional stress in high pressure is proposed and confirmed. Moreover, friction behavior of lubricant film for cold forging and oil are investigated experimentally. The both lubrication condition are followed Coulomb's law in the whole range of average pressure.

1. はじめに

板鍛造は中厚板材に鍛造加工を適用した塑性加工法であり，近年では絞りや曲げなどの板成形加工法と据込みや押出しなどの冷間鍛造加工法を組み合わせて，高精度で複雑形状の製品を成形できるように進化してきた．しかしながら，板鍛造は板成形に比べて板材が金型と接触する面が多く面圧も高いため，加工荷重が増大しやすく，また，棒線材の冷間鍛造に比べて自由表面が多く，材料の流れを予測しがたい側面を持っている．そのため，板鍛造の工程開発などでは有限要素解析（FEM）などのシミュレーション技術が活用されている．しかし高精度の成形品が要求される場合，解析の高精度化といった観点では摩擦モデルが課題の一つとなっている．

平滑な金型を用いてドライ加工をした場合，被加工材の表面は部分的に平坦化される．この平坦部は反射が良いため光学顕微鏡観察ではFig. 1のように白く見え，これが真実接触部と一般的に考えられている [1)]．凝着理論によれば，平均摩擦応力 τ_a は真実接触率 β とその面の摩擦応力 τ_f の積であり（$\tau_a = \beta\tau_f$），平均面圧 p_a は β と真実接触部の面圧 p_f の積（$p_a = \beta p_f$）である．機械要素のような一般的な摩擦面においては，塑性変形は表面層の真実接触部周辺に限られ，p_f と τ_f が一定と考えられ，平均摩擦係数 $\mu_a = \tau_a / p_a = (\beta\tau_f) / (\beta p_f) = \tau_f / p_f$ は平均面圧によらず一定になる．

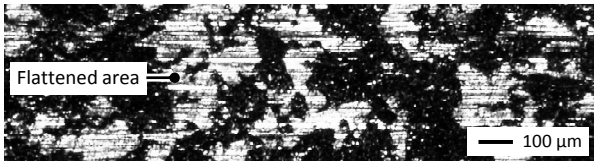


Fig. 1 Work-piece surface after dry forming.

塑性加工における工具との摩擦面においては，被加工材全体が塑性変形するため平坦部の面圧 p_f は一定ではなくなる．平坦部の摩擦応力 τ_f を一定とすると，μ_a が変化することになり，クーロン則が成り立たない．

Fig. 2 に示すような N. Bay らが示した摩擦応力と平均面圧の関係 [2)]を基に，板成形のような比較的低面圧の加工ではクーロン則を適用し，鍛造のような比較的高面圧の加工では摩擦せん断応力一定則が慣例的に適用されてきた．しかし，板鍛造において金型と板材との接触面圧は分布し，また加工中に大きく変化する．多くの場合，接触面圧は被加工材の降伏応力の 1.0～3.0 倍の範囲にあり，クーロン則も摩擦せん断応力一定則も適用しがたい状況にある．そのため，これまで有限要素解析に導入する摩擦モデルおよび摩擦係数は摩擦試験の結果を基に決定するか，試行錯誤により決定しており，板鍛造において摩擦モデルは解析精度に大きな影響を及ぼしていることは明らかである．より現実に適合した摩擦モデルを構築していくことが重要である．

本報では，ドライ環境下での摩擦試験およびその詳細な解析から構築した新しい摩擦法則について述べる．

1) 機械工学科

1) Department of Mechanical Engineering

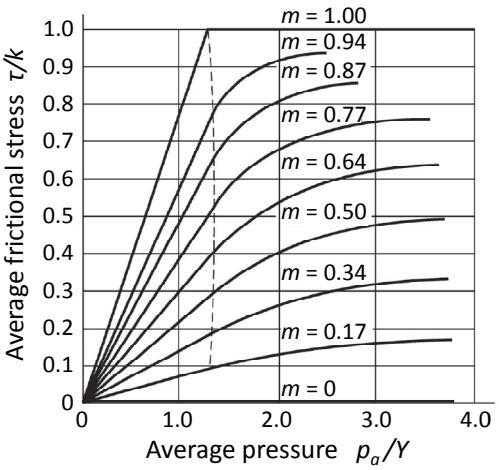


Fig. 2 Relationship between average frictional stress and average pressure in study of N. Bay [2].

2. 実験装置および方法

2.1 摩擦試験機

Bay らの解析では突起モデルのみが変形し，母材全体の変形を考慮していない．一方，池らによる有限要素解析 [3]により，被加工材のバルク変形を許した場合，被加工材全体が塑性変形を始めると接触率が急増することが報告されている．このことは，摩擦せん断応力一定則を適用した場合に，接触率の急増に従って摩擦応力も急増することを示唆する．したがって，塑性変形中の摩擦力の測定が必要となる．そこで板状試験片に側方張力を作用させながら，圧縮ししゅう動できる摩擦試験機を開発した．開発した試験機の概略図と原理図を Fig. 3 に示す．この側方引張型摩擦試験機は微小突起を有する板状試験片を一定荷重で引張りながら，下側の圧縮工具を上昇させ，試験片の突起部を圧縮する．それと同時に，しゅう動工具をスライドさせる．このとき，各荷重はロードセルにより計測される．

また，潤滑油の影響を除外するためにドライでの摩擦試験を行うのであるが，ドライ環境下では試験片と金型の凝着，焼付きが発生し，摩擦法則を検証することができない．そこでしゅう動金型にプラズマ CVD 法によるダイヤモンドライクカーボン（DLC）コーティングを適用した．これらの工夫をすることで試験片が塑性変形し得る状況での摩擦試験を，ドライ環境でも焼付きなく実施可能な摩擦試験機の開発に成功した．DLC コーティングを施した工具の表面粗さは 0.14 μmR_z であった．

側方引張型摩擦試験では試験片の破断により高面圧下での摩擦試験が実施できないため，高面圧摩擦試験も行った．高面圧摩擦試験ではコンテナ内に試験片を挿入し，パンチによって DLC コーティングを施したアンビルに押し当ててアンビルをスライドさせる機構となっている．この試験においては試験片の全体変形はしない．

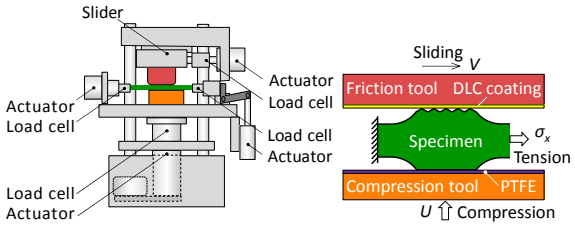


Fig. 3 Schematic image of tribometer and principle of friction test[4].

2.2 試験片

試験片には純アルミニウム板 A1050-H24 および冷間圧延鋼板 SPCC を使用した．A1050-H24 の変形抵抗 σ は 153 MPa 一定と近似できることを確認している．また，SPCC の変形抵抗は $\sigma = 548(\varepsilon + 0.005)^{0.21}$ である．長さ 250 mm×幅 30 mm の試験片の中央部表面に，切削により 0.2 mm ピッチで先端角 120° の平行微小突起を 5 個作製し，突起部のみがしゅう動工具と摩擦する形状となっている．試験片はアセトン中での超音波洗浄後に摩擦実験に使用した．試験片のしゅう動部に耐力の 40%にあたる引張応力 σ_x が作用するように，引張荷重を加え，0.1 mm/s の速度で摩擦させた．なお，表面突起の押しつぶし時に突起に加わる相当ひずみを考慮し，面圧を無次元化する際は Y の値に 0.08 の相当ひずみにおける変形抵抗を用いた．

高面圧摩擦試験においては，同様の板材から直径 9 mm の円板を切り出したものを試験片として使用した．アセトン中での超音波洗浄を行ったものを試験に使用した．

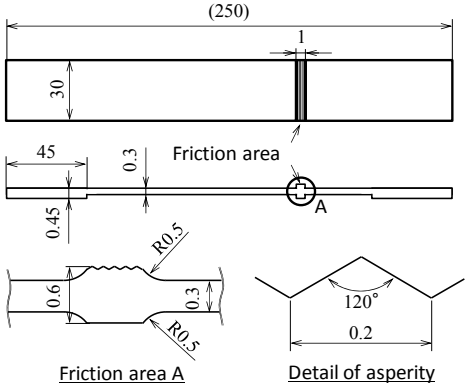
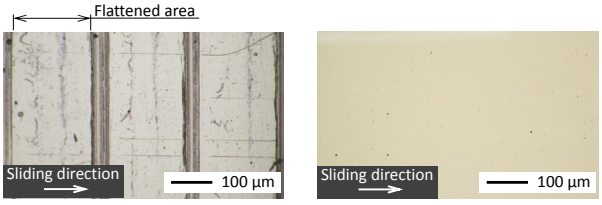


Fig. 4 Dimensions of specimen[4].

3. 実験結果

側方引張型摩擦試験後の A1050-H24 試験片の表面突起部としゅう動金型の表面観察写真を Fig. 5 に示す．試

験片の突起は平坦化されており，その平坦部にわずかな擦り傷は見られるものの，焼付きは見られない．しゅう動金型の表面においても凝着物などは見られず，またDLC 膜の剥離も発生していない．ドライ環境下でも焼付きなく摩擦試験が行われていることがわかる．



(a) Specimen　(b) DLC tool

Fig. 5 Surface of specimen and DLC tool after test observed by microscope ($p_a/Y = 0.85$)[4].

各摩擦試験後の試験片について，Fig. 5(a)のようにしゅう動面の画像から平坦になった面積を解析し，見かけの接触面積（1 mm×30 mm）に対する平坦部の面積の比（平坦化率）を求めた．平均面圧 p_a および平均摩擦応力 τ_a はそれぞれ圧縮荷重，摩擦力を見かけの接触面積で割った値である．Fig. 6 に平均摩擦応力および平坦化率の平均面圧のと関係を示す．平均面圧は試験片の変形抵抗 Y で，平均摩擦応力はせん断降伏応力 k で割って無次元化している．平坦化率は平均面圧が増加するに従い線形的に増加し，試験片が全体変形すると線形変化から逸脱し，急激に増えていく．この結果は池らの解析結果と同様の挙動を示している．一方，平均摩擦応力は平坦化率の急増に関係なく，線形関係を維持しており，クーロン則が成り立っている．また，9 回の実験結果は同一線上にあり，実験の再現性の高いことがわかる．

平均摩擦応力と平均接触圧力を平坦化率 β_f で割った平坦部の摩擦応力 τ_f と面圧 p_f の関係を Fig. 7 に示す．試験片の塑性変形の進行に伴い面圧が減少すると，摩擦応力も減少していくことがわかる．この結果から，平坦部についてもクーロン則が成立していることがわかる．

平坦部の圧力が下がると摩擦応力も下がる原因を調べるために平坦部の電子線三次元粗さ解析(ERA)を行い，その様子を Fig. 8 に示す．試験片全体が塑性変形する前は Fig. 8 (a)のように平滑であるが，母材が塑性変形すると平坦化された部分にも Fig. 8 (b)のように凹凸が観察された．

Fig. 9 に平坦部の負荷曲線を示す．試験片全体が塑性変形した場合（$p_a/Y = 0.85$），平坦部に深さ 0.1～0.2 μm の凹みができていることがわかる．試験片全体が塑性変形した後の真実接触率は，金属顕微鏡で観察された平坦化率 β_f よりも小さくなることがわかる．

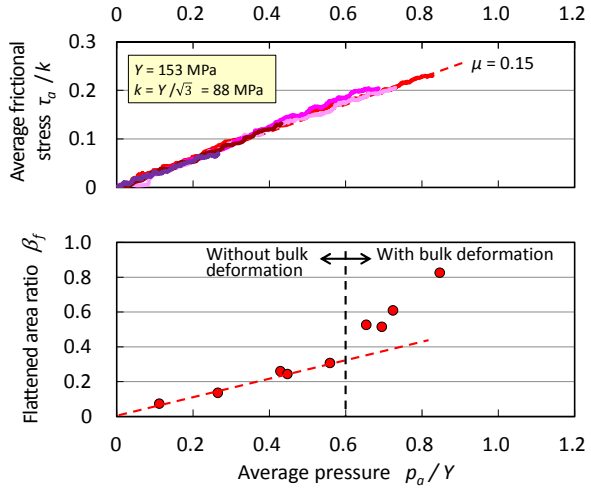


Fig. 6 Average frictional stress and flattened area ratio plotted against average pressure[4].

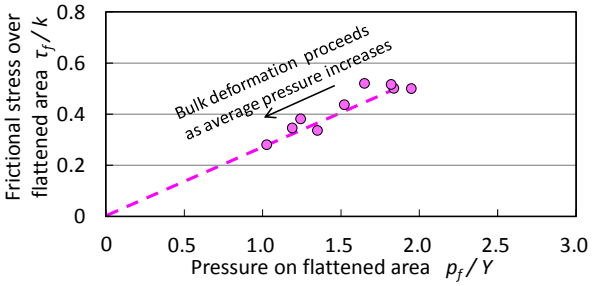
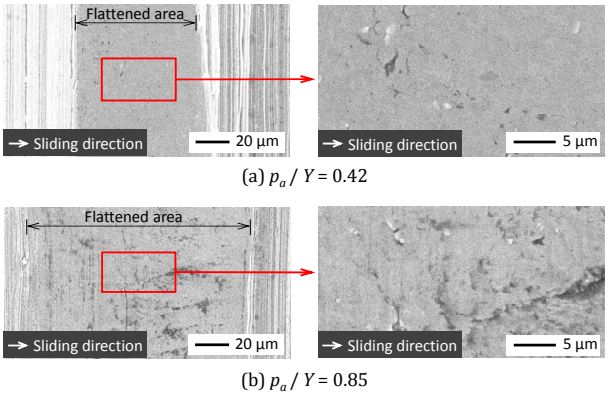


Fig. 7 Frictional stress over the flattened area[4].



(a) $p_a / Y = 0.42$

(b) $p_a / Y = 0.85$

Fig. 8 Observed images of flattened surface[4].

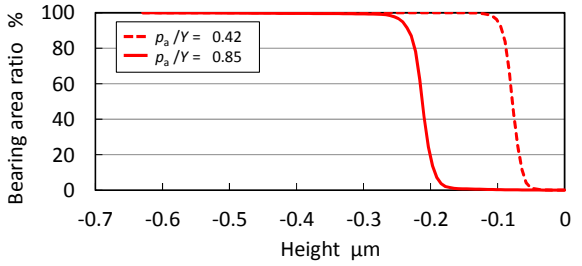


Fig. 9 Bearing curve measured by electron beam roughness analyzer (ERA)[5].

これらの結果から，Fig. 10 に示すように試験片全体が塑性変形を始めると，見かけの接触部において試験片の結晶粒の回転が起こり，平坦部の中に金型と接触しない部位が生じることで，真実接触部が減少していると考えられる．

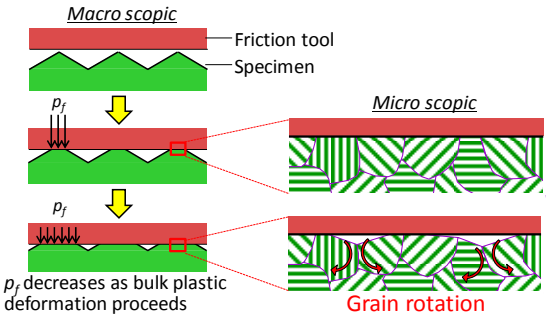


Fig. 10 Model for surface roughening of once flattened area under increasing average pressure.

4.　摩擦法則の構築

摩擦試験の結果より，平坦部の摩擦係数は $\mu_f = \tau_f / p_f$ と表される．平均摩擦応力と平均面圧は $\tau_a = \beta_f \tau_f$ と $p_a = \beta_f p_f$ であるから，次式が得られる．

$$\tau_a = \mu_f p_a \tag{1}$$

このことを図示すると Fig. 11 のようになる．全体が塑性変形をしないと平均摩擦係数(OB)と平坦部の摩擦係数(A)は等しい．塑性変形後には平均的には BB'を移動しクーロン則が成立する． 非常に高い面圧下では，しゅう動面の全体が真実接触状態になると考えられる．真実接触部の摩擦応力が面圧によらず一定であるとすると，高面圧域における摩擦応力は，Fig. 11 中の CD ように一定となる．Fig. 11 中に示すように接触部に摩擦応力 $\tau = mk$ が作用するときの表面突起の押しつぶしモデルにおいて，平坦部では摩擦応力が一定であり，しかも摩擦係数が平均摩擦係数に等しい．すなわち，平坦部の圧力と摩擦応力は，OB と DC の延長線の交差する A 点で表される．そこですべり線場法を適用し，傾斜 θ (rad)の表面突起の押しつぶし変形の接触圧力 p_{cr} を算出する．面圧 p_{cr} / Y は次式で表せる．

$$\frac{p_{cr}}{Y} = C = \frac{2}{\sqrt{3}}\left(\frac{1+\sin 2\phi}{2} + \frac{\pi}{4} + \phi - \theta\right) \tag{2}$$

$$\phi = \frac{1}{2}\cos^{-1} m \tag{3}$$

全体の塑性変形が生じない段階では，接触率が増加するが，平坦部の面圧は一定である．平均面圧が高くなり塑性変形域が拡大し，母材全体が塑性変形すると，Fig. 7 のように平坦部の面圧が減少する．平坦部は Fig. 8 (b) のような微小凹凸を有する接触面となる．試験片が拘束されて塑性変形できない場合においては，平均面圧の高まりとともにやがて平坦部の微小凹凸がつぶされ，全面が工具と接触するようになると考えられる．

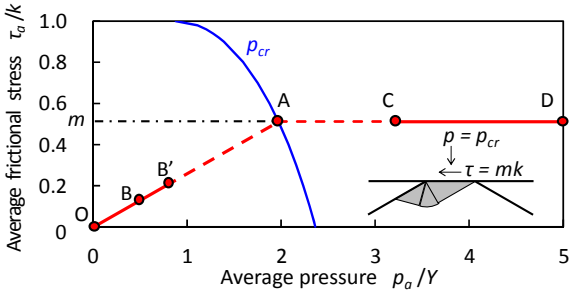


Fig. 11 Variation of frictional stress with pressure in newly proposed friction law[4].

以上より，Fig. 11 の A 点まで μ 一定のクーロン則が成立し，A 点以上の高面圧下では摩擦応力 $\tau = mk$ となる摩擦法則を提案する．m と μ との関係は次式の通りである．

$$m = \frac{\tau}{k} = \frac{\sqrt{3}\mu p_{cr}}{Y} = \sqrt{3}\mu(a\mu + b) \tag{4}$$

$$a = -0.48\theta^2 + 2.48\theta - 3.82$$

$$b = -1.19\theta + 3.0$$

側方引張摩擦試験と高面圧摩擦試験により摩擦させた場合の，摩擦せん断応力と平均面圧の関係を提案した摩擦法則とともに Fig. 12 に示す．高面圧試験において，試験片は突起を作製せずダル仕上げのままで試験を行った．傾斜角は先端角 120 °の突起では θ = 30 °となるが，圧延によるダル仕上げ表面の突起の傾斜は数度であり，これを θ = 0°とみなせば，Fig. 12 中の C 点までクーロン則が成り立つことになる．高面圧摩擦試験の結果もこれによく合った結果となっており，平均面圧 p_a/Y がおよそ 2.4 以上では平均面圧比によらず摩擦応力 τ_a/k（平均摩擦応力 τ_a，せん断降伏応力 k）が一定となる傾向が得られた．なお，Fig. 13 に示すように SPCC においても定式化された新たな摩擦法則に沿った実験結果が得られており，加工硬化性を有する材料においても新規摩擦法則が適用できる．以上より，特定の平均面圧比を境に低面圧側ではクーロン則，高面圧側では摩擦せん断応力一定則が成り立つことを実験的に明らかにした．

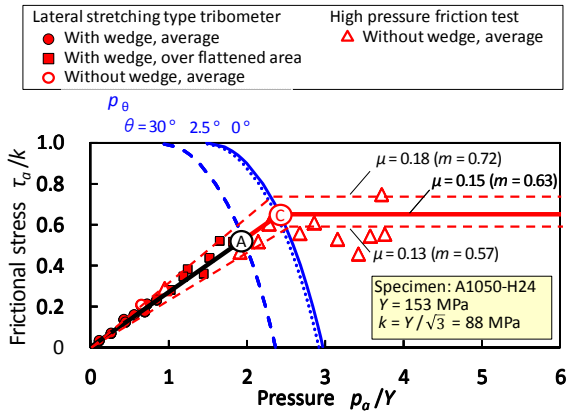


Fig. 12 Relationship between frictional stress and contact pressure (A1050-H24)[4].

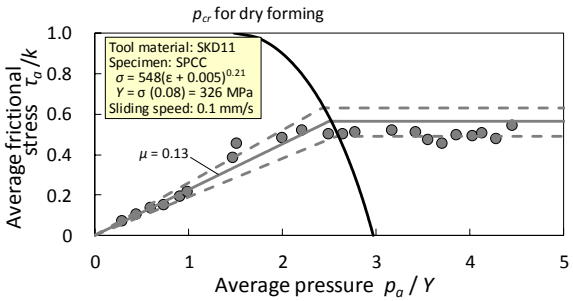


Fig. 13 Relationship between frictional stress and contact pressure (SPCC)[6].

5. 構築した摩擦法則の検証

これらの結果から，定式化した摩擦法則を Fig. 14 に示すフローチャートのユーザーサブルーチンを作成し，有限要素解析（解析コード：DEFORM2D）に導入した．解析モデルは Fig. 15 に示すような円板圧縮を想定した．上下の金型は剛体，円板試験片は剛塑性体とし，変形抵抗は摩擦試験で用いた SPCC と同様の $\sigma = 548(\varepsilon + 0.005)^{0.21}$ とした．構築した摩擦法則の有用性を検討するため，クーロン則のみで解析した場合と構築した摩擦法則を用いて解析し，それぞれを実験結果と比較した．

Fig. 16 に圧縮率 3%，Fig. 17 に圧縮率 20%における面圧分布を示す．図中の破線はその位置における臨界面圧 p_{cr} である．圧縮率 3%ではいずれの位置においても臨界面圧を超えておらず，摩擦法則の違いによる面圧分布の差は見られない．20 %においては円板の中心付近が高い面圧を示している．また，摩擦法則により面圧分布に差があり，臨界面圧を超えた位置においてクーロン則よりも．新規摩擦法則の方が低い面圧を示している．

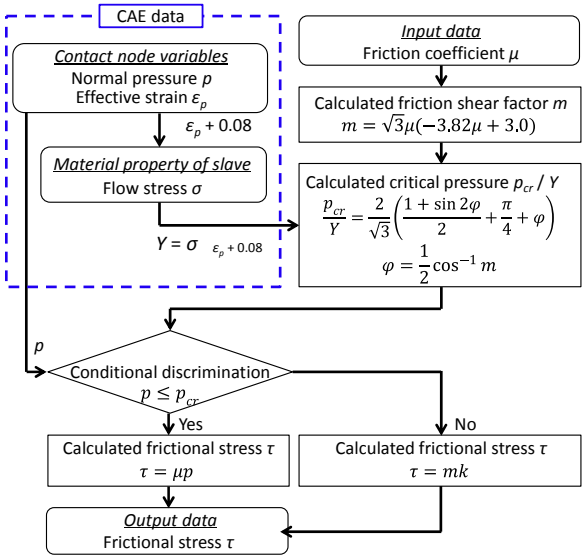


Fig. 14 Flow chart of subroutine using proposed friction law[7].

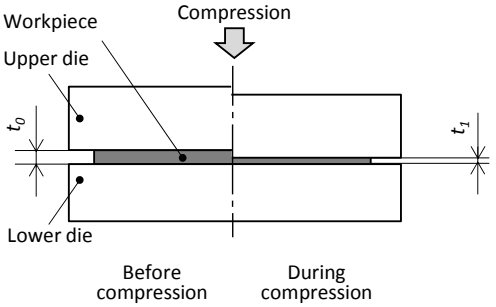


Fig. 15 Schematic illustration of compression test simulated by FEM[7].

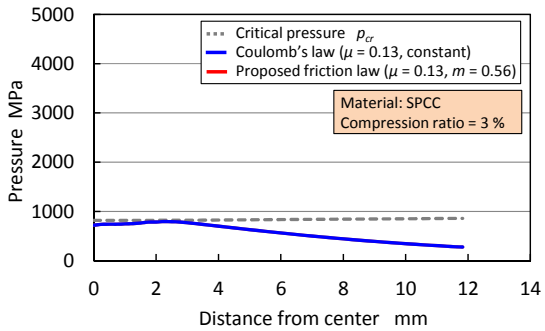


Fig. 16 Pressure distribution calculated by Coulomb's friction law and proposed friction law (compression ratio = 3 %)[7].

Fig. 18 に圧縮率と圧縮荷重の関係を示す．クーロン則で解析を行った結果は圧縮荷重が新規摩擦法則よりも大きいことがわかり，圧縮率が大きくなるほどその差は顕著になっている．構築した摩擦法則を用いた解析結果は実験結果を比較的よく再現できていることがわかる．

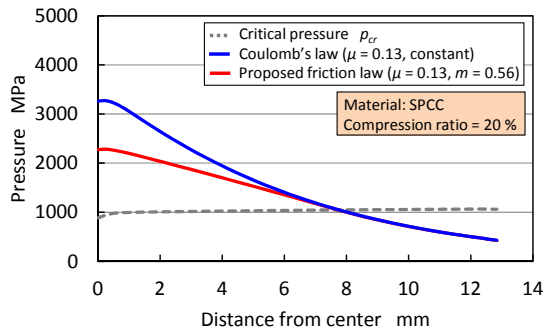


Fig. 17 Pressure distribution calculated by Coulomb's friction law and proposed friction law (compression ratio = 20 %)[7].

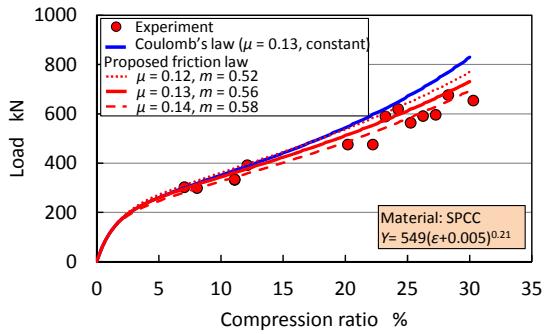


Fig. 18 Compression load in disc compression test of SPCC[7].

以上の結果から提案した新規摩擦法則は解析および実験によりドライ環境下での摩擦挙動をよく再現できている．しかしながら，塑性加工ではボンデ皮膜や一液潤滑皮膜などの冷間鍛造用潤滑剤や潤滑油が用いられることが多い．これらの場合においての摩擦挙動を実験的に調査すると，Fig. 19 に示すように，冷間鍛造用固体潤滑皮膜は全体的な面圧でクーロン則が成り立っている．また Fig. 20 に示すように十分な潤滑油を塗布した場合はクーロン則が成り立っている．しかしながら，これらはいずれも被加工材が塑性変形をしない状況であるため，表面積拡大により新生面が金型に接触し得る状況での詳細な検証が必要である．また，潤滑剤の塗付量や温度，加工速度の影響についても発生し得ると考えられ，これらについても検討することが望ましい．

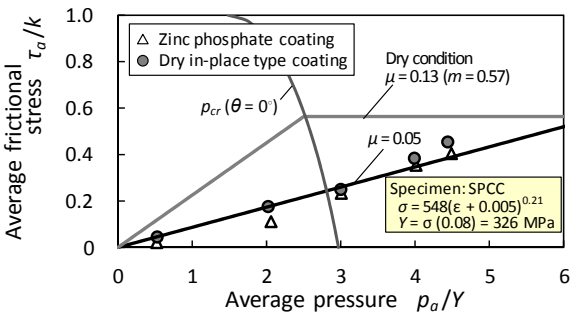


Fig. 19 Relationship between average frictional stress and average pressure under lubricants for cold forging[6].

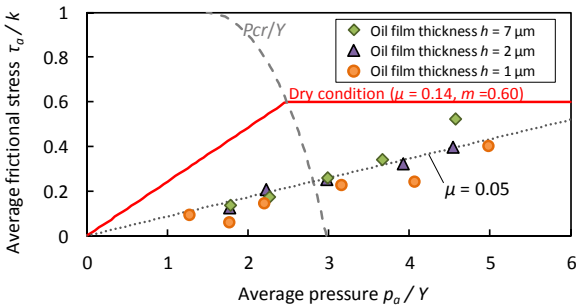


Fig. 20 Relationship between average frictional stress and average pressure under lubricant thickness from 1μm to 7μm[8].

6. おわりに

塑性加工における面圧依存型の摩擦法則を構築し，その有用性を明らかにした．構築した摩擦法則は板鍛造のように面圧の分布が大きく，金型とのすべりが発生する加工の有限要素解析に適用効果があると考えられる．

参考文献

1) 春日保男：高面圧下の境界潤滑（境界摩擦－２－），潤滑，Vol. 16, No. 12, pp. 748-758, 1971.
2) N. Bay and T. Wanheim: Real area of contact and friction stress at high pressure sliding contact, Wear, Vol.38, pp. 201-209, 1976.
3) H. Ike, A. Makinouchi: Effect of lateral tension and compression on plane strain flattening processes of surface asperities lying over a plastically deformable bulk, Wear, Vol. 128-2, pp. 109-122, 1988.
4) Z.G. Wang, Y. Yoshikawa, T. Suzuki, K. Osakada: Determination of friction law in dry metal forming with DLC coated tool, Annals of the CIRP, 63-1, pp. 277-280, 2014.
5) T. Suzuki, Z. Wang, Y. Yoshikawa: Effect of plastic deformation of bulk material on frictional behavior in dry metal forming, Procedia Eng., Vol. 81, pp. 1872-1877, 2014.
6) Z.G. Wang, S. Komiyama, Y. Yoshikawa, T. Suzuki, K. Osakada: Evaluation of lubricants without zinc phosphate precoat in multi-stage cold forging, Annals of the CIRP, 64-1, pp. 285-288, 2015.
7) Y. Yoshikawa, T. Suzuki, Z. Wang: Verification of program using new friction law for cold forging, Proceedings of

International Cold Forging Group (ICFG) 49th Plenary Meeting (Stuttgart, Germany), pp. 162-165.
8) Y. Zhang, Z. Wang, Y. Yoshikawa, W. Dong: Experimental investigation on friction law under starved lubrication in metal forming, Procedia Engineering, (in press).

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日）

VR ツールを用いた歩行ルート評価に関する基礎的分析

中村一樹 [1)]

Experimental Walking Route Evaluation Using Virtual Reality Tools

Kazuki NAKAMURA[1)]

Abstract

Walking increasingly plays an important role in feeder access and multi-mode access for urban compaction with hierarchical transport network development, in which the levels of walk environments significantly affect the effectiveness of land use transport policies. However, evaluation for walk environments has been made based on spatially and temporally limited information of pictures and videos from fixed viewpoints, which insufficiently capture the influences of the environments on behavioural intention. On the other hand, recent technology development of Virtual Reality (VR) extends the space and time dimensions of walk-environment evaluation. Accordingly, this study aims to clarify the characteristics of walk-route evaluation using VR techniques from the experimental analysis. First, the conceptual framework of VR evaluation for walk routes is developed, identifying the potential contribution to walk-environment evaluation with VR. Then, experimental analyses are carried out by comparing the evaluation results between normal movies and VR movies and between different walk routes with VR movies. The results show that the VR evaluation makes it possible to evaluate the high-level needs of walking for comfort and the behavioural intention of walking.

1. はじめに

都市のコンパクト化を支える階層的な交通ネットワークの形成において，最も端末部分の移動となると同時に交通モードを接続する移動を担う歩行の役割は大きく，歩行環境の良し悪しは都市開発・交通整備の有効性に大きく影響すると考えられる．欧米の駅周辺開発（Transit Oriented Development: TOD）では，その有効性を示す歩きやすさ（Walkability）の指標の 1 つとして，歩行距離に基づくアクセス性の評価行われている [1)]．しかし，人が知覚する移動の意識距離は，行動習慣や都市構造・交通システムといった移動環境によって大きく影響を受け，特に歩行は外部環境との接触が大きいため意識距離への影響も大きいと言われている [2),3)]. 日本を含めたアジア都市では，車を中心とした道路整備が一般的に行われてきたため，これが歩行環境の障害となり歩行アクセスの意識距離を長くしていると考えられる．このため，駅周辺の歩きやすさを評価するためには，駅からの距離だけではなく，駅から周辺目的地までのルートにおける歩行環境の質を評価することで，歩行空間ネットワークの形成に繋げることが重要となる．

しかし，従来の歩行空間評価は個別の地点に注目したものが多く，地点を繋ぐルートを評価する手法が確立されていない．実行動に基づくルートの分析 [4)]では，回遊行動の解析は行われてきたが，これによるルート環境の評価はされていない．景観評価では，歩行ルート上の複数画像や動画によるルートの印象評価が行われている [5),6)]. これらの評価は様々な場所を評価することができるが，固定視点での評価に止まっており，限られた歩行環境の情報しか評価できない．また，これらの評価が行動に及ぼす意識構造も体系的に明らになっていない．

一方で，近年開発が進む VR 技術は，体感型の評価ツールとして，多様なルート環境を動学的に評価することを可能としている．VR 技術としては，ヘッドマウントディスプレイ（Head Mount Display: HMD）を用いて頭の動きに合わせて視界が動くことで 3 次元空間を体感できる動画やゲームの機器・コンテンツが市販され，その普及が進んでいる．

そこで本研究では，VR ツールを用いた歩行ルート評価の基礎的分析を行い，その特徴を整理することを目的とする．まず，VR による空間評価手法について文献レビューを行い，歩行空間評価における体感型評価の可能性を整理した．そして，基礎的な実験でこの可能性を例証するため，VR の視覚ツールとしての特徴を把握し，ケーススタディ地区において VR による歩行ルート評価結果を比較した．

1) 社会基盤デザイン工学科

1) Department of Civil Engineering

2.　歩行空間評価における VR ツールの可能性

2.1　体感型評価による歩行空間評価の発展性

歩行空間評価は，多様な環境要素に影響を受けるため，意識調査に基づく評価が一般的である．SD 法はその代表的な手法で，評価対象の印象を表す形容詞群に関して段階評価が行われてきた．動画による歩行ルートの評価[6]では，SD 法の結果として，実行動による評価と整合的な結果であると同時に，より主観的評価の感度が高まる結果が示されている．

しかし，SD 法による印象評価では，歩行空間評価の意識構造が体系的に明らかでなく，歩行行動促進に繋がる評価がされているといえない．これに対して，歩行のニーズは，利便性，安全性，快適性，楽しさといった知覚的要素で構成されるとされ，多様な項目がこれらの要素で整理されている[7),8)]（Table 1）．また，知覚的要素は階層的な欲求段階の構造を持ち，利便性，安全性，快適性，楽しさの順でより上位の欲求となり，下位の欲求が満たされることで上位の欲求が満たされていくとされ[9)]，これに基づく知覚的評価手法が構築されている[10)]．

知覚的評価は，行動評価とも関係づけられる．歩行の主な行動タイプは，通行と滞留に分けられ，通行は利便性や安全性により関係し，滞留は快適性や楽しみとより関係すると考えられる．この違いは沿道施設への関与の大きさの違いとして解釈され，これは経済的や社会的効果も生み出すため，歩行空間整備の総合的な評価指標として重要である．このため，歩きたい・くつろぎたい・立寄りたい，といった行動意欲の欲求段階に応じた評価は知覚的評価と対応するもので，これらを組合わせた評価が有用と考えられる．

Table 1 Perception factors of walking

要素（大）	要素（小）	項目例
利便性	利便性	疲れない
	迅速性	移動の障害が小さい
	信頼性	見通しが良い
安全性	安全性	横断時危険が少ない
	安心性	治安が良い
快適性	快適性	街並みが良い
		天候から保護される
楽しみ	社交性	くつろげる
		にぎわいがある
		興味がわく
		親近感がわく

体感型評価は，歩行空間の知覚的評価や行動欲求評価に大きく貢献することが可能と考える．VR は，多様な環境の情報を得ることができるため，現実には実現が難しい欲求段階の上位の欲求を満たすことができるツールと期待されており[11)]，これは歩行にも適用可能である．歩行習慣がない人は，歩行環境の多少の改善では評価は変わらず行動に影響しないかもしれないが，VR による大幅に異なる環境を体感することで，歩行空間への評価を大きく変え行動促進に繋がるかもしれない．経営学のモチベーション理論[12)]では，心の内側から発生する内発的動機付けが弱い場合は，外からの刺激による外発的動機付けにより内発的動機付けが強化されるといわれている．よって，VR 評価は，楽しめるツールによって外発的に欲求段階に刺激を与えることで，内発的な欲求段階の向上をもたらす効果が期待される．

VR 動画を用いた評価は，歩行空間をより動学的に評価することができ，歩行ルートの環境の変化を評価できる手法の構築に繋がる．生活の質の評価においても，生活者の視点から 1 日の行動の周りの環境の変化を評価することで，ライフスタイルを考慮したインフラ評価が求められている[16)]．しかし，従来の画像や一般動画による歩行空間評価手法では，得られる歩行環境の情報が限られるため，歩行ルート上にある多様な環境変化の空間要素が評価に与える動的な影響を考慮することが難しい．VR 動画による空間評価では，時系列で環境評価の変化のデータがニーズに合わせて得られるため，影響要因となる空間要素をより正確に把握することが可能となる．

2.2　VR を活用した移動空間の評価

VR を定義づける構成要素は，3 次元空間の臨場感，実時間と相互作用し自己投射ができる対話性，仮想空間の自律性といった要素に整理される[14)]．これら全ての要素を満たすには高度な技術が必要となるが，これら一部を満たすものも VR として位置づけられる．例えば，CG

やゲームも，臨場感や対話性を持つため VR といえる．近年の代表的な VR 技術である HMD は，頭の動きに応じて視界を動かし 3 次元空間を体感できるため，臨場感に加え，基本的な対話性を満たすことができる．

VR は様々な分野で技術開発・導入が進んでいる．その 1 つとして，交通分野で用いられる運転シミュレーターは，車等の走行空間を移したスクリーンで運転者を囲い，車両の操作とスクリーン画像を連動させることで VR 環境を構築している [15]．また，運転シミュレータではスクリーンでなく HMD が用いられるようにもなっており，これによる自転車の走行環境を再現するシミュレータも構築されている [16]．

VR を用いた空間評価は，建築分野でより行われている．建築環境の評価では，3D 眼鏡を用いた半球型のスクリーン画像の立体視により，室内居住空間の VR 環境が構築されてきた [17]．また，居住空間内を固定視点で歩行した立体動画の評価もされているが，利用による酔いが評価に与える影響が課題として指摘されており，画像の再現性や見せ方による影響が分析されている [18]．

VR は，街路等の室外の歩行空間評価にも適用されてきた．歩行空間評価では，室内環境より空間スケールが大きく移動の自由度が高いため，CG で表現した 3 次元空間を，パソコン操作により自由な視点で見ることが出来る VR 環境が構築されている [19]．また，多様な空間要素で構成される歩行環境の臨場感を高めるため，CG アニメーションを用いた再現要素が評価に与える影響も分析されている [20]. さらに, これらの特徴を組み合わせて，頭の動きと連動した HMD を用いて，CG で構成した街路空間の評価も行われている [21]．

しかし，多様な歩行環境の構成要素に対して，CG の再現要素の妥当性は十分に明らかでなく，CG 作成の労力も小さくない．一方で，近年は実画像の撮影技術が進歩し，HMD とともに，360 度映像を動画として撮影するカメラが市販されるようになり，多様な歩行環境の要素を直接評価対象とすることも可能となってきた．360 度動画では，移動の自由についての対話性は CG に比べて低く，撮影者の行動軌跡に対する映像に限定されるが，VR 動画の作成の労力が小さく臨場感を高めることができることが利点である．

3.　VR の視覚ツールとしての特徴

3.1　手法

VR の視覚ツールとしての特徴を把握するため，固定視点の一般動画と VR 動画を用いた評価の比較する実験を行った．VR 動画としては，360 度カメラで撮影した動画を HMD で見るものとして作成した．本研究では，360 度カメラには Richo Theta S を，HMD には Oculus Rift を使用した．



Fig 1 The Experiment of VR spatial evaluation for travel

実験は，2016 年 10 月の香川大学工学部のオープンキャンパスの来訪者 23 名を対象に行った（Fig 1）．実験内容は，観光地における移動環境の評価で，被験者は一般動画、VR 動画の順で見て，それぞれの動画を見た後に知覚的評価と行動意欲評価のアンケートに回答した．行動意欲については，歩いてみたい・時間を過ごしたい・沿道の店に立ち寄りたい, という項目について評価した．

動画は，香川とタイの観光地周辺の移動環境を撮影し，それぞれの国で 3 ずつの場所の動画を準備した．普段馴染みのない観光地を見せることで, 動画に興味を持たせ, 評価だけでなく行動意欲にも影響を与えるかを検証した．特定の場所による評価の偏りを減らすため，香川では，高松中央商店街，小豆島エンジェルロード，瀬戸内国際芸術祭の屋外展示作品，の周辺歩行環境の動画を作成した．同様にタイでは，バンコクの BTS 駅と接続するスカイウオーク，チェンマイの寺院周辺，の周辺歩行環境に加え TukTuk の走行環境の動画を作成した．

実験での動画の見せ方としては，被験者は，香川とタイの複数の観光地のうちどれか 1 つの動画を選択して見せた．具体的には，まず固定視点の一般動画として 1 分程度見せ，その後，HMD を装着して同じ箇所を VR 動画として 1 分程度見せた．

3.2　結果

一般動画と VR 動画を見た後の知覚的評価と行動意欲評価のアンケート結果を，Fig 2，Fig 3 に示す．それぞれの評価は 5 段階評価で行い，数字が高いほど良い評価となっている．観光地への興味もあり，全体的に比較的高い評価となっている．

一般動画と VR 動画の結果を比較すると，知覚的評価と行動意欲の評価でともに，VR 動画の評価の方が高い

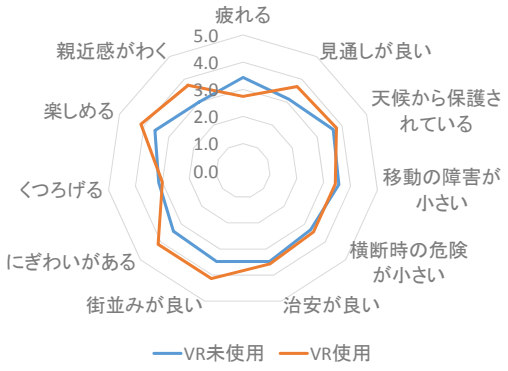


Fig 2 Evaluation results of perception with/without VR

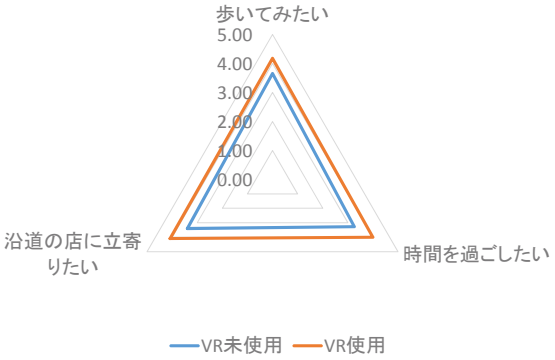


Fig 2 Evaluation results of behavioural intention with/without VR

結果が示された．知覚的評価では，にぎわいや楽しめるといった項目で，VR 動画でより高い評価となった．これは，楽しさといったより実現が難しい上位欲求に関して，VR でニーズを満たす可能性を示していると考えられる．一方で，疲れるという項目については，VR 動画の方が低い評価となった．これは，動画の移動環境が疲れるというだけでなく，VR で動画を見ると酔いやすいという特徴に大きく影響を受けていると考えられる．よって，VR 動画を用いた評価では，一般動画より評価の感度が高くなることが示唆された．

行動意欲の評価においては，沿道の店に立ち寄りたいという点で，VR 動画の方がより高い評価となった．これは，行動意欲についても VR で欲求段階の上位欲求のニーズを満たすことができることを示していると考えられる．よって，VR 評価の特徴として，行動促進の効果も期待されることが示唆された．

4.　VR による歩行ルート評価

4.1　手法

VR を用いてどのような歩行環境の空間特性を評価できるかを把握するため，VR による歩行ルート評価を行った．ケーススタディは，香川県の高松中央商店街とする．高松中央商店街は，7 つの商店街が繋がり全延長が約 3km という日本有数の長さを持つアーケード街として，歩行空間のネットワークを形成している．しかし，再開発が進む中心部の丸亀町商店街に来訪が集中し，他の周辺商店街は来訪者が減少傾向にある．また，高松駅は最寄りとなる兵庫町商店街から 500m の距離で立地しているが，歩行空間の見通しが悪く，駅から中央商店街へ来訪する歩行者は少ない．高松駅から中央商店街へは都市鉄道の琴平電鉄でも来訪可能であるが，最寄の高松築港駅まで 500m の距離にあり，この歩行空間の接続性も幹線道である中央通りの交通量の多さで阻害されている．丸亀町商店街へ車やバスで直接来訪することとなり，現況の歩行ネットワークが周辺商店街への回遊促進に効果的に機能していない．このため，中央商店街と高松駅をつなぐ中心市街地の歩行ネットワークの形成が課題となっている．

これらを踏まえ，高松駅から兵庫町商店街を通り丸亀町商店街の再開発施設である丸亀町グリーンまでの歩行ルート（1.5km）を，本研究のケーススタディ地区とする．ケーススタディのルートとして，見通しが悪いが兵庫町商店街をより通るルート 1 と，交通量が多いが分かりやすい中央通りを通るルート 2 の，歩行ルートの評価を比較する（Fig 4，Fig 5）．

ケーススタディ地区のルートについて，VR 動画を作成し，各ルートの知覚的評価と行動意欲評価のアンケート調査を行った．調査は，2017 年 1 月に香川大学工学部の学生で男女各 5 名ずつの計 10 名に対して行った．本調査では，オープンキャンパスでの実験と同様に，被験者は各ルートの VR 動画を見てアンケート調査に回答した．VR 動画で見る箇所は，各ルートを主要交差点毎に 6 区間に区切り，各区間の特徴を示す箇所の 30 秒分の動画を組合わせ，全ての被験者が同じ箇所の VR 動画を約 3 分見るように条件を合わせた．

4.2　結果

ルートの空間特性による VR 評価の結果，ルート 1 はルート 2 に比べより高い評価となった．知覚的評価では，ルート 1 は，天候からの保護や移動の障害について評価が高かった（Fig 6）．これは，商店街をより多く含むルート 1 では，アーケード街や交通量が少ない道をより通



Fig 4 Case study route 1



Fig 5 Case study route 2

ることに起因していると考えられる．一方で，ルート 1 は人通りの少ない裏道を通り兵庫町商店街に繋がるため，にぎわいや街並みについては若干評価が低かった．しかし，ルート 1 の評価の高さの方が顕著であり，分かりにくい道でも VR で体感することでその良さが評価され得ることが示唆された．

行動意欲の評価についても，沿道の店に立ち寄りたいについて，ルーと 1 がルート 2 より高い評価となった(Fig 8)．これは，ルート 1 で幹線通り（中央通り）に代わって兵庫町商店街をより通ることに起因していると考えられる．兵庫町商店街は来訪の主目的地となるような施設は少ないため，ルートとして評価されることで立寄りの意欲を高めたのは興味深い．

5.　結論

本研究では，歩行ルート評価における VR を用いた体感型評価ツールの特徴を整理した．まず，歩行空間評価における体感型評価の可能性として，VR 評価では上位の歩行欲求の評価を可能とし行動促進の効果が期待できること，また，動学的な歩行空間評価により歩行環境に

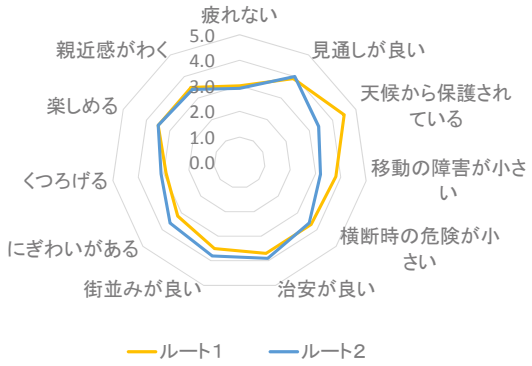


Fig 6 Evaluation result of perception by route

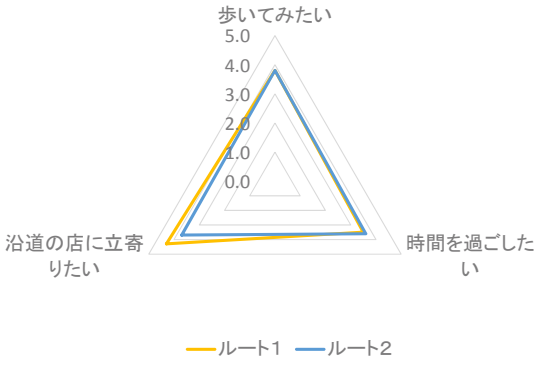


Fig 7 Evaluation result of behavioural intention by route

影響を与える空間要因をより正確に把握することが可能であること，を既往文献のレビューを踏まえて示した．

また，この可能性を例証するため，限られたサンプル数で幾つかの基礎的な分析を行った．VR の視覚ツールとしての特徴を把握するため，一般動画と VR 動画による観光地周辺環境の評価結果を比較したところ，VR 動画は評価の感度が高くなり実現が難しい上位欲求に対する評価が高い結果が確認された．

さらに，VR による歩行ルート評価を行った結果，分かりにくいルートでも，天候からの保護があり移動の障害が小さいルートでは，知覚的評価が高く立寄りの行動意欲も高めることが示された．

これらの結果の知見として，多様な歩行ルートを体感できる VR 評価は，歩行空間評価の空間と時間の拡張に大きく貢献できることが示された．歩行空間評価の空間の拡張は，実行動では体験できない上位欲求の評価を可能とし，行動促進にも繋がると期待される．これは，都市化によるモータリゼーションとともに歩行習慣が減る都市住民に対して，実環境を超えた歩行空間評価を行うことができ，歩行促進のツールとなる可能性がある．

このような体感型評価ツールを用いた歩行ルート評価は，今後の都市・交通計画において「魅せる評価ツール」として有用となりうる．都市のコンパクト化やネットワーク化においても，「歩ける」まちづくりが必要となるが，このようなビジョンが一般的に実感できない段階では，VR の活用は非常に有効と考える．この評価手法の適用範囲についても，多目的な移動における歩行や，多モードを繋ぐ歩行と，多様な歩行を評価することができる．これらを踏まえ，体感型評価ツールを用いた歩行ルート評価手法の構築は，新たな計画手法のアプローチとして潜在性が高く，今後はデータ数を増やした更なる分析の発展が期待される．

謝辞

本研究は，JST easia Joint Research Program「スマートライフを実現する知的統合交通」の支援により実施された．ここに記して謝意を表する．

参考文献

1) A. Duany, E. Plater-Zyberk, J. Speck: Suburban Nation; The Rise of Sprawl and the Decline of the American Dream, North Point Press, New York, 2010.
2) B. Hiller, J. Hanson.: Social Logic of Space，Cambridge University Press, 1984.
3) 米谷一心，鈴木聡士，東本靖史，五十嵐日出男：意識距離の短縮効果を有する歩行空間の創出に関する基礎的研究，地域学研究，No.32, pp.173-187, 2001.
4) 西井和夫，土井勉，川崎雅史，西野至，服部純司：洛西・洛東エリアにおける観光スポットイメージと回遊行動特性に関する分析，土木計画学研究・論文集，No.17, pp.515-523, 2000.
5) 加藤祐介，吉田博宜：史跡岡城跡におけるシークエンス景観の分析，ランドスケープ研究，No.5, pp.637-642, 2003.
6) 辰巳浩，外井哲志：屋外での景観評価と動画を用いた室内実験での景観評価の相違性に関する研究，都市計画論文集，No.42, pp.169-174, 2007.
7) J. Speck: Walkable City, North Point Press, New York, 2012.
8) J. Florez, J. Muniz, L. Portugal: Pedestrian quality of service: Lessons from Maracanã Stadium, Social and Behavioral Sciences, Vol. 160, pp. 130-139, 2014.
9) M. Alfonzo: To walk or not to walk; The hierarchy of walking needs, Environment and Behaviour, Vol. 37, pp. 808-836, 2005.
10) 中村一樹，紀伊雅敦：歩行行動の欲求段階に基づく歩行空間の質の知覚的評価手法の構築，土木学会論文集 D3，Vol.72，pp.I861-I870.
11) 稲見昌彦：VR/AR の現状と未来への展望，IEEE プレスセミナー，2017. http://www.dospara.co.jp/express/vr/348684
12) D. Pink: Drive; The Surprising Truth about What Motivates Us, Riverhead books, New York, 2011.
13) 遠藤守，安田孝美，横井茂樹，林良嗣：仮想都市空間評価のためのドラマシミュレーションシステム，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol.8, pp.93-102, 2003.
14) 舘暲，佐藤誠，廣瀬通孝：バーチャルリアリティ学，コロナ社，2010.
15) 赤松幹之：ドライビングシミュレータとドライバー行動モデル，日本バーチャルリアリティ学会誌，Vol.9, pp.27-62, 2004.
16) 宮之上慶，鈴木美緒，屋井鉄雄：自転車シミュレータにおけるハンドル操作及び走行速度の再現性の検討，人間工学，Vol.52, pp.81-87, 2016.
17) 横井梓，斎藤美穂：VR 空間における心理的影響の評価に関する検討；大型スクリーンを用いた居住空間シミュレーションにおける VR 空間の感性評価，日本建築学会環境系論文集，Vol.78, pp.1-7, 2013.
18) 小野浩司，吉澤望，平手小太郎：被験者属性に着目した VR の印象評価と VR 酔いの予備的検討；VR 技術を用いた居住環境の提示・評価に関する基礎的研究その 1，日本建築学会環境系論文集，No.583, pp.65-71, 2004.
19) 永井英樹，山中英生，山口行一，三谷哲雄：VRML を用いた景観シミュレーションの利用環境分析，土木計画学研究・論文集，Vol.18, pp.363-370, 2001.
20) 松本直司，高井智代，高北卓軌，長谷川博一：3DCG アニメーションを用いた美濃市旧牧谷街道の景観修景に関する研究，日本建築学会技術報告集，Vol.16, pp.351-356, 2010.
21) 小泉光司，岸本達也，小場則夫：街路の統一感と建物の独自性に着目した横浜元町通における景観分析；個性的な街路景観創出を目的とした VR を用いた景観分析その 3，日本建築計画系論文集，Vol.74, pp.393-400, 2009.

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日）

セルフセンタリング型 CLT 壁柱を有する木質制振架構の

力学的挙動に関する実験研究

松田和浩 [1)]　　角田裕介 [2)]　　坂田弘安 [3)]

Experimental Study on Mechanical Behavior of Passively Controlled Timber Structure with Self-centering-type CLT Wall Columns

Kazuhiro MATSUDA[1)], Yusuke KAKUDA[2)], Hiroyasu SAKATA[3)]

Abstract

This i In order to use the wood material which is heavily supplied from forest thinnings, development research of cross-laminated-timber (CLT) structures are worldwide increasing. However the CLT structures are thought to be insufficient for the earthquake resistance because the relationships between force and deformation of the CLT structures become pinched hysteresis having slippage. This paper proposes a new CLT wall having self-centering function due to pre-stress by P/C rod and a series of so-called shear link type passive control systems in order to effectively reduce seismic response and damage of CLT structures. Static cyclic loading tests are conducted using not only CLT specimens having the self-centering function and friction damper but also CLT specimen having general tension bolts for comparison. Mechanical behavior of the specimens is discussed by referring to relationships between force and deformation, friction damper hysteresis and P/C rod axial force.

1.　はじめに

建築構造材料に用いられる木材は，樹木の発育過程で大気中の CO_2 を体内に取り込むため，製造中に CO_2 を排出するコンクリートや鋼材と比べて，環境負荷性に極めて優れた材料である．日本では戦後に植樹されたスギを主とする樹木が伐採時期を迎え，木材使用量を増やす必要性が生じている．2010 年には公共建築物等木材利用促進法が施行されたが，中規模（4 層）以上の木質建物では建築基準法の耐震性を満たすことが困難で，同法律はあまり機能していない．

一方海外では，ひき板（ラミナ）を並べた後，繊維方向が直交するように積層接着した CLT（Cross Laminated Timber, 図 1）の普及も相まって，ヨーロッパ，オーストラリア，カナダなどの非地震国を中心に，図 2 のような高層木質建物が建てられている．最近では 20 層程度の超高層木質建物のプロジェクトも散見されるようになり，前述した地球環境面や，コスト・工期等の点で優れる CLT による木質建物（以後，CLT 木造）に大きな期待が寄せられている．

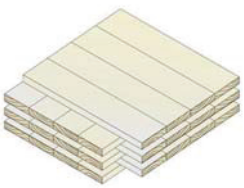


図 1 CLT のイメージ



図 2 オーストラリアの 10 層 CLT 木造建物

そのような背景の元，地震国でも CLT 木造を成立させるために，近年アメリカ，ニュージーランドなどで耐震性向上に関する開発研究が増えている．日本でも国交省による基準整備促進事業などにより，CLT 木造の研究が本格化した[例えば1)]．それにより多くの有用なデータが得られているが，一方で CLT 木造は RC 造や鉄骨造と比べて，宿命的にエネルギー吸収性能が小さいという問題が明らかになっている．今後，地震国で CLT 木造を実現・普及させるためには，耐震性を向上させる技術開発が必要不可欠といえ，その中で建物に

1) 建築学科　2) 大成建設株式会社　3) 東京工業大学 環境・社会理工学院建築学系

1) Department of Architecture　2) Taisei Corporation　3) Department of Architecture and Bldg. Eng., Tokyo Institute of Technology

剛性・減衰を付加する制振技術（以後，ダンパー）は極めて有用と考えられる.

CLT 木造にダンパーを適用する研究はアメリカやニュージーランドで散見されるものの[例えば2),3)]，その数は少なく，かつ日本ではほとんど行われていない．一方，筆者らは戸建木質住宅にダンパーを適用する実験研究・解析研究を多く行ってきた[例えば4)~6)]．そこで，CLT による木質高層建物を対象とし，ダンパーを効率的に付加するための高性能制振構法を開発することを試みる. 本論文では，提案する木質制振架構の静的加力実験を行い，その力学的挙動を把握することを目的とする.

2.　実験計画

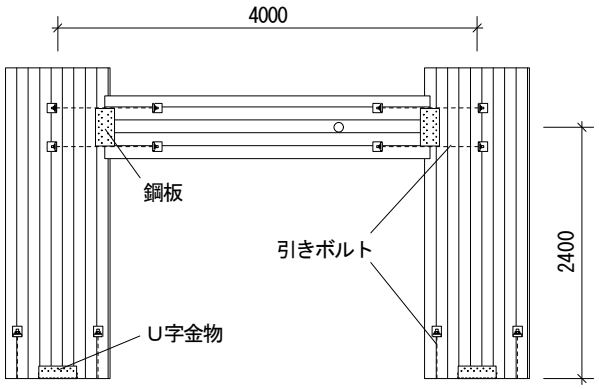
2.1　試験体概要

本論文では，変形時の架構の損傷が少なく，かつ建物にセルフセンタリング機能を付加できることに期待し，PC 鋼棒によりプレストレスを導入した壁柱を木質制振架構の主架構に用いることを提案する．図 3 に試験体形状を，表 1 に試験体一覧を，表 2 に部材諸元を，表 3 に接合部に用いた金物を示す.

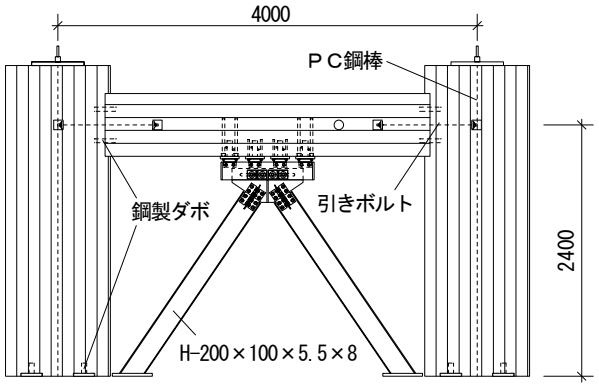
試験体はCLT による建物の 1 層部分を想定したもので，スパン 4000mm，高さ 2400mm とし，CLT 架構は耐震架構と制振架構の 2 種類とした. 使用する CLT の樹種はスギで，壁柱は 5 層 6 プライ（ラミナ 1 枚の厚さは 25mm），強度等級を S60，断面寸法を 150×1000mm とし，梁は 5 層 5 プライ（ラミナ 1 枚の厚さは 30mm），強度等級を Mx60，断面寸法を 150×600mm とした．壁柱で用いる CLT は，3 層 3 プライの CLT を 2 枚重ね合わせることで作製した.

耐震架構（Type-SR）は一般的な CLT による架構を意識したもので，住宅整備推進事業[例えば 1)]で用いられている架構を参考に製作したものである. 梁 - 壁柱接合部は，せん断抵抗用に鋼板 2 枚をビス打ちし，引張抵抗用には φ16 の引きボルト 4 本を用いた．壁柱 - 基礎接合部は，せん断抵抗用に U 字金物をビス打ちし，引張抵抗用には φ24 の引きボルト 2 本を用いた.

制振架構は壁柱中心に PC 鋼棒を挿入し，プレストレスを導入した架構である．ダンパー部の接合方法とプレストレスの有無をパラメータとして 4 種類の試験体を作製した．壁柱で用いる CLT は，PC 鋼棒を挿入するために 30×30mm の貫通孔を設けた．PC 鋼棒は，B 種 1 号 φ23 を用いた．導入するプレストレス量は，CLT の長期許容圧縮耐力の 30%である 177kN で，PC 鋼棒の降伏耐力の約 50%にあたる．なお，PC 鋼棒に作用する引張力は端部に取り付けたロードセルで測定している．導入方



(a) 耐震架構



(b) 制振架構

図 3 試験体概要

表 1 試験体一覧

試験体名	架構	PC鋼棒	プレストレス	ダンパー部
Type-SR	耐震架構	無	無	-
Type-N	制振架構	有	有	接合しない
Type-N0		有	無	接合しない
Type-R		有	有	剛接合
Type-F		有	有	摩擦ダンパー

表 2 部材諸元

部材	樹種	強度等級	断面寸法	層構成
壁柱	スギ	S60	150mm×1000mm	5層6プライ
梁		Mx60	150mm×600mm	5層5プライ

表 3 接合部使用金物

架構	梁-壁柱間	壁柱-基礎間
耐震架構	引きボルトφ16×4 鋼板×2	引きボルトφ24×2 U字金物×1
制振架構	引きボルトφ16×2 鋼製ダボφ38×2	PC鋼棒φ23×1 鋼製ダボφ50×2

法はポストテンション方式で，壁柱端部に取り付けた定着板と基礎に定着させた．定着板には，500×150×32mm の SS400 のプレートで中央にφ30mm の孔をあけたものを用いた．梁 - 壁柱接合部は，せん断抵抗用にφ38 の鋼製ダボ 2 本を用い，引張抵抗用にはφ16 の引きボルト 2 本を用いた．壁柱 - 基礎接合部は，せん断抵抗用にφ50 の鋼製ダボを 2 本を用いた．

ブレースやダンパー部で用いた鋼材は SS400 で，ブレースには H-200×100×5.5×8 の H 形鋼を用いた．図 4 にダンパー部詳細を示す．ダンパー部を接合せず，架構が独立しているものを Type-N，Type-N と同じ状態で壁柱にプレストレスを導入していないものを Type-N_0，ダンパー部を剛に接合したものを Type-R，摩擦ダンパーとしたものを Type-F とした．また，ダンパー部では鋼材と摩擦材の間にステンレス製のプレートを挿入した．摩擦材は片面に 4 箇所，計 8 枚設けた．実験開始前，高力ボルトには，平均 130kN，4 本で計 520kN の軸力を与えた．ボルトにはボルトゲージを挿入しており，試験前にキャリブレーションを行うことでボルト軸力を管理している．

2.2　セットアップ・載荷計画

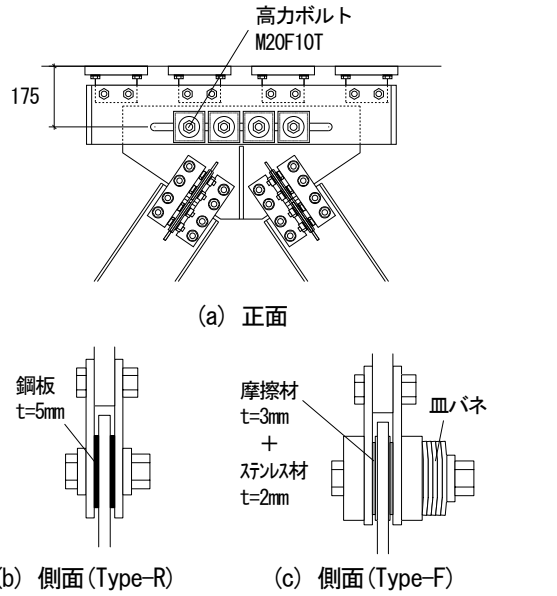
図 5 に試験体のセットアップを示す．基礎を想定した厚鋼板上に壁柱を設置し，壁柱の上部を２点で面外拘束している．桁の中央付近で加力梁を介して 1000kN ジャッキと接続している．

加力方法は正負交番の繰り返し載荷とし，加力スケジュールは目標変形角を 1/450, 1/300, 1/200, 1/150, 1/100, 1/200-2 回目, 1/75, 1/50, 1/100-2 回目, 1/30, 1/20rad.とし，3 回の繰り返し載荷後，一方向に引き切った．なお，Type-F は 1/30rad.まで，Type-R は 1/450rad.のみで載荷をやめている．層間変形角は梁の絶対水平変位と，2 つの壁柱脚部の絶対水平変位の平均との差を試験体高さ 2400mm で除すことで求めた．

3.　実験結果

3.1　層せん断力ー層間変形角関係

図 6 に各試験体の荷重 - 層間変形関係を示す. Type-SR は，θ＝1/300rad までは概ね弾性範囲内にあったが，それ以降はスリップ性状が顕著に見られた．最大耐力は約 260kN で，大きな耐力低下は見られなかったが，壁柱脚部や梁 - 壁柱接合部で CLT のめり込みが確認できた．Type-N は，セルフセンタリング型の履歴特性を示したが，θ＝1/100rad から戻り剛性が低下し始め，θ＝1/50rad 以降ではその傾向が顕著になった．最大耐力は約 200kN で大きな耐力低下は見られなかったが，壁柱脚部や梁 - 壁柱



(a) 正面　(b) 側面(Type-R)　(c) 側面(Type-F)

図 4 ダンパー部詳細

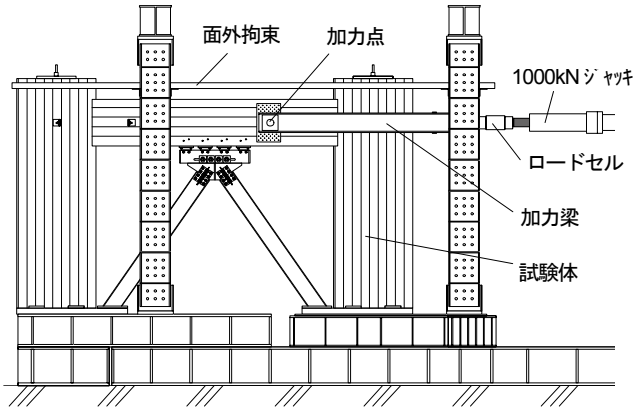


図 5 試験体セットアップ

接合部で CLT のめり込みが確認された．Type-N_0 も Type-N と同様で，原点回帰する履歴特性を示し，θ＝1/50rad 以降では戻り剛性の低下が顕著に現れた．最大耐力は約 190kN で大きな耐力低下は見られなかったが，壁柱脚部や梁 - 壁柱接合部で CLT のめり込みが確認された．Type-R は，θ＝1/450rad 時の耐力が約 450kN で，概ね弾性範囲内にあり，架構の変形もほとんど見られなかった．Type-F はエネルギー吸収効率の高いバイリニア型の履歴を示したが，θ＝1/30rad.の載荷時に耐力が低下している．

3.2　局所応答

図 7 に Type-F のダンパー負担せん断力 - 変形関係を示す．ダンパーの負担せん断力は，ブレースのひずみから算出した軸力の水平成分とした求めた．ダンパーは約 250kN ですべり始め，そのときの摩擦係数を算出すると 0.241 であった．θ＝1/300rad まではダンパーの降伏耐力

が一定だったが，それ以降は層間変形角が大きくなるにつれてダンパーの負担せん断力と摩擦係数が大きくなり，最大で約370kN, 摩擦係数が約0.45 となった. θ= 1/100rad 時に摩擦材と金物の間に挿入したステンレス製プレートの変形が見られ，θ = 1/50rad のときに破断した．θ = 1/30rad 時には，摩擦材が破断し，耐力が低下した．

図 8 に PC 鋼棒に作用する軸力と CLT 壁柱の部材角の関係を示す．部材角は，壁柱の頂部と脚部の絶対水平変位の差を頂部の測定位置高さで除すことで求めた．いずれも PC 鋼棒の降伏耐力 387kN に達することはなく，PC 鋼棒はほぼ弾性域内で挙動したことがわかる．Type-N についてみると，除荷時の残留軸力が 1/75rad までは初期導入力まで戻るが，それより変形が大きくなると初期導入力より小さくなっている．これは CLT 壁柱脚部や上部定着板のめり込みが原因と考えられる．また，Type-F についても Type-N と同様の傾向がみられた．

4.　おわりに

本論文では，プレストレスを導入した CLT 壁柱と摩擦ダンパーを併用した木質制振架構を対象に，CLT を金物やボルトで接合させた耐震架構との比較を通して，制振架構の力学的挙動に関する研究を行った．これにより得られた知見を以下に示す．

- CLT 壁柱中央に PC 鋼棒を挿入し，プレストレスを導入した木質架構はセルフセンタリング型の履歴特性を得る．さらにこの架構に摩擦ダンパーを付加することで，効率的にエネルギーを吸収することができる．
- CLT 壁柱中央に挿入した PC 鋼棒は，概ね弾性範囲内にあったが，壁柱脚部のめり込みや定着板のめり込みが生じると初期導入した引張力が減少する．

謝辞

本研究は，平成 28～31 年度 科学研究費補助金・若手研究（A）「木質高層建物を対象とした制振技術開発と制振設計法の提案」（課題番号 : 16H06107, 研究代表者 : 松田和浩）による成果です．また，本研究を進めるにあたり，銘建工業株式会社の田中宏明氏，鳥羽展彰氏，森本知宏氏，車田慎介氏，株式会社エヌ・シー・エヌの伊東洋路氏，藤代東氏，野中悠貴氏，東京工業大学の山崎義弘助教に多くの助言をいただきました．また，実験に際しては東京工業大学坂田弘安研究室の多くの学生の手伝いを受けました（要確認）．ここに記して，感謝の意を表します．

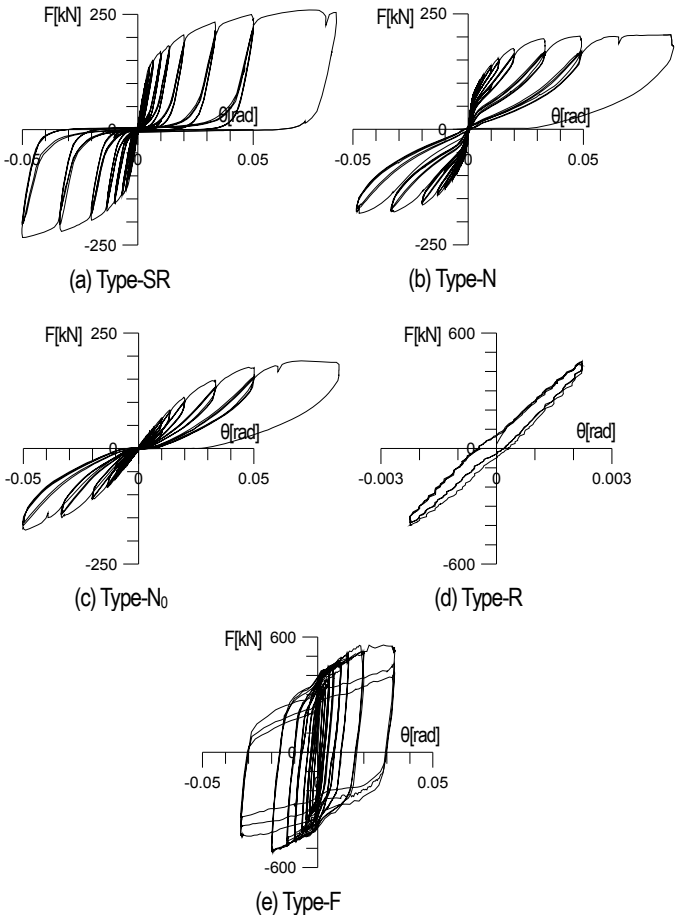


図 6 層せん断力ー層間変形角関係

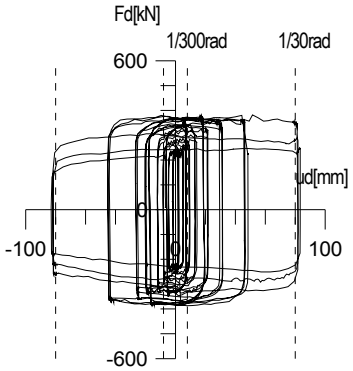


図 7 ダンパー負担せん断力 - 変形関係

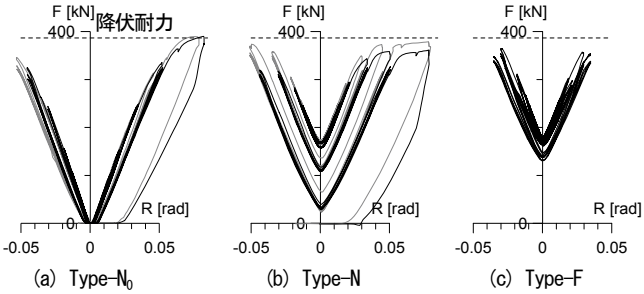


図 8 PC 鋼棒軸力 - 部材角関係

参考文献

1) H26 年度住宅整備推進事業「CLT を用いた木造建築基準の高度化推進事業」, 2015 年 3 月
2) Asif Iqbal, Stefano Pampanin, Massimo Fragiacomo, Alessandro Palermo, Andrew Buchanan: Seismic Response of Post-Tensioned LVL Walls Coupled with Plywood Sheets, World Conference on Timber Engineering,pp.291-296, 2012.7
3) Francesco Sarti, Allessandro Palermo, Stefano Pampanin: Development and Testin of an Alternative Dissipative Post-tensioned Rocking Timber Wall with Boundary Columns, ASCE Journal of Structural Engineering, E4015011, 2015.8
4) 坂田弘安, 笠井和彦, 大木洋司, 松田和浩: 在来軸組戸建木造住宅を対象とした 2 層木質制振架構の振動台実験, 日本建築学会構造系論文集, 第 631 号, pp. 1607-1615, 2008.9
5) 松田和浩, 笠井和彦, 坂田弘安: フレームモデルによる木質制振架構の地震応答解析, 日本建築学会構造系論文集, 第 661 号, pp. 609-618, 2011.3
6) 松田和浩, 笠井和彦: バイリニア＋スリップモデルに粘弾性ダンパーを用いた制振構造の応答制御設計法, 日本建築学会構造系論文集, 第 716 号, pp. 1525-1535, 2015 年 10 月

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日）

直接シミュレーションモンテカルロ法 DSMC への最近の取組み

宇佐美勝 [1)]

My Recent Efforts for the Direct Simulation Monte Carlo (DSMC) Method

Masaru USAMI[1)]

Abstract

The underexpanded argon jet through an orifice is calculated in an axisymmetric flow field by the DSMC method using the intermolecular collision scheme U-system which enables coarse cell networks for calculations near atmospheric pressure condition. Speedup of the DSMC calculation is also investigated by the parallel processing using a CPU with multiple cores or threads. At pressure ratio 4, it becomes clear that the damping of shock cells is induced by fluidic vortex-like motion along the jet boundary. The mean free path that restricts cell dimensions in the DSMC method is also discussed.

1. はじめに

著者は，1976 年に Bird の著書 [1)] を手に入れ，直接シミュレーションモンテカルロ法（DSMC 法）による研究を始めたが，40 年以上が経過し，大学での研究生活も終りになろうとしている．専らパソコンによって解析を行ってきたが，40 年間でその性能は約 100 万倍になり，以前は不可能と思われた解析も今では実現できている．本稿では，最近数年の DSMC 法への取組みを紹介する．

DSMC 法 [1-3)] は，元々，希薄気体流の解析法として Bird により開発されたものであるが，計算機技術の進歩に伴って，その適用範囲は連続流状態まで広がる傾向にある．DSMC 法は，計算の発散といった不安定要素がなく，また，境界条件も比較的与え易い．一方，DSMC 法では，多数の分子を計算機内で運動させて流れ場を再現するため，流れを連続体とした一般の CFD 解析に比べて，膨大な計算時間が必要になる．また，分子間衝突の計算に用いる微小体積要素（衝突セルあるいは単にセルと呼ぶ）の大きさは，平均自由行程以下にすることが基本であるため，大気圧に近い状態の流れの解析は困難を極める．

不足膨張噴流は古くから解析が行われており，中でも Ashkenas ら [4)] が提案したマッハディスク位置に関する実験式は，信頼性が高く，その後の自由噴流解析の基準として長く使われている．DSMC 法を用いた自由噴流の構造解析は，著者らが初めてその報告を行っているが [5)]，当時の計算機能力では，上流よどみ点圧力 p_0 が 1/15 気圧で，下流側背圧 p_1 との圧力比 $p_r = p_0/p_1$ が 50 程度であっても，空間分割を行うセルの長さを平均自由行程に保つことはできず，したがって得られた結果は，マッハディスクの位置を実験式に一致させることはできても，密度や温度等の変化を定量的に忠実に再現することは不可能であった．その後，著者らは，セルを平均自由行程まで小さくせずとも良好な結果が得られる分子間衝突法 U-system [6-10)]を考案し，それを用いた3次元解析によって，単一噴流の断面の花びら構造の再現 [8)] や，平行噴流の干渉による密度の局所的ピークの再現 [9)] を行っている．

本報告では，DSMC 計算高速化の試みとして，マルチコア（マルチスレッド）CPU 一個を持つパソコンにより DSMC 解析の並列計算を行い，その可能性を明らかにした．計算対象は，上流よどみ点圧力を大気圧として固定し，圧力比 p_r が 4 および 50 となるように下流側背圧を低下させた「厚みなしオリフィス（直径 $d = 2.5$ mm）から流出するアルゴン気体 Ar の不足膨張噴流」で，軸対称流れ場における解析である．大気圧の平均自由行程は非常に小さく（0.1μm 以下），また圧力比 $p_r = 4$ の場合は，下流境界付近であっても大気圧の 1/4 であるため，流れ場全体を平均自由行程以下でセル分割して解析するのはパソコンでは一般的に不可能である．しかし今回は，大きなセルでも計算が可能となる U-system を用いて，平均自由行程よりも粗いセル分割によって不足膨張自由噴流の解析を行い，特に $p_r = 4$ において，ショックセルの減衰を引き起こす原因が，噴流境界で発生する渦にあることを突きとめた．Bird オリジナルの衝突計算法による結果との比較も行った．また最後に，実効平均自由行程に関する考察も行った．

1) 機械工学科

1) Department of Mechanical Engineering

2. U-system による分子間衝突計算法の改良

従来の衝突計算法では，セルが大きくなるとそれに比例して 2 つの衝突分子の位置は離れるため，シミュレーションが忠実に行われなくなる．本来，衝突する 2 つの分子は同じ位置で選ばれるのが最も好ましいが，有限個の分子しか用いないシミュレーションでは，たとえセルを小さくしたとしても全く同じ位置で 2 つの分子を見つけるのは難しい．しかし少なくとも，セルの大きさを平均自由行程以下に保つことは必要な条件としていた．

U-system では，衝突計算直前に一方の分子 P を，あたかも，もう一方の分子 Q の位置に一致させたかのように分子速度の補正を行う．いま，流れ場中の分子は，全て，ある温度と流れ速度を持つ局所平衡状態の速度分布関数（マクスウェル分布）に従うものと仮定する．なお，以下では，2 つの分子位置における速度分布関数をマクスウェル分布で仮定して補正式を導いているが，得られた補正式自体は，2 つの位置の分布関数が必ずしもマクスウェル分布でなくとも有効である（例えば，マクスウェル分布式に現れる指数関数が別の関数に変わってもよい）．唯一必要な条件は，「分布中心が，流速に応じて左右に平行移動し，分子の熱運動速度が，温度の平方根に比例するような分布形状」というものである．そして，この条件を満たすのはそれほど困難なことではない．

さて，分子 P の位置の分布関数を f_1，分子 Q の位置の分布関数を f_2 とし，分子 P の速度が f_1 上の一点 A にあるものとしよう（Fig. 1）．衝突計算に際して，この A 点を分布関数 f_2 上のどこかに移せばよいことになるが，著者が最も自然であると考えた方法は，f_1 上の A 点位置と f_2 上の位置が相対的に同じになるよう移動させることである(B 点)．この B 点位置を求める計算は簡単である．いま，x 方向速度成分 u の分布関数について考えると，f_1 と f_2 は，次に示す式(1)および式(2)のように書ける．ここで，R は気体定数，T_{x1}, T_{x2} は，分子の並進運動に基づく温度 3 成分のうちの x 方向速度成分により定義される温度（以下，x 方向温度と呼ぶ）で，U_1，U_2 は，流速の x 成分である．

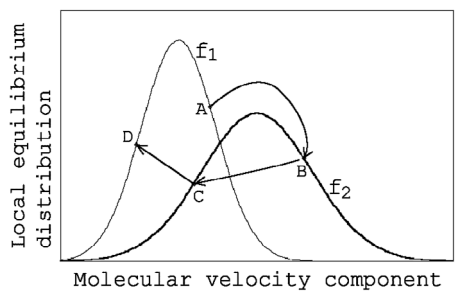


Fig. 1 Modification of velocity in U-system collision scheme

$$f_1 = \frac{1}{\sqrt{2\pi R T_{x1}}} \exp\left\{ -\frac{(u_A - U_1)^2}{2RT_{x1}} \right\} \tag{1}$$

$$f_2 = \frac{1}{\sqrt{2\pi R T_{x2}}} \exp\left\{ -\frac{(u_B - U_2)^2}{2RT_{x2}} \right\} \tag{2}$$

f_1 および f_2 をそれぞれ最大値で無次元化し，それらを等しいとおくと，次式となる．

$$\frac{(u_A - U_1)^2}{T_{x1}} = \frac{(u_B - U_2)^2}{T_{x2}} \tag{3}$$

したがって，次式が得られる．

$$u_B = U_2 + (u_A - U_1)\sqrt{T_{x2}/T_{x1}} \tag{4}$$

これ以降の計算は，この修正された速度 u_B（なお u_A は修正前の速度）を用いて，一般的な衝突計算法（No-time-counter 法[2] あるいは Null-collision 法[11]）で行われる．さらに，こうして得られた衝突後の速度 u_C (C 点) は，分子 P を元の位置に戻すのに伴い，次式を用いて再び修正される(D 点).

$$u_D = U_1 + (u_C - U_2)\sqrt{T_{x1}/T_{x2}} \tag{5}$$

なお，セル内で流速と温度に変化がなければ，Bird の従来法による衝突計算と同じものになる．

ここで，式(4)(5)を用いるためには，分子 P と Q それぞれの位置における流速 U と温度 T のデータが必要である．したがって，最初の 1 回は，従来の計算法によって各セルの流速と温度を求め，補間法により任意位置のデータを得ることになる．DSMC 法の長い繰返し計算の中で，従来の方法による計算は最初の 1 回だけでよく，以降は，U-system によって流速と温度のデータが逐次更新される．なお，U-system の計算 1 回に要する時間は，従来の計算法より増加するが，セルを大きくできる点を考慮すれば，計算全体での時間比較では U-system が有利となる．

さて，分子速度の補正を行うと，各衝突分子ペアの持つ運動量とエネルギが衝突前後で厳密には保存されない．もちろん流れ場全体としてあるいは長時間にわたって平均をとれば，統計的ばらつきの範囲内で保存されるのであるが，多くの計算例を検討した結果，1 回の衝突において，衝突前後のエネルギに大きな差が生じると，特に，数個のセル内で衝撃波が生じるような変化の激しい流れ場では，結果にひずみを成長させる原因となることが判明した．そこで，衝突前後でエネルギだけを厳密保存す

るような改良を加えたところ(U-system-3) [9]，計算の安定性は大きく改善した．ただし，まだ運動量の厳密保存がなされていないこともあり，更なる改善が望まれていた．Sun ら [12] は，分子間衝突を無次元速度空間で行うことを考え，速度を無次元化するためのスケール変数に流速と温度を用いるという概念を導入して DSMC 解析を行っている（LCDSMC 法）．その計算法は，基本的には，著者の U-system と同じ算法ではあるが，特筆すべきは，分子の運動量と並進エネルギを各セルごとに厳密保存するために Pareschi ら [13] が提案した補正方法を採用したことである．この方法を U-system に適用して，セルごとに運動量と並進エネルギを完全保存したものが U-system-8 であり [10]，本解析における U-system にはこれを用いている．

3. マルチコア CPU による並列計算

最近のパソコンは，CPU 速度の改善（速度増加）に多少足踏みが見られるが，その代わり，1 つの CPU の中に複数の演算処理機能を持たせた，複数コア・複数スレッドを持つ CPU が出現し，OpenMP を使った並列計算に対応するコンパイラも普及している．DSMC 計算を最も効率よく並列化するためには，流れ場をスレッド数と同じ数の領域に分割して各領域を一つのスレッドに受け持たせることであるが，領域を越えて移動する分子を領域間で移し替える必要があり，単純流れ場への適用が多い [14]．

一方，別の並列計算の方法として，DSMC 法の各計算ルーチンごとに並列化を実行することが考えられる．この方法では，複数の計算を完全に独立させて並列化することは難しく，並列化の効果を十分期待できない面もあるが，計算法を一度確立しておけば，プログラムの簡単な書き換えで，どんな DSMC 計算にも適用できる．本報告は，後者の立場に立ち，Intel Fortran コンパイラ V12 を用いて，DSMC 計算プログラムの各ルーチンを並列化する方法を考案した．DSMC 法の主たる計算は，分子移動，分子所属セル調査，分子並べ替え処理，分子間衝突，流れ場サンプリングで，これら 5 つの計算がこの順序で繰り返し実行される．

3.1 並列計算プログラミングにおける一般的事項

いま，N 回の繰返しループから成る並列実行ループを，ある一つのループ（自己ループと呼ぶ）とそれ以外の N−1 個のループ（他者ループと呼ぶ）に分けて考えてみる．今回の並列処理では，異なるスレッド各々の計算自体は独立に（並列に）行えても，データの記憶場所は共通で使うことになるため，自己ループで呼び出した変数を計算処理して元の記憶場所に戻す際，戻し終える前に他者ループが同じ変数を呼び出したりすると，本来と異なる結果が生じることになって都合が悪い（これを「変数参照交差」と呼ぶことにする）．本研究は，これを防ぎながら，いかに計算速度の速い DSMC 並列プログラムを作るかというのが目的となる．OpenMP では，変数参照交差を防ぐ基本手順として，まずは DO ループ直前に次のような宣言をする．

```
!$OMP  PARALLEL  DO  PRIVATE(…, …, …)
!$OMP  REDUCTION (+: …, …, …)
```

すなわち，PRIVATE の後のカッコ内で，並列計算で独立して用いる変数を宣言し，REDUCTION の後のカッコ内では，並列計算の外側で合計を求める等に用いる変数を宣言する．

3.2 一様乱数の作成

DSMC 計算の並列プログラミングでは，16 個のスレッドで並列計算する際，最低でも，独立した 16 系列の一様乱数を使う．今回は，周期 2^{46} の独立した 2 つの乱数列を利用することとし，一周期を 8 あるいは 9 個に分割した位置に初期値を定め，それらから出発する 17 系列（1 つは逐次実行用）の一様乱数列を作成して用いた．

3.3 分子移動 (Molecular movement) と分子所属セル調査 (Cell identification)の並列化

この計算ルーチンは分子ごとに独立であり，簡単に並列化して高速化が実現できる．個々の分子は独立して空間移動するので，全分子数を 16 のグループに分割して並列化すれば良い．しかし，計算領域外に流出した分子を捨て去るとき，分子情報を記憶している配列を整理する処理が必要で，そこは単純には並列化できない．今回は，捨去る分子数がそれほど多くないので，空間移動の並列計算内では捨去る分子にタグ（付け札）を付けるにとどめ，実際の分子捨去り処理は，並列計算の外で逐次処理により行った．なお，境界から流入する分子の移動は，通常は，元から流れ場に存在する分子の移動が終了した後に行うが，今回は，先に境界上に分子を発生させておき，それを含めたすべての分子を一つの並列計算内で空間移動させた．

3.4 分子並べ替え処理 (Molecular sorting) の並列化

分子参照配列 Cross Referencing Array: LCR(K) に，分子をセルごとに並べ直すこのルーチンは，分子番号とセル番号が相互に依存した計算であるため，変数参照交差が生じて簡単には並列化できない．しかし，プログラムの主要部分に並列化できない箇所があると，そこがボトルネックになって大幅な高速化が達成できない．そこで，

特殊な方法の並列計算によって高速化を試みた.

3.5　分子間衝突 (Intermolecular collision) と流れ場サンプリング (Sampling of flow properties)の並列化

これらのルーチンは，セルごとに計算が独立しているので，並列化が可能で，しかも密度が高くなるほど全計算時間に占める分子間衝突の割合が増加するので，高速化に最も寄与できる．なお，特に今回のような軸対称解析では，セル内分子数がセルによって大きく異なり，必ずしも個々のセルで計算負荷が一定しないことが起こるので，Schedule (Dynamic) を指定して，空いているスレッドに優先して仕事が割当てられるようにする.

3.6　分子情報記憶配列の整列化

全分子の位置座標や速度成分を記憶する配列変数に初期値を与える際は，セルの番号順に分子に番号を与えるので整然と並んでいるが，その後，分子の空間移動が繰返されると，それら配列の分子情報は，セルの順とは無関係な並びとなる（参照配列 LCR(K)が必要なのはそのためである)．しかし，それら配列変数が，セルの順に整然としていた方が，明らかに，計算速度は速くなることが判明したので(ただし厳密にセル順である必要はない)，全分子が空間移動を 10 回繰返したら, その配列変数の整列化を行うという操作を追加した．なお，この操作は並列計算に限らず，むしろ逐次計算で効果が大きい.

4.　解析条件

上流よどみ点圧力を大気圧 101300 Pa に保ち，下流背圧をそれの 1/50，1/4 と変化させて，Ar 単一気体が孔径 $d = 2.5$ mm のオリフィスから低圧側に流出する際に生じる不足膨張噴流の構造を DSMC 法（VHS 分子モデル使用）で再現した．よどみ点の平均自由行程 λ と孔径から求めたクヌッセン数は $Kn = 1/48000$ である.

圧力比 $p_r = 50$ の場合，オリフィスより上流の流れ場としては，直径が孔径の 1.4 倍，軸方向長さ(x 方向長さ)が孔径の 0.7 倍とした小さな円筒空間を用いるが，軸対称場を仮定しているので，実際には $0.7d \times 0.7d$ の正方形領域で，それを 12544 個の正方形セルで分割する．セル一辺の長さは λ の約 300 倍となる. 一方, 下流側流れ場は, $14d \times 3d$ の長方形領域を 270720 個のセル（軸方向 564 個のうち最初の 280 個のセルは公比 1.006 の等比級数でセル長が拡大し 280 個目以降は等間隔セル，半径方向 480 個は等間隔セル）で分割されている．分子数は，1 億 4 千万個程度である. 圧力比 $p_r = 4$ については, 上流側は, $1.0d \times 1.0d$ の領域を 102400 個の正方形セルで分割し，また下流側は，$10.3d \times 1.5d$ の長方形領域を 1845000 個のセル（軸方向 2050 個のうち最初の 320 個のセルは公比 1.0016 の等比級数でセル長が拡大し 320 個目以降は等間隔セル，半径方向 900 個は公比 0.99842 の等比級数でセル長が収縮するセル）で分割した．分子数は，2 億 5 千万個程度を用いた.

境界条件としては，オリフィス壁面では拡散反射（乱反射）とし，上流境界から流入する分子には，境界面に垂直方向に巨視的流速を持つ局所平衡状態を仮定した．この巨視的流速については，オリフィスを通過する流量から算出されるもので，計算の進行につれて自動調整されるようになっており，定常状態に達するまでは，時間と共に変化する [5),6),9)]．軸に平行な下流境界から流入する分子については，下流密度における静止平衡状態を仮定して算出したが，軸に垂直な下流境界においては，静止平衡を仮定して求めた分子速度に，計算途中で得られた境界近傍の流速を加えることによって，境界付近の流れ場の歪みを小さく抑えている.

5.　解析結果および考察

今回用いたパソコンの CPU は Intel の Core i7 5960X で，8 個のコア，16 個のスレッドを持つ．先に述べた並列計算の手法を適用して不足膨張噴流の DSMC 解析を行い，逐次計算に対して 7～8 倍の計算速度増加を得ることができた．個々の解析結果を次に示す.

5.1　圧力比 $p_r = 50$ の不足膨張噴流

Fig. 2 と Fig. 3 は，U-system と Bird オリジナルの衝突計算法（従来法）によって求めた結果を，密度分布 ρ/ρ_0 で比較している（よどみ点の値 ρ_0 で無次元化，位置座標は孔径 d で無次元化）． Bird 法の結果は，明らかに密度の起伏が小さくなって, 粗いセルの悪い影響が出ている．セル分割をより細かくすれば，U-system の結果に近づくことは，これまでの文献 [6-10)] に示したのと同様である.

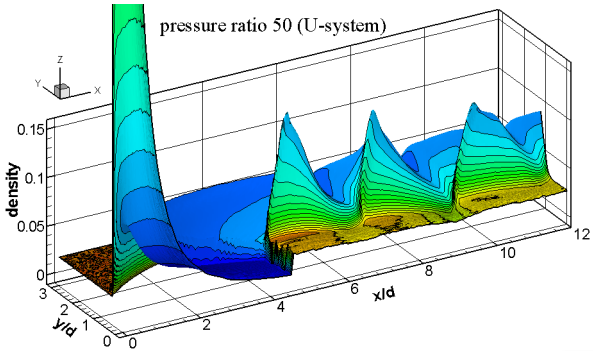


Fig. 2 Density profile of under expanded jet by U-system

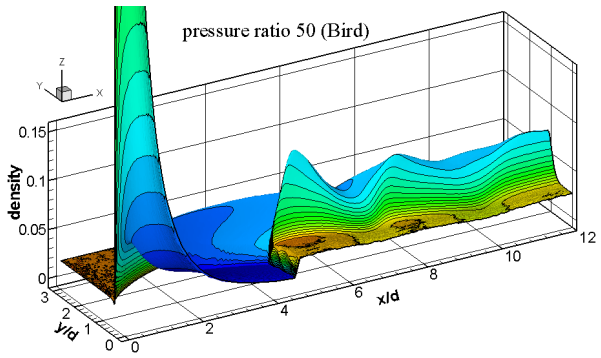


Fig. 3 Density profile of under expanded jet by Bird's method

5.2　圧力比 p_r=4 の不足膨張噴流

Bird 法と U-system により，同一条件で圧力比 p_r= 4 の解析を行った．まず，Fig. 4 の Bird 法の結果（10.5μs 平均）を見ると，ショックセルが緩やかに減衰していくのが観察できる．しかし，これまでに報告された実験[15),16)]で得られている噴流減衰とは明らかに様子が異なる．

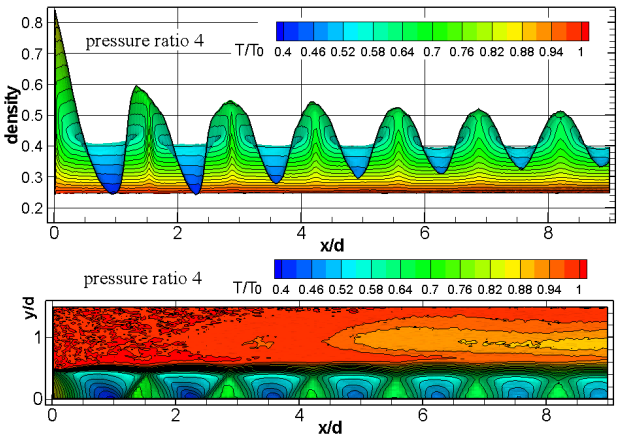


Fig. 4 Density profile and temperature contours of free jet at pressure ratio 4 by Bird's method (averaging time 10.5μs)

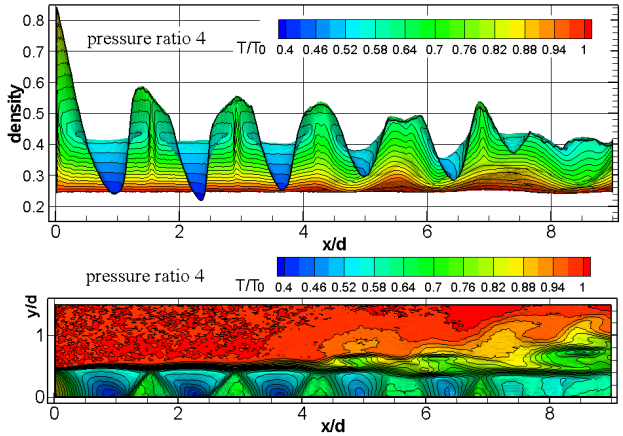


Fig. 5 Density profile and temperature contours of free jet at pressure ratio 4 by U-system (averaging time 10.5μs)

一方，Fig. 5 は U-system の結果（10.5μs の平均）であるが，4〜5 番目以降のショックセルが崩れてしまう様子が見られた．そこで，同時刻の噴流観測を，短い時間平均で細かく行ってみた．Fig. 6 と Fig. 7 は，U-system によって，2.1μs 平均を 2.1μs 間隔で連続して捉えた密度と温度等値線の時間変化（各 5 枚）であるが，ショックセル 4 番目以降の密度変動が激しく，さらに温度等値線では，噴流境界に沿って，Fig. 4 や Fig. 5 では見られなかった渦の成長が明確に現われている．この渦は，ショックセル 3 番目以降の側面で発生し，噴流の動きと共に下流へ流されながら成長していくが，ランダムな要素を含んでいて，いつも同じように渦が発生するものでもない．なお，軸対称解析では，軸中心の周囲 360 度に渦巻いていることになるので，通常はなかなか起こりにくいと思われるが，今回これが生じているということは相当に強い渦運動が存在している可能性がある．

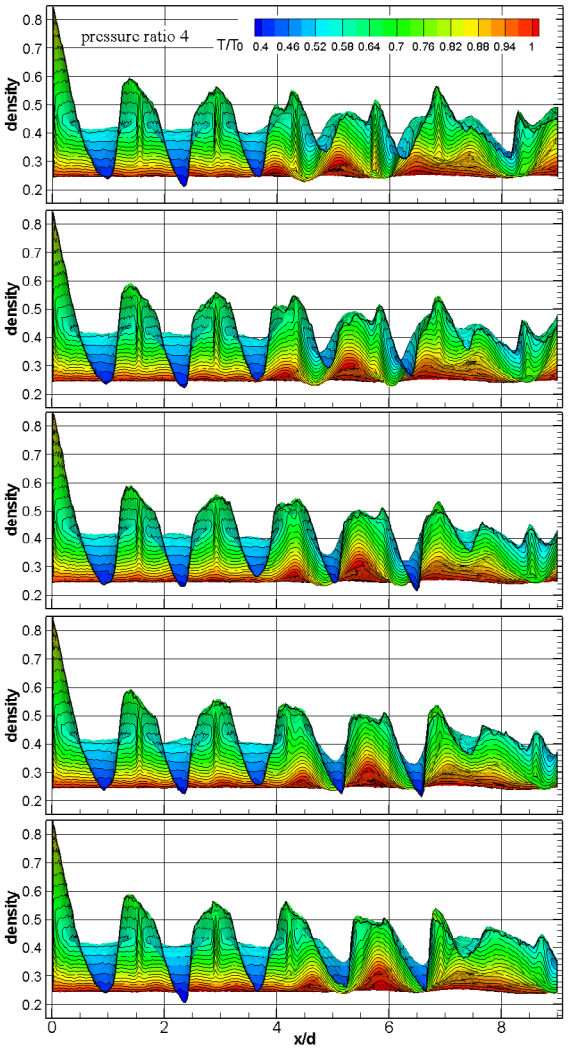


Fig.6 Density profile of free jet at pressure ratio 4 by U-system (averaging time 2.1μs, time interval 2.1μs)

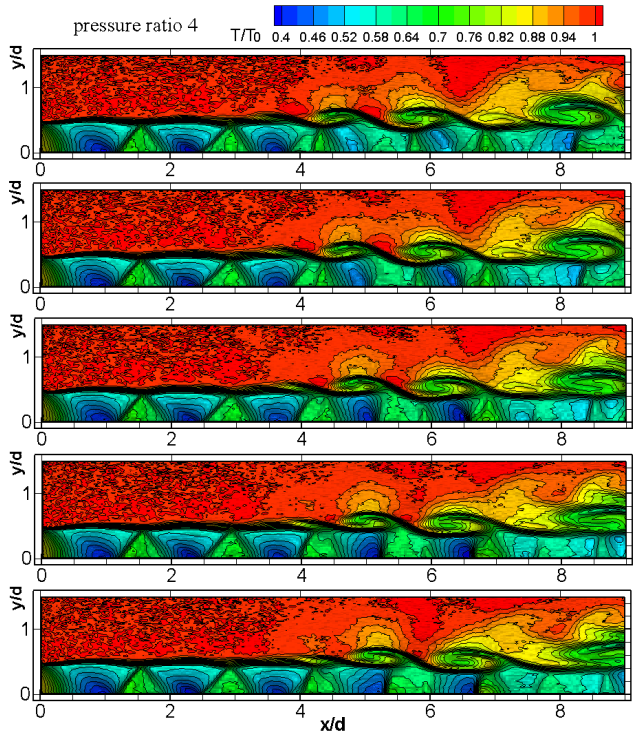


Fig. 7 Temperature contours of free jet at pressure ratio 4 by U-system (averaging time 2.1μs, time interval 2.1μs)

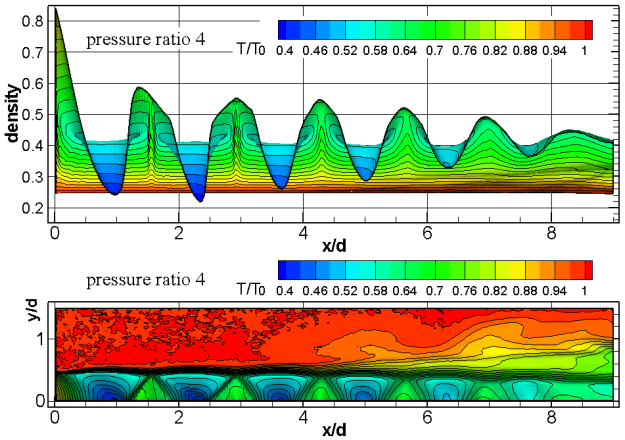


Fig. 8 Density profile and temperature contours of free jet at pressure ratio 4 by U-system (averaging time 100μs)

さて，噴流境界で生じるこの渦を含めた不足膨張噴流の構造を，少し長い時間の平均（約 100μs）で表示してみた結果が Fig. 8 である．Fig. 8 では，明らかに，ショックセルの減衰が生じており，これが，実験写真[15),16)]でよく見られるショックセルの減衰をシミュレーションで再現したものであると考えられる．すなわち，ショックセルの減衰は，周囲気体から受けるせん断力により単純に流速低下が起きて生じるのではなく，噴流境界に沿った渦運動のためにショックセルが乱されて生じるものである．今回の軸対称解析では，たとえ U-system を用いたとしても，十分にセル分割を細かくしないと，軸対称場での噴流境界の渦運動を捉えることができないことが判明した．ただし，これは本来 3 次元現象として解析すべきものであり，3 次元計算なら，境界での乱れは比較的再現しやすいのではないかとも考えられる．

6.　平均自由行程の調査

6.1　一次元垂直衝撃波における実効平均自由行程

一次元垂直衝撃波の DSMC 解析でセル分割の粗さの影響を調べた先の研究において[10)]，粗いセルであっても，衝撃波マッハ数 $Ms = 8$ の場合には，$Ms = 1.2$ のときほど影響が出ないことが判明した．平均自由行程は，一般に密度に逆比例するが，流速等によっても変化してそれがセル分割に影響を及ぼすと考えられるので，今回，DSMC 計算の中で平均自由行程の大きさの変化を調べた．DSMC 計算で要求される「セル長は平均自由行程より小さくすべき」とされるセルの大きさは，通常，絶対座標系で考えられるべきものである．そのため，セル長決定の基準となるべき「分子が衝突から次の衝突まで実際に飛行する距離」を，今回，実効平均自由行程と呼んで定義上の平均自由行程（巨視的流速に相対的に測定）と区別し，さらに，流速が方向によって極端に異なる場合のために，実効平均自由行程の各方向成分も調査した．

本研究では，衝撃波マッハ数（$Ms = 1.2, 1.4, 8$）にかかわらず上流側の数密度と温度は同一としているので，上流境界における定義上の平均自由行程は 0.0132 m で一定である．今回は，この値を用いて，DSMC 計算で得られた実効平均自由行程を無次元化した（なお，下流境界の定義上の平均自由行程は，$Ms = 1.2$ で 0.0108 m，$Ms = 1.4$ で 0.0093 m，$Ms = 8$ で 0.0089 m である）．次の 3 つの値を調べた．すなわち，実効平均自由行程の絶対値，x 方向成分の絶対値（以降 x 方向成分と呼ぶ），y 方向と z 方向成分の絶対値の平均（以降 yz 方向成分と呼ぶ）である．なお，分子数は約 10 万個を用いた．

Fig. 9 は，実効平均自由行程の絶対値を上流境界の定義上の平均自由行程で無次元したもの（図では縦軸を L-mfp と表記），Fig. 10 は，x 方向成分を無次元化したもの（L-mfp-x と表記），Fig. 11 は，yz 方向成分を無次元化したもの（L-mfp-yz と表記）である．各図で，青色が $Ms = 1.2$，赤色が $Ms = 1.4$，緑色が $Ms = 8$ を示す．絶対値（Fig. 9）と x 方向成分（Fig. 10）は，衝撃波の上流側では，Ms の大きさの順に大きくなり，下流側では，Ms が小さいほど大きな値をとる．そして $Ms = 8$ では，流速が大きいゆえに，実効平均自由行程は，上流側で極端に大きな値となっている（絶対値と流れ方向 x 成分が共に定義上の平均自由行程の約 6.5 倍）．そのために，分子が

衝突なしに長距離移動することが可能になり，DSMC 計算において粗いセルを許容したものと考える．一方，yz 方向成分は，上流境界に近い場所では，巨視的流速がないため Ms の値によらず一定値をとっているが，Ms = 8 の場合，衝撃波付近では，x 方向成分が大きいことの影響を受けて特異な曲線を描いている．ただし，x 方向の実効平均自由行程に比べれば全体として小さな値となっている．ある方向のみに巨視的流速が存在した場合，方向の違いで実効平均自由行程が大きく異なると言える．

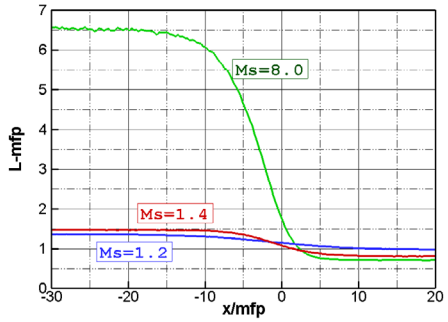


Fig. 9 Effective mean free path within one dimensional normal shock wave (absolute value)

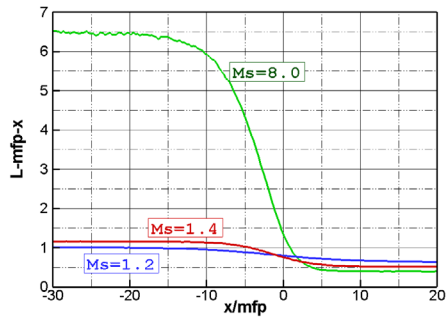


Fig. 10 Effective mean free path within one dimensional normal shock wave (component of flow direction)

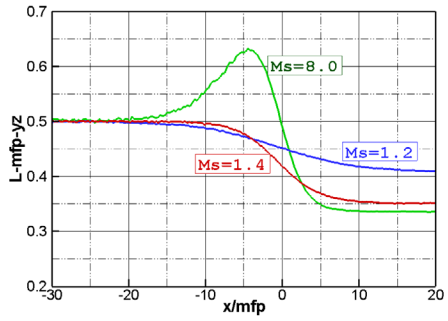


Fig. 11 Effective mean free path within one dimensional normal shock wave (component of normal to flow direction)

6.2　平衡状態における平均自由行程

平衡状態において，定義上の平均自由行程 λ と実効平均自由行程 λ^* を数式で示すと式(6)と式(7)となる．ここで，c' は分子の熱運動速度の大きさ，n は数密度，σ_T は総衝突断面積，c_r は分子の相対速度，c は分子の実際の速度（熱運動速度に巨視的流れ速度を加えたもの）であり，β は分子の最大確率速度 c_m' の逆数 $(=1/\sqrt{2RT})$，u,v,w と u',v',w' はそれぞれ x,y,z 方向の分子速度成分と熱運動速度成分で，u_0 は x 方向の流れ速度成分である．また，erf は誤差関数を，バー記号（上線）は平均を表わしている．

$$\lambda = \overline{c'}/(n\overline{\sigma_T c_r}) \tag{6}$$

$$\lambda^* = \overline{c}/(n\overline{\sigma_T c_r}) \tag{7}$$

$$\begin{aligned}\overline{c'} &= \left(4/\pi^{1/2}\right)\beta^3 \int_0^\infty c'^3 \exp\left(-\beta^2 c'^2\right) \mathrm{d}c' \\ &= (2/\pi^{1/2})c_m' = 2/(\pi^{1/2}\beta)\end{aligned} \tag{8}$$

$$\begin{aligned}\overline{c} &= \left(\beta^3/\pi^{3/2}\right) \\ &\times \iiint_{-\infty}^{\infty} \sqrt{(u'+u_0)^2 + v'^2 + w'^2} \\ &\times \mathrm{e}^{-\beta^2(u'^2+v'^2+w'^2)} \mathrm{d}u'\mathrm{d}v'\mathrm{d}w'\end{aligned} \tag{9}$$

$$\begin{aligned}\overline{|u'|} &= 2\left(\beta/\pi^{1/2}\right) \int_0^\infty u' \exp\left(-\beta^2 u'^2\right) \mathrm{d}u' \\ &= (1/\pi^{1/2})c_m' = 1/(\pi^{1/2}\beta)\end{aligned} \tag{10}$$

$$\begin{aligned}&\overline{|u'+u_0|} \\ &= \left(\beta/\pi^{1/2}\right) \int_{-u_0}^{\infty} (u'+u_0) \exp(-\beta^2 u'^2)\, \mathrm{d}u' \\ &+ \left(\beta/\pi^{1/2}\right) \int_{u_0}^{\infty} (u'-u_0) \exp\left(-\beta^2 u'^2\right) \mathrm{d}u' \\ &= [\exp\{-(u_0\beta)^2\} \\ &+ \pi^{1/2} u_0\beta \,\mathrm{erf}\,(u_0\beta)]/(\pi^{1/2}\beta)\end{aligned} \tag{11}$$

式(6)と式(7)の分母は，分子 1 個あたりの衝突頻度を表しており，両式で同じ値なので，λ と λ^* の違いは，式(8)と式(9)で示される分子速度の違いから生じる．なお，式(9)は代数的には解けないので数値積分で求める．巨視的流速が存在しない場合の速度成分に対する平均自由行程は式(10)で求められるが，その値が，定義による平均自由行程（式(8)）の 1/2 になっており，Fig. 11 の左端（上流境界）の値が 0.5 であるのと矛盾しない．

流速によって実効平均自由行程が変化することの計算は，実は，セルを 1 つしか使わない DSMC 計算でも解析でき，式(6)～式(11)と比較できる．場所に依らず均質な気体が存在するとして，セル 1 つを用いるだけであるが，分子の位置座標 3 成分は−∞から＋∞まで変化し，速度の 3 成分も保持されている．いま，巨視的流れは x 軸方向のみに存在するものとする．Fig. 12 は，横軸に x 方向流速をマッハ数で示し，縦軸に実効平均自由行程（絶対値と各方向の成分）を定義上の平均自由行程で無次元化して描いたものである．絶対値と巨視的流速を持つ方向の成分の実効平均自由行程に，流速に応じた増加が現れ，DSMC 計算と理論式がすべての点で一致している．

Fig. 9 と Fig. 10 における上流境界の値もマッハ数に応じて増加し，またその値は Fig. 12 で得られた結果に一致していることから，上流境界では平衡状態にあると考えられるし，DSMC 計算による平均自由行程の算出法が十分信頼できるものであることもわかる．

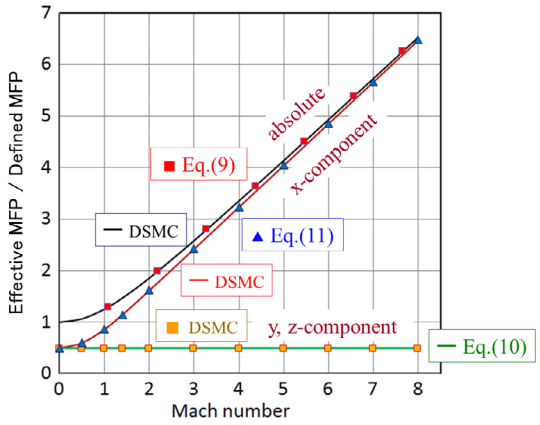


Fig. 12 Effective mean free path with some flow velocity at equilibrium condition (absolute value, x-component of flow direction, yz-component of normal to flow direction)

7.　まとめ

最近の DSMC 解析により以下のような結論を得た．

(1) コア 8（スレッド 16）の CPU を持つパソコンにより，不足膨張噴流 DSMC 解析の並列計算を行って，逐次計算に対し 7～8 倍の計算速度増加を得ることができた．

(2) 圧力比 4 の不足膨張噴流におけるショックセルの減衰は，噴流境界に沿った流れの渦運動のためにショックセルが乱されて生じる．

(3) 実効平均自由行程は，巨視的流速により，定義上の平均自由行程より大きくなる．今回の $Ms=8$ では，平均自由行程の絶対値と流れ方向 x 成分は，上流境界において共に約 6.5 倍となった．

参考文献

1) Bird, G. A.: Molecular Gas Dynamics, Clarendon, Oxford, 1976.

2) Bird, G. A.: Molecular Gas Dynamics and the Direct Simulation of Gas Flows, Clarendon, Oxford, 1994.

3) 日本機械学会編: 計算力学ハンドブック第Ⅲ巻 (4.1 DSMC 法の基礎)，日本機械学会，pp. 130-149，2009.

4) Ashkenas, H. and Sherman, F. S.: The Structure and Utilization of Supersonic Free Jets in Low Density Wind Tunnels, Rarefied Gas Dynamics Vol.2, ed. by deLeeuw, J. H., Academic Press, New York, pp. 84-105, 1966.

5) 宇佐美勝，手島光司: オリフィス自由噴流に関する DSMC 計算(DSMC 法による垂直衝撃波と樽形衝撃波の再現)，日本機械学会論文集 B 編，Vol. 62, No. 598, pp. 2215-2222 , 1996.

6) Usami, M. and Nakayama, T.: Intermolecular Collision Scheme of DSMC Taking Molecular Locations within a Cell into Account, Rarefied Gas Dynamics 23, AIP Conference Proceedings, Vol. 663, pp. 374-381, 2003.

7) Usami, M. and Mizuguchi, K.: DSMC Calculation of Vortex Shedding behind a Flat Plate with a New Intermolecular Collision Scheme, Rarefied Gas Dynamics 24, AIP Conference Proceedings, Vol. 762, pp. 686-691, 2005.

8) 宇佐美勝: 衝突計算を改良した DSMC 法の圧縮性流体への適用，ながれ，Vol. 26, No. 4, pp. 273-282, 2007.

9) 宇佐美勝，井村　隆: 新衝突法を適用した超音速不足膨張噴流の三次元 DSMC 解析（平行噴流の相互干渉と矩形孔からの自由噴流），日本機械学会論文集 B 編，Vol. 75, No. 749, pp. 1-10, 2009.

10) 宇佐美勝，久保　貴，北山隼平: 一次元垂直衝撃波の DSMC 解析における分子間衝突法に関する研究，航空宇宙技術，Vol. 14, pp. 123-130, 2015.

11) Koura, K.: Null Collision Monte Carlo Method: Gas Mixtures with Internal Degree of Freedom and Chemical Reactions, Progress in Astronautics and Aeronautics (AIAA), Vol. 117, pp. 25-39, 1989.

12) Sun, Q., Liu, H. and Fan, J.: Development of a Cell Size Relaxed Scheme for the Direct Simulation Monte Carlo Method, Rarefied Gas Dynamics 26, AIP Conference Proceedings, Vol. 1084, pp. 311-316, 2009.

13) Pareschi, L. and Trazzi, S.: Numerical Solutions of the Boltzmann Equation by Time Relaxed Monte Carlo (TRMC) Methods, Int. J. Numerical Methods in Fluids, Vol. 48, No. 9, pp. 947-983, 2005.

14) Roohi, E. and Darbandi, M.: Recommendations on Performance of Parallel DSMC Algorithm in Solving Subsonic Nanoflows, Applied Mathematical Modelling, Vol. 36, pp. 2314-2321, 2012.

15) Zaman, K. B. M. Q.: Spreading Characteristics of Compressible Jets from Nozzles of Various Geometries, Journal of Fluid Mechanics, Vol. 383, pp. 197-228, 1999.

16) Wilkes, J. A., Glass, C. E., Danehy, P. M. and Nowak, R. J.: Fluorescence Imaging of Underexpanded Jets and Comparison with CFD, AIAA Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Vol. 44, AIAA-2006-910, 2006.

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日）

海岸の保全と環境の創造に関わる研究

伊藤政博 [1)]

Research on Coastal Preservation Environments

Masahiro ITO [1)]

Abstract

The author has performed numerous studies related to coastal engineering over the past 49 years. This report focuses on just three of these that involved a large amount of time, effort and considerable research cost. First, to show the similitude (or scaling laws) for beach change by waves, we performed many laboratory two-dimensional beach change experiments from large to small scales. The results showed that small-scale models were capable of accurately predicting the effects of waves on real beaches. The second research topic considered the effects of the commonly used concrete armor blocks in dissipating waves. It was found that if the specific gravity of the block was increased, its stability against waves could be improved. This was determined by examining the hydrodynamic properties of such blocks using a wave basin. The results showed that the Hudson stability coefficient K_D increased in proportion to the square of the Reynolds number Re expressed as a function of the wave height, when the armor block size was changed from small to medium. However, when the size of the concrete armor blocks became the same as those used on actual coasts, K_D became a constant value, which indicates that K_D is subject to scale effects. Finally, a large tsunami followed the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake on March 11, 2011, which caused most trees in coastal forests to be knocked over. Using survey data, the limits that determined whether trees remained standing or fell were investigated based on the trunk diameter and the inundation depth. The results indicated that the limits agreed well with the theoretically obtained relationship. These findings can prove useful for projects involving rehabilitation of coastal forests in the Tohoku region.

1．はじめに

これまで海岸に関連した数々の研究を長らく行ってきた．そのなかでも，かなりの年月，労力，および経費を費やし，得られた結果が社会の発展に貢献できたと考えられる 3 つの研究に絞って紹介する，これらの研究は海岸の新しい環境の創造の方途を考える上で基礎になると考えている．

最初の研究は，波の作用による砂浜の変形を模型実験で正確に再現するために必要な相似法則 [1)]を見出す研究である．この研究では，大規模スケールに対して中小スケールの多くの模型実験を行い，実験的に相似法則を明らかにした．

第 2 の研究は，波浪から海岸の防御と保全の目的に使用されている消波ブロックの機能に関する研究である．機能を向上させる方法の１つとして，消波ブロックの比重を重くすることである．比重を重くすると，波に対する安定性がどのようになるかについて数多くの模型実験を行って検討した結果，Hudson[2)]安定係数 K_D 値は，実験スケール（Reynolds 数, Re）が小さいとき，K_D 値が Re 数の 2 乗に比例し，波のスケールが大きくなるにつれて一定値になることを明らかにした．

第 3 の研究は，2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震津波によって未曾有の津波災害が東北地方の沿岸域で発生した．この津波災害で海岸環境の保全のための海岸林樹木が壊滅的な被害を受けた．海岸林の被災調査を行い，調査データに基づいて，津波浸水に耐えられる樹木の樹径(樹齢)を津波浸水深との関係 [3)]を明らかにした．

2．海浜変形

2.1　模型実験による海浜変形の研究

海岸の砂浜に作用する自然の営力は長い年月の間に絶景，奇景と称される屏風ヶ浦，九十九里浜(千葉県)，三保ノ松原(静岡県)，千里浜(石川県)，および鳥取砂丘などの海浜特有の地形を創造してきた．このように海岸の地形は自然の法則に従って，さながら生き物のように変化変形している．沿岸海域の利用あるいは海岸災害の防

1) 環境創造学科
1) Department of Environmental Science and Technology



Photo.1 Beach nourishment in Waikiki Beach, Hawaii.

止のために突堤，離岸堤，人工リーフ，海岸堤防，および防波堤などの海岸構造物が設置されると，場合によっては自然のバランスが崩れ，構造物付近の海岸地形が変化し，その影響が周辺の海岸への波及する．また，漁港の出入り口に防波堤を設置すると構内への漂砂によって砂が堆積し，港内が埋没するとった思わぬ事態が生じることがある．このような海岸地形の変化に関わる問題が我が国のみならず全世界で，海岸を有する国で多く発生している．例えば，Photo.1 の海浜リゾート地として有名なワイキキビーチでは，2011 年より 250 万ドル（約 2.5 億円）を投入して，砂の補給をし，砂浜の幅を約 10m 拡大する海岸環境の創造事業が行われた．

海浜変形に関する実験的な研究として，古くは Johnson[4] が二次元的な模型実験行い，海浜断面形状における沿岸砂州の発生に注目し，その発生限界を沖波波形勾配との開係で正常海浜，暴風海浜，およびこれらの中間型に分類できることを示した．その後 Saville[5] が，現地の海浜変形を縮小して模型実験を行うと，現地と実験とは一致しない場合が生じ，ときには全く逆の海浜形状になることを示し，その原因が縮尺効果の影響であることを指摘した．岩垣・野田 [6] は大小のスケールで行なわれた数多くの海浜変形の実験に基づいて，沖波波形勾配と底質粒径・沖波波高比の関係で沿岸砂州の存在を図的に整理し，縮尺効果の存在を示した．その後，Dean[7] は，波によって浮遊した底質砂が海底に沈降する間に岸沖方向のいずれに移動するかについて検討を加えた．この研究は，波のスケールの大小に関係なく海浜断面形状を画一的に分類できるので，海浜変形の縮尺効果を究明する上で有益な結果であった．

海浜変形を模型実験で調べる場合，縮尺効果の影響をクリヤー出来る海浜変形の相似則が，当時，十分明らかになっていなかった．そのため，底質砂として比重の軽い底質を使用し，水平と鉛直の方向の縮尺を歪めて，原型と相似にする方法が行われていた．Vellinga[8] は Dean が明らかにした底質の無次元沈降速度を準用した相似則を用いて，オランダにおける暴風による砂丘侵食の模型実験に縮尺歪みを付けた実験を行い，限られた範囲（汀線付近）の海浜断面ではあるが，現地海岸をある程度再現した．このように，平面（三次元）および二次元の模型実験が実施されていたが，浮遊砂の濃度分布から求めた相似則，底質の比重と粒径を変えた方法，縮尺の歪みを入れる，などの苦心が払われていた．

2.2　修士論文と海浜変形の研究

筆者は，昭和 43（1968）～ 45（1970）年まで，岐阜大学大学院工学研究科土木工学専攻の増田重臣教授の指導の下で，波による海浜変形に実験計画法を取り入れた研究を行った．この研究は，深さ 1m，幅 0.9m，長さ 15m の V ベルト無段変速機式フラッター造波機が設置されたコンクリート製の造波水槽を用いて，

①底質砂の粒径 d_{50}（mm）：0.20，1.20
②初期浜勾配：1/10，1/18
③沖波波形勾配 H_0/L_0：0.0054，0.0314
④波の作用時間 t（hrs）：0．5，1，2，4，6，8

の 4 つの要因（実験因子）が海浜変形にどのような影響を与えるかについて，統計的な方法で実験を行い，因子の寄与率を求めた．この方法で，全要因の組み合わせの実験を行うために要した日数は，失敗も含めて約 3 ヶ月要した．この実験データの整理と分析には，当時，最新の大型電子計算機 HIPAC103 を使用した．この計算機は紙テープに計算プログラムとデータをパンチ穴を空けて，入力し，計算させるものである．この研究を修士論文 [9] に纏めた．これが切掛けとなって，今日至るまで約 49 年間，海岸に関わる研究に携わることになった．

2.3　名城大学への奉職と海浜変形の研究

大学院修士課程を修了後，昭和 45（1970）年 4 月に名城大学助手として理工学部建設工学科土木分科（現在：社会基盤デザイン工学科）の青木保雄教授の下に奉職した．幸運なことに 4 号館の屋外には，文部省（現在：文部科学省）の大学設置基準で，学科に必要な実験実習の設備が指定されていたため，鋼鉄製片面ガラス張の二次元造波水槽と鉄筋コンクリート平面造波水槽が，真新しく設置された．この造波水槽のお陰で，修士論文の研究課題を名城大学においても引き続き行うことが出来た．現在，これらの装置は，卒業研究および修士論文における学生の実験と実習指導にも非常に役立っている．昭和 50（1975）年に青木先生が定年退職されるにあたり，その後任として昭和 47（1972）年に矢野勝正教授（京都大学防災研究所所長）が着任された．当時筆者は，将来を考えると名城大学で教育のみならず研究にも軸足を置かなければならないと考えており，このことを矢野先生と時々話

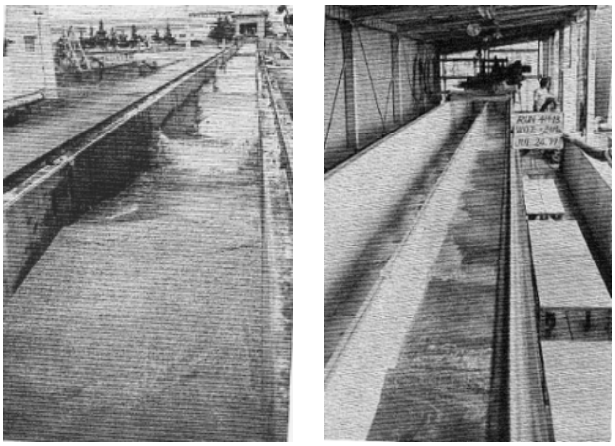


Photo.2 Large and small two-dimensional wave basins.

をしていた.

2.4　国内留学と海浜変形の相似則

矢野先生から，学位を取るべく研究を京都大学防災研究所海岸災害部門，土屋義人教授(その後ご縁があって，都市情報学部の設立に伴って名城大学の教授として着任された)に指導を受けるよう，紹介して頂いた．これが切掛けで，土屋先生の下に昭和 52(1977)年 10 月から 3 月までの半年間，国内留学することになった．当時の海岸災害部門では，研究意欲満々の助教授，講師，助手，および技術員の諸先生が，海岸の波浪観測および模型を使った波および海浜変形に関係する基礎的研究，および受託調査研究を行なっていた．受託調査研究として，和歌山県片男波海岸および白良浜の海岸砂浜の保全方法に関する実験的な研究が行われていた．この研究は砂浜の模型を作って，その対策を実験的に調べるものである．この研究は，波による現地の海浜変形を正確に模型で再現するための相似則が，当時はっきりしていなかったこともあって，国内留学における研究課題として，海浜変形の相似則を明らかにすることになった.

2.5　大型と中規模の造波水槽による海浜変形実験

現地海岸の海浜変形を想定した大型の実験は，Photo.2 (左側)の京都大学防災研究所宇治川水理実験所にある幅 1m，深さ 1.5m，長さ 78m の長大コンクリート製二次元造波水槽を用いた．この水槽は，暫く使われていなかったため，水槽の漏水対策と波を起こすフラップ型造波機の調整にかなりの日数を要した．修理後，海浜砂として，10ton トラックに一台分の d_{50}=0.94mm の砂を国費で購入して戴いた．砂はもちろん手作業(一輪車とスコップ)で水槽に投入し，整地(1/30 の一様勾配の砂浜斜面)して，現地海岸規模に匹敵する砂浜を作成した．水槽内に給水し，水深 1m として，沖波波高 H_o=20.6cm，波の周期 T=3sec の波を作用させた．波の作用で一様勾配の海浜が徐々に

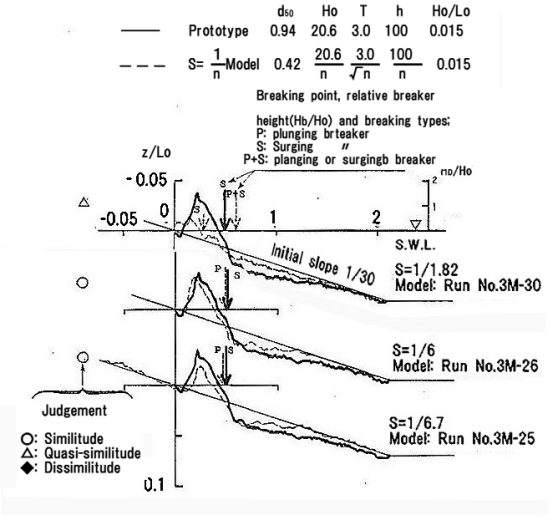


Fig.1 Comparison of change profiles for large (solid line) and medium (broken line) sized model beach.

変形し，ほとんど変化しなくなるまで，波を t=60hrs．作用させた．一方，中小規模の模型実験は，Photo.2 (右側)の名城大学理工学部 4 号館の屋外水理実験場の幅 1m，深さ 1m，長さ 30m の二次元造波水槽を用いた．原型(京都大学)と模型(名城大学)二つの造波水槽を用いて，波の作用により変形した海浜断面形状が相似になる実験縮尺と粒径縮尺の関係を見出す研究である.

実験は，模型における外力としての波の縮尺 $\{(H_o)_m/(H_o)_p=\}\ \lambda_{H_o}$ は Froude の相似則を適用し，底質粒径の縮尺 $\{(d)_m/(d)_p=\}\ \lambda_d$ を波の縮尺とは無関係に定めて実験を行った．ここで，添字：m と p はそれぞれ模型と原型を示す．得られた多くの実験データに基づいて原型と

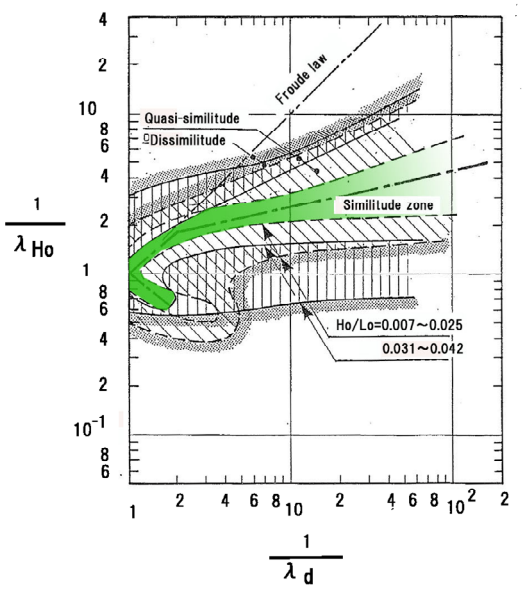


Fig.2　Relationship (green color zone) that beach change profiles of large and model become similar.

模型の平衡海浜断面形状が相似になる実験縮尺と底質粒径の縮尺との関係を検討した．この一例が Fig.1 に示してある．この図には，原型の平衡海浜断面（実線）と模型（破線）の断面が比較してある．この図から，縮尺 S=1/1.82 のときに両者の海浜変形がある程度一致し，擬相似（△：Quasi-similitude）になっている．さらに模型の縮尺を S=1/6 と 1/6.7 にすると，両者の海浜変形断面のみならず，砕波点の位置，および砕波高が非常に良く一致し，相似（○:Similitude）になっていることがわかる．このようにして，原型と模型の多くの海浜断面形状の相似性を判定した．これらの判定結果を実験縮尺 λ_{H_o} と底質粒径の縮尺 λ_d の関係でプロットすると，Fig.2 のように，緑色の領域（Similitude zone）で，海浜変形の相似が成り立つことを見いだした [10]．この相似則は，原型の粒径波高比 $(d/H)_p \leqq 0.01$ および波形勾配 $(H_o/L_o)_p$=0.007~0.042 の範囲であれば成り立つことを確かめた．

提案した海浜変形の相似則は，これまでに多くの研究者が波と底質の Reynolds 数，底質の沈降速度，および境界層の影響を考慮した表示式とよく一致することを明らかにした．

2.6　時間縮尺

筆者が提案した海浜変形の相似則に基づいて実験条件を定めた場合，初期海浜形状から平衡状態への移行過程における時間縮尺を検討した，その結果，海浜変形の時間縮尺が成立する範囲は，Froude 則と一致することを明らかにした [11]．

2.7　実際の海岸の海浜変形の模型実験

以上で明らかになった海浜変形の相似則と時間縮尺が，実際の現地海岸を対象にした模型実験で成立することを確かめる必要がある．そこで，新潟県大潟海岸と静岡県遠州海岸を対象にした模型実験で相以則の適用性を調べた．その結果，季節風（低気圧）の通過によって短期間に入射波浪が急変する時に生じる海浜変形は，現地波浪の時間平均波を用いれば，また 6 ヶ月から 1 年間程度の比較的長期間の海浜変形の場合は，日有義波の平均波を実験における代表波にすれば，海浜断面形状，汀線移動のみならず海浜変形に伴う侵食・堆積土量の変化を十分再現できることを明らかにした．

2.8 海岸堤防前面の海浜変形実験

さらに，海岸堤防が設置されている場合，堤防前面の海浜変形についても検討を加えた．この場合，堤防と造波板との間に発生する波の多重再反射が問題となる．そこで，その発生防止または減少させる方法として，仕切板法，フィルター法および水流循環法など，各種の装置を考案し，それらの特性を調べた．この結果に基づいて，波の多重再反射に対して最も防止効果の良い方法を用いて，鉛直堤防の前面における局所海浜変形および洗掘に関する実験を行い，提案した相似則の適用性を調べた．実際の海岸として遠州海岸における堤防前面の局所海浜変形および洗掘について，実験を行った結果，現地海岸の再現性は非常に良好であった．

以上の研究内容を学位論文としてまとめ，京都大学へ提出し，昭和 62 年 3 月に工学博士の学位記を戴くことが出来た．この研究には，約 10 年の歳月を要した．

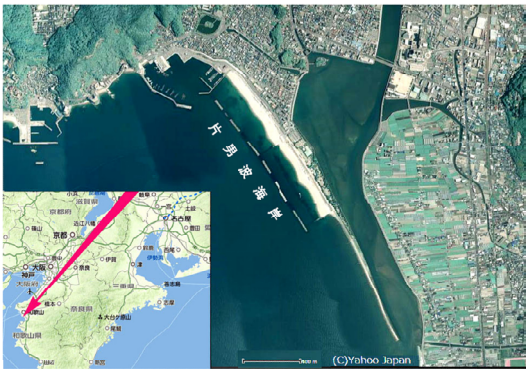


Photo.3　Present-day Kataonami beach, Wakayama Prefecture, where the beach erosion study in the model experiment was conducted.

2.9　和歌県片男波海岸の養浜に関する実験的研究

片男波海岸は，Photo.3 のように和歌川河口部，砂嘴状の約 4km の砂浜である．昭和 57 年当時，和歌山県では海岸侵食が著しくなり，海岸保全と海水浴などのリゾート地としての海岸整備が計画されていた．この砂浜海岸の環境創造と保全のために，人工的に養浜し，海浜砂の消失を軽減するために離岸堤工法あるいは安定海浜工法を行った場合の効果を京都大学防災研究所土屋義人教授をはじめとする関係者が，実験的に検討した．この結果 [12] に基づいて現地海岸に保全対策が講じられ，現在は地域の多くの住民が，海水浴などの海浜型リゾート地として利用している．この模型実験に使用した底質粒径の選定に，筆者が提案した海浜変形の相似則が参考にされた．

3．高比重消波ブロック

3.1　高比重消波ブロックと波に対する安定性

消波ブロックを防波堤の消波工や捨石堤の被覆材として使用する場合，設計波高に対する所要重量は Hudson 式で算出している．Hudson 式中の安定係数 K_D は，数多

くの造波水槽実験に基づいて，消波ブロックの設置場所(防波堤頭部，堤幹部)および波の特性(砕波，非砕波)に応じた値が定められている．Hudson 式によれば，安定係数，法面勾配およびコンクリートの比重が一定の下では，消波ブロックの所要重量は入射波高の 3 乗に比例するので，波高の増大に伴って所要重量が飛躍的に重くなる．しかし，比重を重くすると Hudson 式による消波ブロックの所要重量 W は海水中の比重 $\{(w_r/w)-1\}^3$ に反比例するので，所要重量を小さくすることができる．このような利点を活かす方法として高比重消波ブロックが考えられる．高比重消波ブロックを使用すると，以下のメリットがある．

1) 場所的あるいは局所的に消波ブロックに高い安定性が求められる箇所
   ①波と波による流れが重合する突堤・防波堤の端部および埋立地隅角部の消波工前面
   ②越波が発生する消波工の天端および法肩
   ③波よる消波ブロックの脱落が発生しやすい消波工および被覆堤法面の静水面付近
   ④砕波による攪乱が生じる潜堤および人工リーフの法肩
2) 施工上の制約
   ①消波工あるいは被覆堤の用地が制約を受ける場合
   ②離島など大型施工機械の運搬と使用が困難
3) 景観および海岸環境の配慮
   ①消波ブロックを小型化し，海岸環境の保全に対する配慮

高比重消波ブロックは，設計波高，法面勾配が同じであれば，普通コンクリートに比べて形状が小型化でき，さらに一個あたりの重量も相対的に小さくすることができる．Photo.4 には，模型分類番号「E」について各比重の消波ブロックの大きさが比較して示してある．E-4 は，比重 2.30 の普通コンクリートテトラポッドである．

しかし，安定係数 K_D は，普通コンクリート製のブロックについて求められたもので，比重が変わるとどうなるかについては不明であった．こような背景の下で，消波ブロックとしてテトラポッドを使用し，比重の違いによる影響を調べる必要があった．

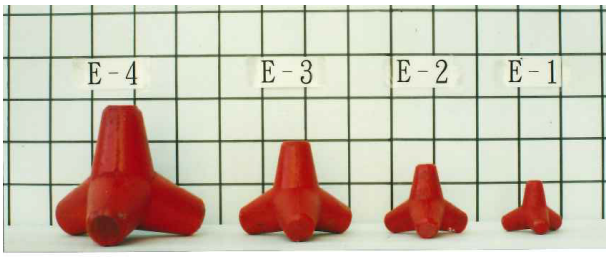


Photo.4 Dimensions of high specific gravity armor blocks for a constant wave height. Blocks E-4, E-3, E-2 and E-1 have specific gravities of 2.3, 2.7, 3.0, and 3.5, respectively. The grid spacing is 5 cm.

3.2 模型実験

模型実験は，長さ 18m，幅 10m，深さ 1.17m の平面造波水槽内をコンクリート板で仕切つて，４つの小水槽を造って行った．消波ブロックとしてテトラポッド模型で被覆した模型堤防と造波板との間に生じる波の多重再反射を防ぐために，消波マットからなる反射波吸収斜面(1:5) をそれぞれの小水槽の間に設置した．そのために，模型堤防に長時間波を作用させても安定した実験波を得ることができた．

(1) 造波装置

造波装置は，造波板(幅 6.5m，高さ 90cm)が吊り下げてあり，前後に振れるピストン式で，水深 50cm の場合 B 水槽では，波の周期 T=1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0sec で最大波高 30cm，水深 60cm の場合，T=1.5，2.0，2.5sec で，最大波高 32cm を発生させることができる．この装置を使って，幅広い実験条件下で消波ブロックの安定性の実験を行った．

(2) 測定装置

実験波の計測は，大型測定台車に容量式波高計センサー を取り付け．KENEK CA-l04 型水位計増幅器と渡辺測器 WR3001 型熱ペン式記録計を用いて行った．また，波によるテトラポッドの移動状況は，SONY CCD-V88, 8mm ビデオカメラで撮影し，ナショナル AG-3530 再生装置と SONY KV-14MD1 型テレビで再生した．

(3) テトラポッド模型

比重の効果を詳しく調べるために，テトラポッドの模型は普通コンクリート(比重 s : 2.30)を基準にして，5 種類の比重 1.82．2.30，2.77，3.40 および 4.27 の模型を用意した．造波装置の最大発生波高が約 32cm であることを考慮し，模型重量を 27gf ～ 2,330gf の範囲で変化させた．全体で模型は 21 種類用意した．

比重の変化が水理特性におよぼす影響を実験的に検討した．その結果，以下のことが明らかになった [13), 14)]．

1) K_D 値と比重の関係は，$K_D \propto (s\text{-}1)^{-3}$ で表され，比重が重くなるにつれて K_D 値が小さくなる．また，この関係には砕波帯相似パラメーター ξ の影響が入るが，模型が同程度の高さ(Reynolds 数; $R_e=H_o\sqrt{gH_o}/\nu$)がほぼ同じの場合，安定係数 K_D は比重が変化しても一定である．
2) 安定係数 K_D は，Fig.3 に示すように実験規模が小さい

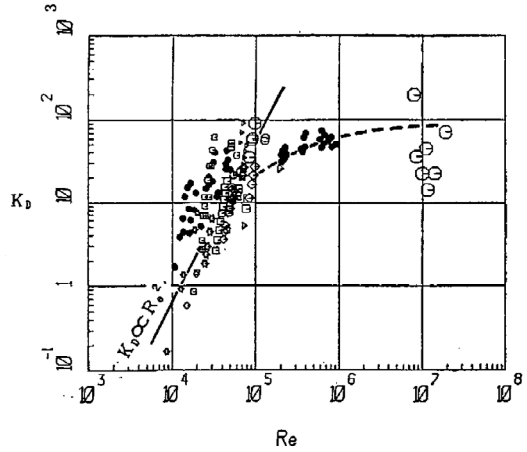


Fig.3 Effect of Reynolds number *Re* on Hudson stability coefficient K_D.

（*Re* 数が小さい）場合，K_D は *Re* 数の 2 乗に比例する．しかし，波高が大きくなるにつれて，$K_D \propto Re^2$ の関係は成立しなくなり，K_D は一定値になる．

3.3　高比重消波ブロックが波の反射率に及ぼす影響

消波ブロックの安定性が高くなると，被覆層厚が波に対して相対的に薄くなるので，被覆層厚が波の反射率に及ぼす影響が無視できない．この種の研究として，Seeing・Ahrens[15]は，捨石および消波ブロックの各種形状の防波堤による渡の反射率を実験的に調べるとともに，他の研究者によって行われた実験データを含めて，砕波帯相似パラメータで反射率を整理し，消波ブロックの被覆層数（1および2層）が，反射率と入射波高の関係に与える効果を明らかにしている．しかし，反射率に与える被覆層厚の影響が不明であった．

Table 1　List of high specific gravity armor blocks used at ports and harbors throughout Japan.

No.	地区・港名	施設名	重量(tf)	使用個数	比重	備考(使用骨材)
1	留萌港	西防波堤	80	642	2.50	被覆岩
2	釧路港	西港区南防波堤	80	388	2.35	被覆岩
3	鵜泊漁港	外防波堤	80	116	2.50	被覆岩
4	深浦港	不明	50	?	2.55	輝緑岩,FNS(フェロニッケルスラグ)
5	むつ小川原港	不明	64	?	2.55	輝緑岩,FNS
6	八戸港	不明	40,50	1,926	2.53	輝緑岩,FNS
7	秋田港	不明	25	?	2.55	被覆岩
8	小木港	不明	64	?	2.45	被覆岩
9	東海港	防波堤	16	424	2.50	被覆岩
10	銚子漁港	防波堤	80	72	2.50	被覆岩
11	銚子漁港	その他	4	4	2.50	被覆岩
12	伏木富山港	不明	64	?	2.55	被覆岩
13	鷹巣港	不明	50	?	2.55	被覆岩
14	下田港	防波堤	50	210	2.60	コンクリート比重2.3 90ヶ、コンクリート比重2.6(カンラン岩+銅スラグ) 117ヶ
15	御前崎港	防波堤(東)	80	278	2.60	堤頭部のみ高比重、砕石＋スラグ
16	網代漁港	第4防波堤	80	213	2.80	鉄筋有
17	恵曇漁港	防波堤	64	255	2.80	鉄筋有
18	加領郷漁港	不明	80	395	2.55	輝緑岩
19	稚名漁港	不明	80	?	2.55	輝緑岩
20	高岡漁港	不明	64,80	?	2.55	輝緑岩
21	伊佐漁港	不明	64	82	2.55	輝緑岩
22	室津港	防波堤(I)	64	461	2.60	輝緑岩
		合計		5,466		



Photo.5 Installation of high specific gravity wave armor blocks.

そこで，高比重消波ブロックの被覆層厚(2 層)の変化が，波の反射率にどのように影響するかについて，Hudson 式から求まる相対被覆層厚 B_{2h}/H を用いて実験データを再整理し，比重と反射率 K_r の関係を調べた．その結果は以下のようにまとめられる[16), 17)]．

1) Hudson 式から得られる相対被覆層厚は水中比重：*s*-1 に逆比例する．テトラポッドの場合，設計波高が一定のとき，比重が大きくなると相対被覆層厚は小さくなる．また，同じ比重ならば，設計波高が大きくなっても，相対被覆層厚は一定値となる．

2) 反射率 K_r の実験データを波高による相対被覆層厚で整理するとかなりばらつくが，沖波波形勾配をパラメータにすると，K_r は B_{2h}/H によって表すことができる．

3) Hudson 式から求めた限界波高の相対被覆層厚における波の反射率を求め，高比重消波ブロックによる反射率の増大比を図示した．その結果，沖波波形勾配によって反射率は異なる．比重 3.0 の高比重ブロックは，普通コンクリートに比べて波の反射率は，5%～50%増大する．

4) 平穏時の波，すなわち 1/2 設計波高の波に対して，高比重化によって被覆層厚が薄くなるので波の反射率が増大する．

5) K_D 値と砕波帯相似パラメータ ξ の関係を調べた．その結果，*Re* 数が大きくなるにつれて K_D 値が小さくなる．この傾向は，$K_D \propto \xi^{-4}$ で表される．さらに，K_D 値と ξ の関係には比重の影響が強く入ることがわかった．

3.4　高比重消波ブロックの施工事例

高比重消波ブロックは，現在，日本の主な 22 の港および漁港で約 5,500 個使用されている．その概略を Table 1[18)] にまとめた．このほかにも高比重ドロスも使用されている．Photo.5 は，下田港の湾口防波堤内に据え付けている

高比重テトラポッドである.

4．海岸林樹木の耐津波性

4.1　津波と海岸林

平成 23 年 3 月 11 日，14 時 46 分に三陸沖を震源とする国内観測史上最大 Mw9.0 の東北地方太平洋沖地震が発生し，大津波が太平洋沿岸の青森，岩手，宮城，茨城県をはじめとして日本各地の海岸に打ち寄せ，Photo.6 のように海岸堤防を乗り越えて，背後地へ怒濤のごとく浸水し，甚大な被害をもたらした．海岸林の樹木に注目すると，樹木による津波浮遊物が阻止され補足されたため，場所的に海岸林背後の建物の被害が軽微になった箇所が見られた.

4.2　海岸林と津波に関る研究

この種の研究は，以下のように分類出来る.

1) 現地調査に基づいて，立木と倒伏を樹径と浸水深で検討
2) 津波流速が樹木に及ぼす流体力(抗力)を実験的に調べ，抗力係数を Froude 数あるいは Reynolds 数などの関係で調べる研究
3) 樹林帯の奥行きあるいは密度が津波流速の減勢効果に及ぼす効果の研究
4) 数値シミュレーション
5) 樹木生育地盤の土質(砂系，砂礫系)が樹木の耐津波性に及ぼす影響を調べる研究

筆者は，上述の 1)，2)および 5)の立場で研究を行った．流れと樹木に作用する流体力との関係は，津波のみならず流水，土石流，風などに関わる災害とも密接に関連する課題である.



Photo.6 Tsunami crossing coastal banks, flowing out from the coastal forest, attacking town, Natori, Miyagi (from Boston.com).

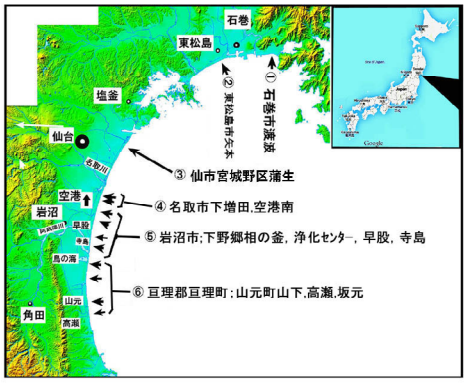


Fig.4 Research area.

4.3　海岸林の被災調査

筆者は，平成 23 年 3 月 11 日の地震津波による宮城県南部の海岸林の樹木の被災調査を Fig.4 に示す箇所で行い，樹木の樹径と浸水深に注目して検討を加えた．さらに，樹木に作用する津波流体力のモーメントと林学的方法による樹木の引倒し試験結果を用いて力学的に求めた傾倒限界式を提案した[19]．また，宮城県林業振興協会(MPFPA)[20]は，倒伏，根返，および幹折木について，大規模な現地調査を行い，この結果に基づいて倒伏限界を示した．この結果と本研究結果との対応性を調べた.

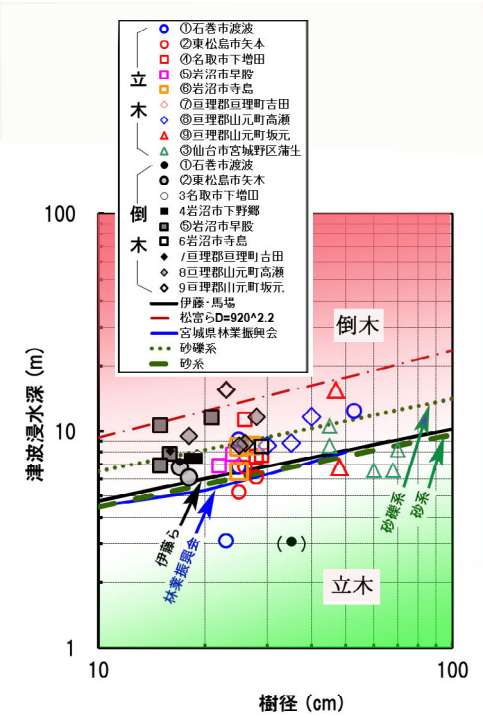


Fig.5　Comparison of author's (black solid line) with MPFPA (blue broken line) on the limit of standing or fallen tree.

本研究では力学的に表した樹木の傾倒限界式に樹木生育地盤の土質の特性を入れて，地盤土質の特性が樹木の倒伏に及ぼす影響を検討した．このような観点から得られた知見は，岩手，宮城および福島県の沿岸部で海岸林の植林基盤の造成が盛んに行われていることに関連して，海岸林の植林および保全を行うに際して有益な基礎資料となる．

4.4　研究結果

本研究で得られた主な結果 [21]は，以下のようである．

1) 対象地区の立木の全体的な傾向として，形状比(樹高/樹径)が 25 ～ 80 の範囲である．場所的には，No．②東松島市矢本，No．③仙台市宮城野区蒲生，および⑤-2 岩沼市下野郷-2 では，相対的に太い樹木が見られた．

2) 大津波(5 ～ 13m)の浸水後に津波浸水後に立木として生育していた多くの樹径は，35cm 以上，樹齢は 51 年以上であった．

3) 樹木に作用する津波流体力モーメントと林学的方法による樹木の引倒し試験結果を用いて得られた傾倒限界式は，抗力係数と Froude 数に関係する．

4) 現地調査データによる倒伏限界は，Fig.5 で示すように林学的方法による樹木の傾倒モーメントから求めた傾倒限界式に，地盤土質としてシルト・砂系の傾倒強度定数を用いると良く一致する．このことから，津波浸水流による樹木の倒伏に樹木生育地盤の土質が大きな影響を及ぼすことがわかった．

謝辞

これまで多くの研究を行うに際して，諸先生をはじめとして関係者には絶大なご指導と支援を得ました．特に文中に御尊名を列挙しました先生に対して深くご冥福をお祈り申し上げます．また博士，修士，および学部学生の協力を得たことを付記し，ここに謝意を表明します．

参考文献

1) Ito, M. and Tsuchiya, Y.: Scale-model relationship of beach profile, Proc. 19th ICCE, ASCE, pp.1386-1402, 1984.

2) Hudson, R. Y.: Laboratory Investigation of Rubble-Mound Breakwaters, Journal of the Waterways and Harbors Division, ASCE, Vol.85. No.WW3, pp.93-121, 1995.

3) 伊藤政博，馬場愼一：東日本太平洋沖地震津波に耐えた宮城県南部海岸の海岸林の樹齢，土木学会論文集 B3(海洋開発)，Vol.72, pp.I_217-I_222, 2016.

4) Johnson, J. W. : Scale effects in hydraulic models involving wave motion, Trans. AGU, Vo1.30, pp.517-525, 1949.

5) Savi11e, T. Jr.: Scale effects in two dimensional beach studies, Proc. 7th IAHR, 1957, pp.A3-1~10, 1957.

6) 岩垣雄一・野田英明：海浜変形に及ぼす scale effect の研究，京都大学防災研究所年報，第 4 号， pp.210-220, 1961.

7) Dean, R. G. : Heuristic models of sand transport in the surf zone, Proc. Conf. Eng. Dyn. in Surf Zone, pp.208-214, 1973.

8) Ve11inga, P.: Beach and dune erosion during storm surges, Coastal Eng., Vo1.6, No.4, pp361-387, 1982.

9) Masuda, S. and Ito, M.: A study on the deformation of beach profiles by means of design of experiments, Coastal Engineering in Japan, JSCE, Vo1.18, pp.83-95, 1975.

10) 前出 1)

11) Ito, M. and Tsuchiya, Y.: Time scale for modeling beach change, Proceedings of 20th International Conference at Coastal Engineering, ASCE, pp.1196-1209, 1986.

12) 土屋義人･芝野照夫･山下隆男:片男波海岸の養浜工に関する実験的研究，和歌山県下津港海岸環境整備事業，片男波海岸養浜工模型実験，(財)防災研究協会，1982.

13) 伊藤政博・岩垣雄一・村上 廣・山田卓生・根本建治・山本方人・半沢 稔(1994)： 消波ブロック被覆層が波の反射に及ぼす影響， 海岸工学論文集， 第 41 巻, pp.716-720, 1994.

14) lto, M., Y. Iwagaki, H. Murakami, K. Nemoto, H. Yamamoto, and M. Hanzawa: Stability of high spcific gravity armore blocks, Proc. 24th Coastal Eng. Conf., ASCE, pp.1143-1156, 1995.

15) Seelig, W. N. and J. P. Ahrens: Estimation of wave reflection and energy dissipation coefficient for beaches, revetments, and breakwaters. TP81, 1, U. S. Army, Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center, 40 p., 1981.

16) 伊藤政博・岩垣雄一・山田卓生・根本建治・山本方人・半沢 稔: 高比重ブロックの安定性に及ぼす砕波帯相似パラメータの影響， 海岸工学論文集， 第 39 巻, pp.666-670, 1992.

17) 前出 13)

18) (株)不動テトラ中部支店：好意による資料提供

19) 前出 3)

20) 宮城県林業振興協会編集：海岸防災林の再生に向けて，(株) 佐々木印刷，46p., 平成 25 年 3 月.

21) 伊藤政博，馬場愼一：東北地方太平洋沖地震津波の浸水と海岸林樹木の耐津波性―樹木生育の地盤土質が樹木倒伏に及ぼす影響土木学会論文集 B3(海洋開発)，Vol.72, pp.I_474-I_479, 2017.

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日）

論　　文

異なる腐食状態を想定した鋼板巻き立て鉄筋コンクリート橋脚の終局耐力に関する解析的検討

葛　漢彬 [1)]　早川伯彦 [1)]

Numerical Study on Ultimate Strength of Reinforced Concrete Piers Wrapped with Steel Plates by Assuming Different Corrosion States

Hanbin GE [1)], Norihiko Hayakawa [1)]

Abstract

Reinforced concrete piers wrapped with steel plates have been widely used in highway with the advantages of high load-carrying and energy-dissipation capacities. However, it is observed that the steel plates near the pier base and the holes for infilling the bonding paste are liable to corrode due to waterlogging and other corrosion environment in practical applications. A previous study developed a numerical method for evaluating seismic performance of such reinforced concrete piers. As a second step of the study, this part of work is numerical study on ultimate strength of concrete piers wrapped with steel plates by assuming different corrosion states. It is found that the principal tensile strain of concrete and yield range of steel plates are distributed within a wide range in the case of slight corrosion, and they are concentrated on the column base when complete corrosion occurs. It is shown that the lateral load-lateral displacement curve obtained from the numerical analysis coincides well with the test results, which indicates that the employed two-dimensional finite element formulation is of a good accuracy.

1.　緒言

平成7年度から9年度にかけて，橋脚の耐震補強として鋼板巻き立て工法を実施したところであるが，施工後20年以上経過した現在，路下点検により鋼板補強部において腐食損傷箇所が多数確認されている．これは，地震時に耐力を発揮できなくなる恐れがあるため，腐食損傷が耐震補強としての機能にどのような影響を及ぼすのかを実験や解析を通じて明らかにし，補修・追加補強策の提案が肝要である．

そのために，まず巻き立てコンクリート橋脚の耐震性を精度よく評価できる解析手法を確立する必要があり，文献[1)]において，鋼板巻き立てコンクリート橋脚の耐震性評価に関する解析手法を確立することができた．本研究では，前報で提案された解析手法を適用し，腐食を想定した鋼板巻き立てコンクリート橋脚の終局耐力を解析的に検討した．本論文は，その検討結果をまとめたものである．

2.　解析概要

2.1　解析モデルの概要

解析は，設計資料中の P2 コンクリート橋脚[2)] を対象として，一定軸力の下で水平載荷を受ける橋脚の弾塑性有限要素解析を行った．解析対象となる橋脚は Fig. 1(a) に示すように，断面寸法は 3000mm×2800mm，高さ 12400mm，外部の鋼板の厚さ 6mm である．配筋の状況を Fig. 1(a), (b)に示す．引張鉄筋は 42－D35，帯鉄筋は D16(鉄筋比 ρ_s=1.5%)とし，それぞれ設計図通り配置してある．

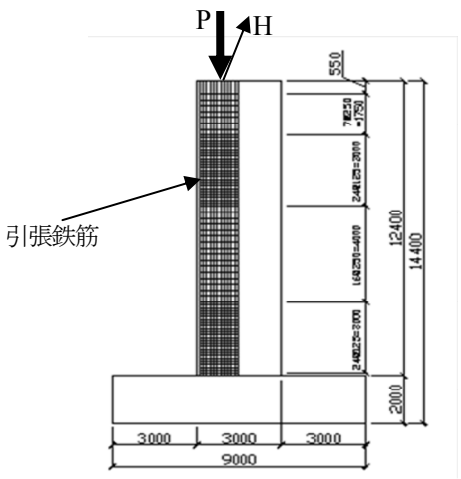
各解析対象は，1)無補強橋脚(Fig. 1(c))，2)鋼板巻き立てによる補強した鉄筋コンクリート橋脚(アンカーで鋼板をフーチングに定着), および 3)鋼板巻き立てによる補強した鉄筋コンクリート橋脚に対して，橋脚下端部の積水などによる腐食の影響を考慮した場合(Fig. 1(d))の三種類とする．

1)　社会基盤デザイン工学科　1) Department of Civil Engineering

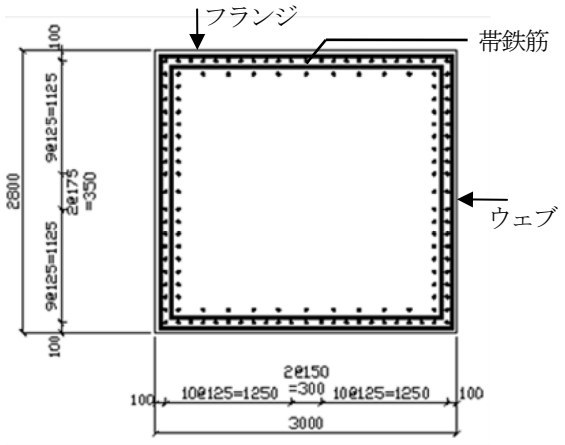
腐食の影響については外部鋼板基部から50mm範囲内を鋼板の腐食率kで評価し，その定義を次式に示す．

$$k = \frac{t - t'}{t} \tag{1}$$

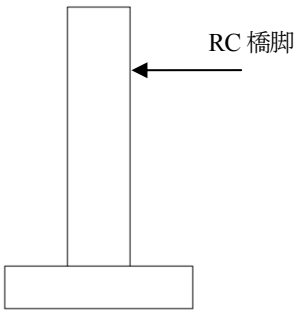
ここに，t は腐食前の補強鋼板の厚さ，t' は腐食後の鋼板の厚さである．また各モデルの詳細をTable 1に示す．



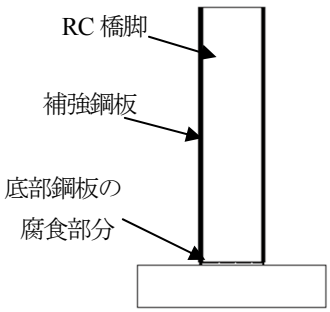
(a) モデルの全体図



(b) P2 橋脚横断面の配筋図



(c) 無補強橋脚



(d) 鋼板巻き立てによる補強した鉄筋コンクリート橋脚(腐食の影響を考慮)

Fig. 1 Geometry dimensions of P2 pier and analytical models

Table 1 Overview of analytical models

モデル	フランジ板厚の腐食率(%)	ウェブ板厚の腐食率(%)	補強の有無
P2	–	–	無
P2-F00W00	0	0	有
P2-F02W00	20	0	有
P2-F04W00	40	0	有
P2-F06W00	60	0	有
P2-F08W00	80	0	有
P2-F10W00	100	0	有
P2-F10W02	100	20	有
P2-F10W04	100	40	有
P2-F10W06	100	60	有
P2-F10W08	100	80	有
P2-F10W10	100	100	有

Note: 上表に示しているモデルにおいて，”F”はフランジ，”W”はウェブである．

汎用解析プログラム ABAQUS[3]を用い，平面応力モデルを作成し，様々な状況下のコンクリート橋脚の終局耐力を検討した.

モデルの作成は，Part1 と同様に，それぞれの材料に対して異なるタイプの要素を定義した．ここで，コンクリートは二次元平面応力要素(CPS4)；鉄筋を二次元トラス要素(T2D2)；側面の外部鋼板を二次元梁要素(B21)，正面の鋼板を二次元平面応力要素(CPS4)に定義し，さらに側面と正面の鋼板を上部の未腐食部分と下部の腐食部分に区別した．鉄筋は embed コマンドよりコンクリートにはめ込み，外部の鋼板と鉄筋コンクリート橋脚を tie コマンドで結合し，引張鉄筋と帯筋は merge コマンドで結合した．鉄筋コンクリート橋脚とフーチングは完全固定結合とした．鋼板とコンクリートのメッシュを Fig. 2(a)に示し，鉄筋要素の分布を Fig. 2(b)に示す.

軸方向の荷重(1109tf)を分布力として橋脚の頂部にかけ，水平加力は橋脚の崩壊までの漸増変位により行った.

2.2 材料特性

2.2.1 鋼板と鉄筋の応力―ひずみ曲線

材料非線形を考慮し，ABAQUS[3]上で鋼板，鉄筋とコンクリートにそれぞれ非線形な材料特性を与えた．鋼材の材料定数を Table 2 に示す．また，完全弾塑性モデルを定義した鋼板及び鉄筋の材料特性を Fig. 3, Fig. 4 に示す.

2.2.2 コンクリートの応力―ひずみ曲線

コンクリートの材料モデルはコンクリート損傷モデルを用い，圧縮側の単軸応力―ひずみ曲線を Fig. 5(a)に示す．このモデルは道路橋示方書・耐震設計編 [3]と鋼・合成構造標準示方書・耐震設計編 [5]などに与えられている応力―ひずみ曲線であり，内部コンクリートに鉄筋と外側の鋼板の拘束効果が考慮できる．ただし，圧縮強度を超えた後の応力軟化現象を考慮していない．引張側の単軸応力―ひずみ曲線は文献 [6]で提案した応力―ひずみ曲線を用いる.

引張側の単軸応力―ひずみ曲線の式を下記に示す.

$$\frac{\sigma_t}{f_t}=\begin{cases}1.2\left(\dfrac{\varepsilon}{\varepsilon_{t,p}}\right)-0.2\left(\dfrac{\varepsilon}{\varepsilon_{t,p}}\right)^6 & \varepsilon \le \varepsilon_{t,p} \quad (2)\\ \dfrac{\varepsilon/\varepsilon_{t,p}}{\alpha_t\left(\varepsilon/\varepsilon_{t,p}-1\right)^{1.7}+\varepsilon/\varepsilon_{t,p}} & \varepsilon \ge \varepsilon_{t,p} \quad (3)\end{cases}$$

ここに，$\varepsilon_{t,p}$ はコンクリート引張強度に対応するひずみ，f_t はコンクリートの引張強度，α_t はコンクリートの引張強度の増加とともに増大するパラメータで，次式で表される.

$$\alpha_t = 0.312 f_t^2 \quad (4)$$

Table 2 Steel material properties

	引張鉄筋，帯筋	鋼板
ヤング率(GPa)	206	206
降伏応力(MPa)	180	235

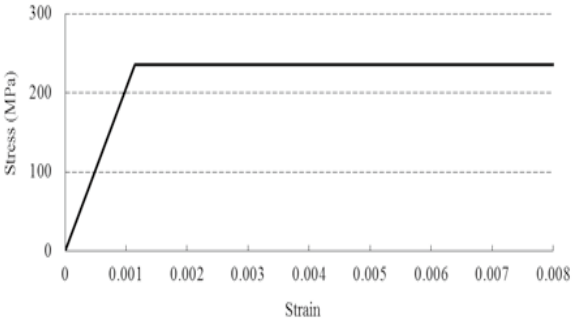


Fig. 3 Stress-strain curve for plate

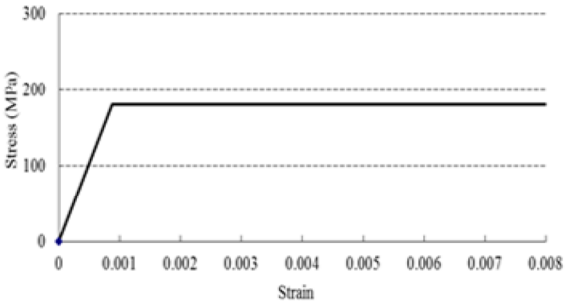
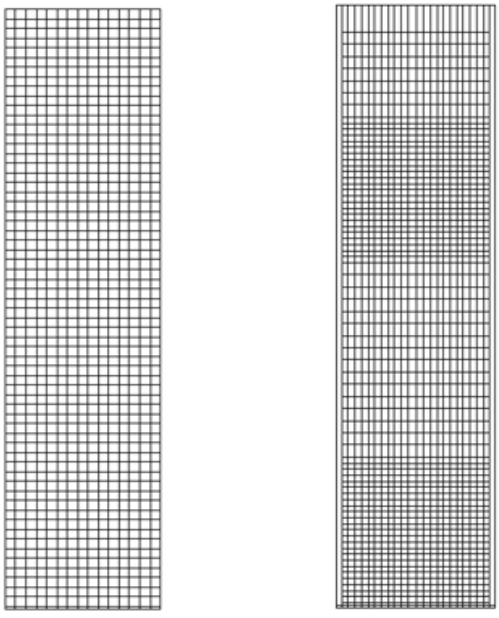
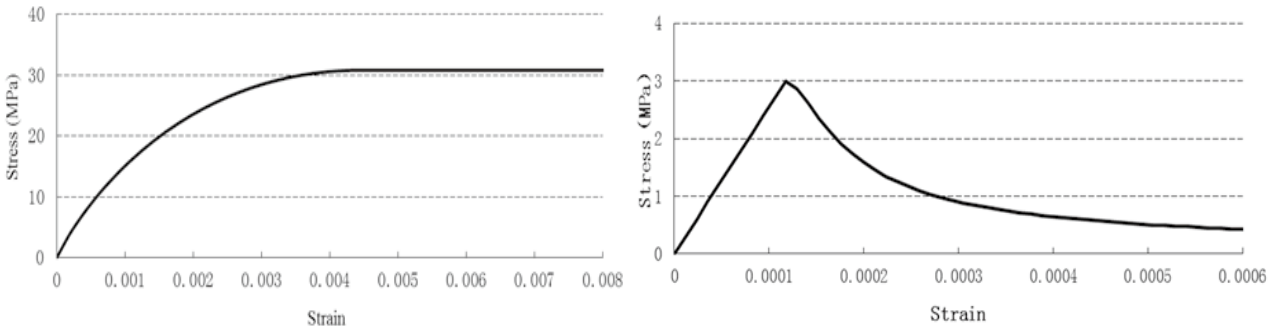


Fig. 4 Stress-strain curve for reinforcing bar



(a) Concrete and Plate　　(b) Reinforcing Steel

Fig. 2 Mesh division



(a) Compression　　(b) Tension

Fig. 5 Stress-strain curves for concrete

Table 3 Concrete material properties

圧縮強度f_c（MPa）	30.8
引張強度f_t（MPa）	3.0
ヤング率E（MPa）	27843

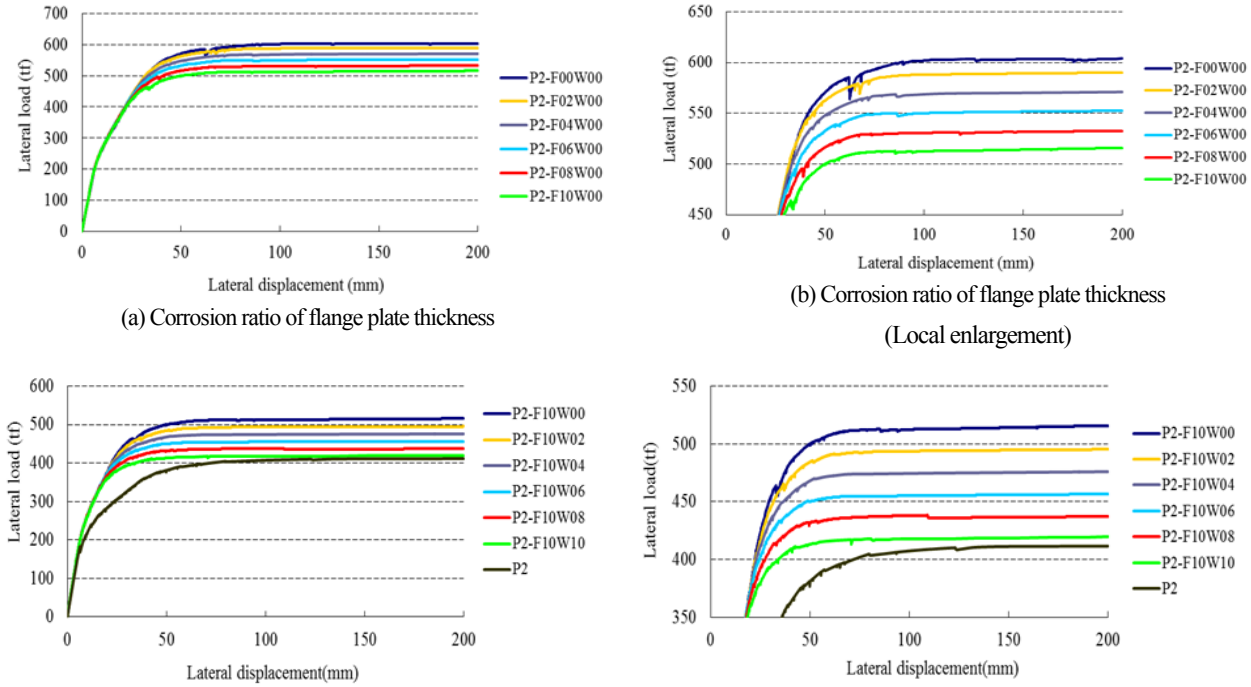
3　解析結果

3.1　各解析モデルの荷重―変位曲線の比較

Fig. 6(a), (b)は，フランジの腐食率が異なる場合の荷重―変形曲線であり，Fig. 6(c), (d)は，フランジが腐食後のウェブの腐食率が異なる場合の荷重―変形曲線である．

Fig. 6(a)~Fig. 6(d)より，フランジとウェブの腐食が橋脚の終局耐力の低下を引き起こし，補強鋼板の腐食率が大きいほど終局耐力の低下は顕著に表れる．

Fig. 7(a), (b)はそれぞれ，フランジの腐食率と終局耐力の関係，フランジの腐食後のウェブの腐食率と終局耐力の関係を示す．これらの図より腐食率と橋脚の終局耐力の関係は明らかに線形であるといえる．



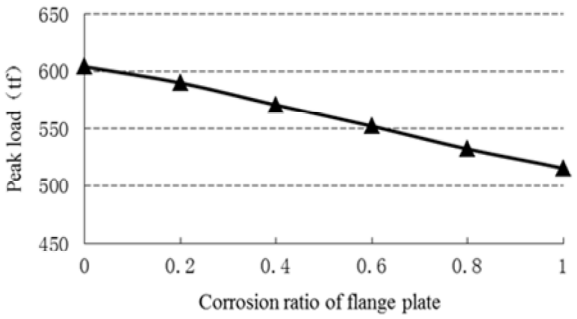
(a) Corrosion ratio of flange plate thickness

(b) Corrosion ratio of flange plate thickness (Local enlargement)

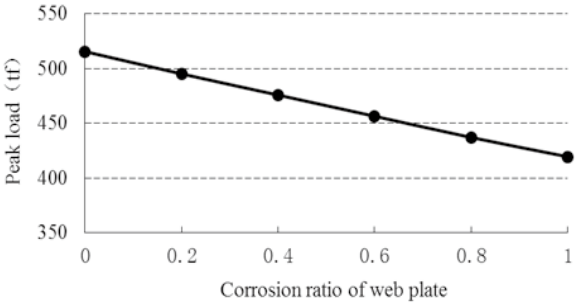
(c) Corrosion ratio of web plate after flange corrode

(d) Corrosion ratio web plate after flange plate corroded (Local enlargement)

Fig. 6 Comparison of lateral load-lateral displacement curves



(a) Flange plate



(a) Web plate

Fig. 7 Effect of corrosion ratio on peak load

Fig. 6 の各モデルの解析結果におけるピーク値から得られた終局耐力を Table 4 に示す, 表の 4 番目の列は無補強橋脚 P2 の終局耐力に対する鋼板巻き立てによる補強したモデルの終局耐力の向上率である．また，5 番目の列は未腐食の橋脚 P2-F00W00 の終局耐力に対する橋脚下部 50mm 範囲内の外部鋼板の腐食程度の違いによる各モデルの終局耐力の低下率である．

モデル P2-F00W00(鋼板巻き立てによる補強, 未腐食), P2-F10W00(補強鋼板のフランジが完全に腐食), P2-F10W10(補強鋼板が全て腐食)及び P2(無補強)の解析結果の比較より，次のことが言える．下部の鋼板がフーチングと完全接合する場合，橋脚の終局耐力が 46.8%向上する．鋼板下部が完全に腐食した場合，終局耐力は 2.2%しか向上していない．この結果より，鋼板とフーチングの定着の有無がモデルの終局耐力に大きな影響を及ぼすといえる．

未腐食の鋼板巻き立てによる補強モデル P2-F00W00 に比べ，外部の鋼板フランジのみ完全腐食したモデル P2-F10W00 では橋脚の終局耐力が 14.4%低下した．外部の鋼板断面が全て腐食したモデル P2-F10W10 では橋脚の終局耐力が 30.4%低下し，無補強のモデルより終局耐力が 2.2%向上した．

モデル P2-F00W00，P2-F10W00 及び P2-F10W10 の解析結果の比較から，フランジが負担する荷重は 87tf，ウェブでは 97tf である．理論計算より，中立軸と橋脚断面の対称軸が重なる場合，フランジとウェブが負担する荷重の比は約 2 : 1 となる．解析結果と理論式から得られた結果には大きな差があり，その原因は中立軸が圧縮側に偏ることにより(Fig. 11(a)~Fig. 11(d)に示す)，ウェブが負担できる耐力が大幅に増加し，元々の 2 倍程度に上昇するためと考えられる．しかし，中立軸の移動がフランジの耐力に及ぼす影響は小さい．以上の推測を検討するために，中立軸の位置とウェブの耐力の理論的な関係を Fig.8 に示す．解析結果では，中立軸が圧縮側のフランジに近づき, Fig.8 から解析で得られたウェブの耐力が理論式より得られた中立軸と対称軸が重なる時の耐力より約 2 倍向上した．

Table 4 Results of FEM analysis

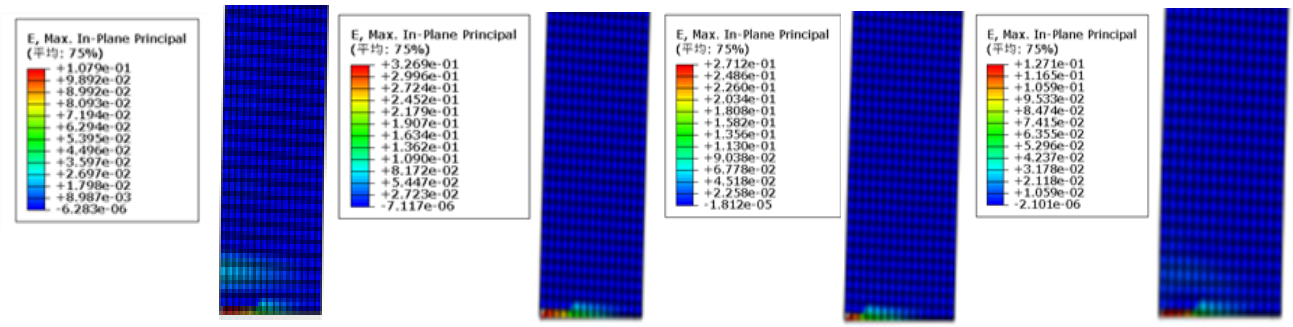
モデル	鋼板厚さの腐食率	終局耐力 (tf)	P2 より耐力の向上率	腐食による耐力の低下率
P2-F00W00	フランジ 0%，ウェブ 0%	605	46.8%	−
P2-F02W00	フランジ 20%，ウェブ 0%	591	43.4%	97.7%
P2-F04W00	フランジ 40%，ウェブ 0%	573	39.1%	94.7%
P2-F06W00	フランジ 60%，ウェブ 0%	554	34.5%	91.6%
P2-F08W00	フランジ 80%，ウェブ 0%	534	29.6%	88.3%
P2-F10W00	フランジ 100%，ウェブ 0%	518	25.7%	85.6%
P2-F10W02	フランジ 100%，ウェブ 20%	497	20.6%	82.1%
P2-F10W04	フランジ 100%，ウェブ 40%	477	15.8%	78.8%
P2-F10W06	フランジ 100%，ウェブ 60%	458	11.2%	75.7%
P2-F10W08	フランジ 100%，ウェブ 80%	439	6.6%	72.6%
P2-F10W10	フランジ 100%，ウェブ 100%	421	2.2%	69.6%
P2	無補強	412	−	−

3.2　解析結果の考察

本節は4つのモデル(P2，P2-F10W10，P2-F10W00，P2-F00W00)を例として，水平変位が100mm時のコンクリートの主引張ひずみコンタープロットとベクトルプロット，鋼板のMises応力のコンタープロット及び鉄筋の軸方向応力のコンタープロットを作成し，補強前後及び補強鋼板の腐食程度に関する破壊メカニズムを検討した．

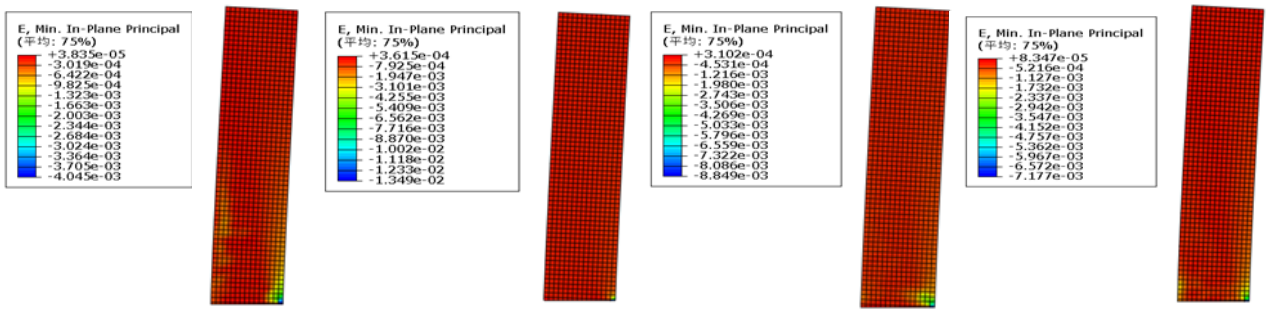
主引張ひずみコンタープロットとベクトルプロット(Fig. 8(a)~Fig. 8(d)及びFig. 12(a)~Fig. 12(d))の比較より，無補強の橋脚(P2)の主引張ひずみの最大値が橋脚上部に向かうほど減少し，高さ方向に沿って広い範囲でひび割れが生じる(即ち，主引張ひずみが破壊ひずみより大きい)．橋脚が鋼板巻き立てによる補強をした後，鋼板下部が腐食したモデル(P2-F10W00及びP2-F10W10)では，上部の補強された橋脚の強度と剛性が下部の腐食した部分より大きいことから，ひび割れが主要的に鋼板下部の腐食した部分に集中している．未腐食の補強した橋脚では(P2-F00W00)，主引張ひずみとひび割れの進展範囲は無補強の橋脚(P2)と類似している．

4つのモデルの主圧縮ひずみのコンタープロットとせん断コンタープロット(Fig. 9(a)~Fig. 9(d)及びFig. 12(a)~Fig. 12(d))の比較より，無補強の橋脚(P2)と未腐食の補強した橋脚(P2-F00W00)と類似しており，主圧縮ひずみの最大値が橋脚とフーチングの接合部で生じて，橋脚上部に向かうほど減少する．補強した橋脚下部に腐食が生じたモデル(P2-F10W00及びP2-F10W10)は，補強鋼板の腐食した部分の剛性が急激に変化することにより，主圧縮ひずみが橋脚下部の腐食領域に集中する．



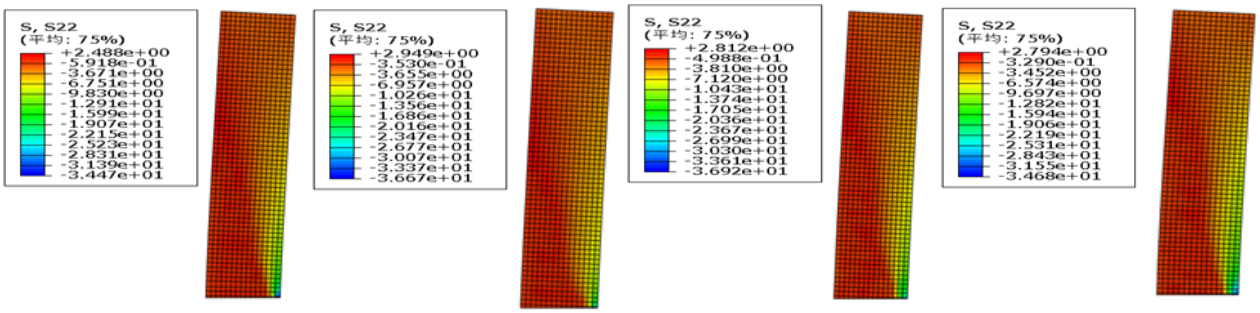
(a) P2　(b) P2-F10W10　(c) P2-F10W00　(d) P2-F00W00

Fig. 8 Contour plots of principal tensile strains



(a)P2　(b) P2-F10W10　(c) P2-F10W00　(d) P2-F00W00

Fig. 9 Contour plots of principal compressive strains

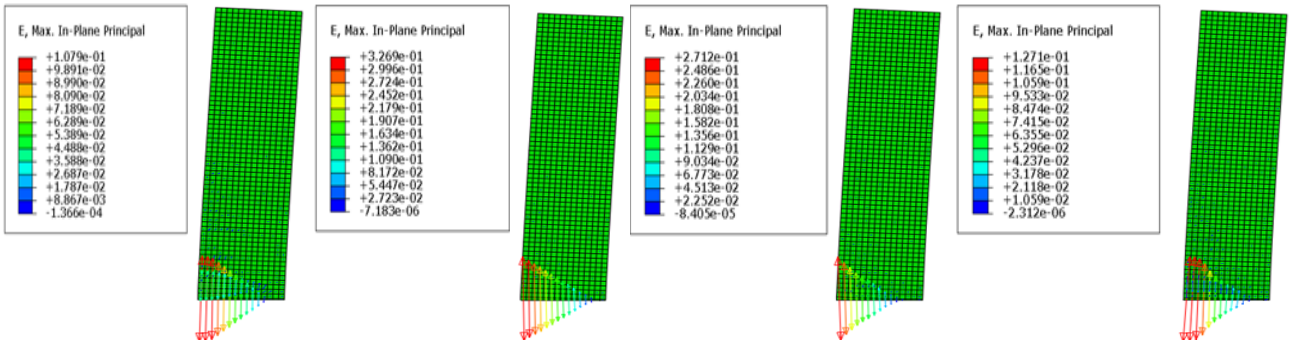


(a) P2　(b) P2-F10W10　(c) P2-F10W00　(d) P2-F00W00

Fig. 10 Contour plots of shear strains

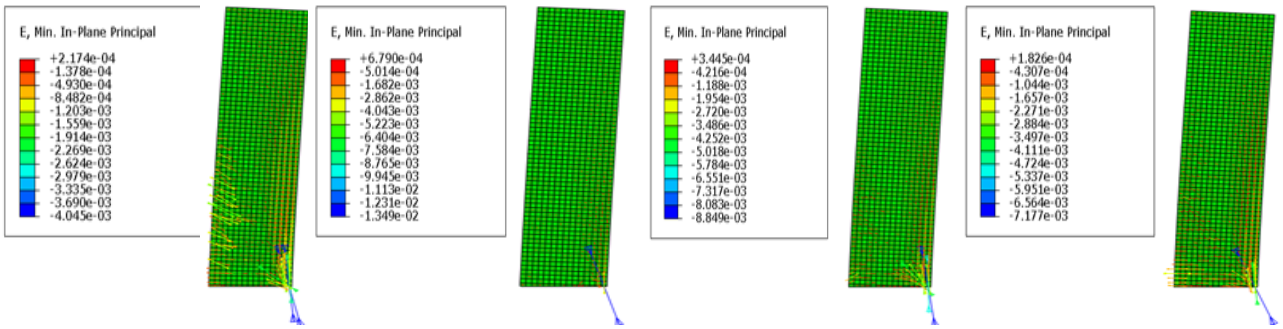
鋼板下部が未腐食の補強した橋脚(P2-F00W00)と鋼板下部が腐食したモデル(P2-F10W00 及び P2-F10W10)の補強鋼板の Mises 応力コンタープロットより，Fig. 13(c)の P2-F00W00 は腐食の影響を受けていないため，鋼板が一部の曲げモーメントを負担でき，底部の鋼板が広く塑性化している．しかし，Fig. 13(a)の P2-F10W10 と Fig. 13(b)の P2-F10W00 は鋼板下部の腐食を受け，フーチングに曲げモーメントを伝達する能力が弱くなることにより，基部から 50mm 上方の範囲において，塑性化した領域が狭い．Fig. 13(a) P2-F10W10 の最下部における鋼板の要素が全て塑性化した原因としては，モデルの作成方法によるものである．そこで，腐食を模擬するために，鋼板最下部の板厚を非常に小さな値として定義した．

4 つのモデルの鉄筋軸方向の応力コンタープロットより，Fig. 14(a)の P2 では降伏した鉄筋が一番多い．Fig. 14(d)の P2-F00W00 では鋼板が一部の荷重を負担するため，鉄筋の降伏領域が有効的に減少した．Fig. 14(b)の P2-F10W10 及び Fig. 14(c)の P2-F10W00 では曲げ変形が鋼板とフーチングの隙間部に集中するため，降伏した鉄筋が一番少ない．



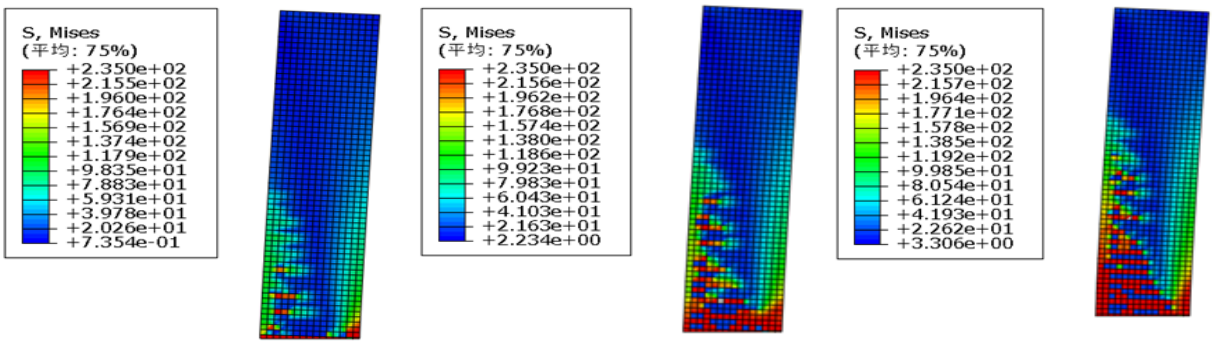
(a) P2　(b) P2-F10W10　(c) P2-F10W00　(d) P2-F00W00

Fig. 11 Vector plots of principal tensile strains



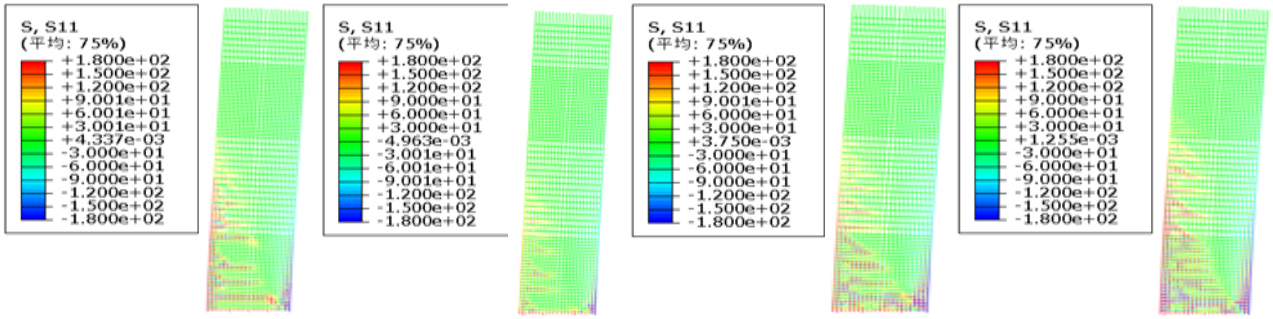
(a) P2　(b) P2-F10W10　(c) P2-F10W00　(c) P2-F00W00

Fig. 12 Vector plots of principal compressive strains



(a) P2-F10W10　(b) P2-F10W00　(c) P2-F00W00

Fig. 13 Contour plots of plate's Mises stresses



(a) P2　(b) P2-F10W10　(c) P2-F10W00　(d) P2-F00W00

Fig. 14 Contour plots of rebar's axial stresses

4.　結言

本研究では，平面応力モデルを用いた弾塑性解析を行い，鉄筋コンクリート橋脚 P2 の異なる腐食状況下での終局耐力を明らかにし，橋脚の終局耐力及び崩壊メカニズムに対する鋼板下部の腐食率の影響を検討した．得られた知見を下記に示す．

(1)　鋼板巻き立てによる補強後の橋脚 P2 は終局耐力が腐食率の増大と共に低下する．

(2)　異なる腐食率の橋脚の終局耐力の比較より，補強した橋脚では，終局耐力と鋼板の腐食率の相関関係は明らかに線形である．

(3)　中立軸が徐々に圧縮側に偏ると共に，ウェブが負担できる耐力が増え，その増加量と中立軸の移動距離との関係は線形である．

(4)　補強鋼板の下部とフーチング接合部分が腐食した場合，ひび割れがその領域に集中する．

(5)　補強鋼板の下部とフーチング接合の部分が腐食した場合，ひずみが集中するため，鉄筋の降伏が鋼板下部の腐食した部分に集中する．

(6)　同じ補強方法でも，鋼板下部腐食の影響を受けるため，橋脚中の鋼板の力の伝達メカニズムが異なる．未腐食の補強橋脚では鋼板とフーチングの定着が良く，鋼板が曲げモーメントを負担できるため，下部の鋼板が全て塑性化した．鋼板とフーチングの接合部分が腐食した場合，鋼板がフーチングに曲げモーメントを伝えないため，鋼板の下部が全て塑性化しない．

参考文献

1)　葛漢彬，猪飼豊樹：腐食した鋼板巻き立てコンクリート橋脚の耐震性と補強方法に関する研究，名城大学理工学部研究報告，第56号pp.28-33，2015

2)　名古屋高速道路公社：P2 橋脚の設計資料，1996

3)　ABAQUS：Standard user's manual，Hibbitt，Karlsson &Sorensen，Inc，Pawtucket，R.I，2013.

4)　日本道路協会：道路橋示方書・同解説書 V 耐震設計編，丸善，2002.

5)　土木学会：鋼・合成構造標準示方書（耐震設計編），2008年1月.

6)　過鎮海，時旭東：鉄筋コンクリート構造の原理，清華大学出版社，2003.

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日）

SM570 鋼を適用した鋼製補剛箱形断面橋脚の耐震性能照査

鈴木元哉 [1)]　葛　漢彬 [2)]

Seismic Performance Verification for Steel Bridge Piers Made of SM570 Material

Motoya Suzuki[1)], Hanbin GE[2)]

Abstract

In a previous study an analytical study was performed on failure strains of obtained from the elasto-plastic finite displacement analysis of stub-columns subjected to compression and bending in order to evaluate the seismic performance of stiffened box-sectional steel bridge piers made of SM570 material. For this reason, in the present study, following the unified evaluation method for strength and ductility of steel structures a simple analytical method based on the strain verification method is examined by taking steel bridge piers made of SM570 material as an example.

1.　緒言

近年，橋梁用鋼材の高性能化に伴い，鋼橋の構造合理化や建設コスト縮減のための様々な試みが行われている．例えば，代表的な高性能鋼材の一つに高強度鋼 SM570 材があり，SM570 を用いた鋼構造の耐震性能に関する研究が増加しつつある [1)-3)]．土木学会の鋼・合成構造標準示方書［耐震設計編］[4)]（以降，標準示方書）では，鋼橋の耐震性能照査法として「ひずみ照査法」が推奨されており，詳細は 2 章で示すが，ひずみ照査法では鋼構造物の耐震性能を評価する指針として，部材セグメントの変形性能の限界条件を表す終局ひずみの推定式が必要となる．しかしながら，標準示方書等で示されている終局ひずみ推定式は適用鋼材を SS400，SM490 等の普通鋼材としており，高強度鋼材（例えば，SM570 鋼）を対象とした終局ひずみ推定式は記載されていない．このことから，例えば，SM570 から成る鋼構造物に対して，現行の終局ひずみ推定式を使用し，ひずみ照査法による耐震性能照査を行う場合，その結果を過大評価してしまい，合理性に欠ける可能性が生じる．このような背景から，既往の研究 1)では，SM570 を適用した鋼製補剛箱形断面橋脚を対象に，その短柱について取り上げ，圧縮と曲げを受ける条件下で弾塑性有限変位解析を行い，SM570 材に対して新たに終局ひずみ推定式を提案している．

以上の背景から，本研究では文献 1)で提案された SM570 を対象とした終局ひずみ推定式に対し，SM570 を適用した鋼製補剛箱形断面橋脚を対象に，標準示方書で提案されている，ひずみ照査法に基づく構造安全性の照査を試み，普通鋼を対象とした標準示方書等の終局ひずみ推定式を用いた耐震照査結果との比較を行い，提案された SM570 鋼を対象とした終局ひずみ推定式の妥当性を検証する．

2.　耐震性能照査法

2.1　ひずみ照査法

本検討では耐震性能照査法にひずみ照査法に基づく構造安全性の照査を行う．

ひずみ照査法とは，地震時の繰り返し荷重を受ける構造物の危険部材セグメント（損傷が集中すると考えられるセグメントで，有効破壊長と称する長さ L_e の部材セグメント）における断面フランジの平均軸ひずみ時刻履歴に着目し，その平均圧縮軸ひずみと危険側部材セグメントごとに算出される終局ひずみとの比較により，時刻歴上で耐震性能照査を行う方法である．なお，この耐震照査法は，局部座屈を考慮しない，はり要素を用いた簡易な解析モデルで実施する特徴があり，実務において多用されている手法である．

過去の研究では補剛箱形断面，無補剛箱形断面およびパイプ断面を有する鋼構造物の耐震照査に関して，ひずみ照査法が使用されてきたが，これらはすべて普通鋼材に対応した事例であり，SM570 鋼を適用した鋼構造に関しては検討例が少ない．そこで本検討では，はり要素を用いた Pushover 解析によりひずみ照査法に基づく簡易耐震照査を行う．

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

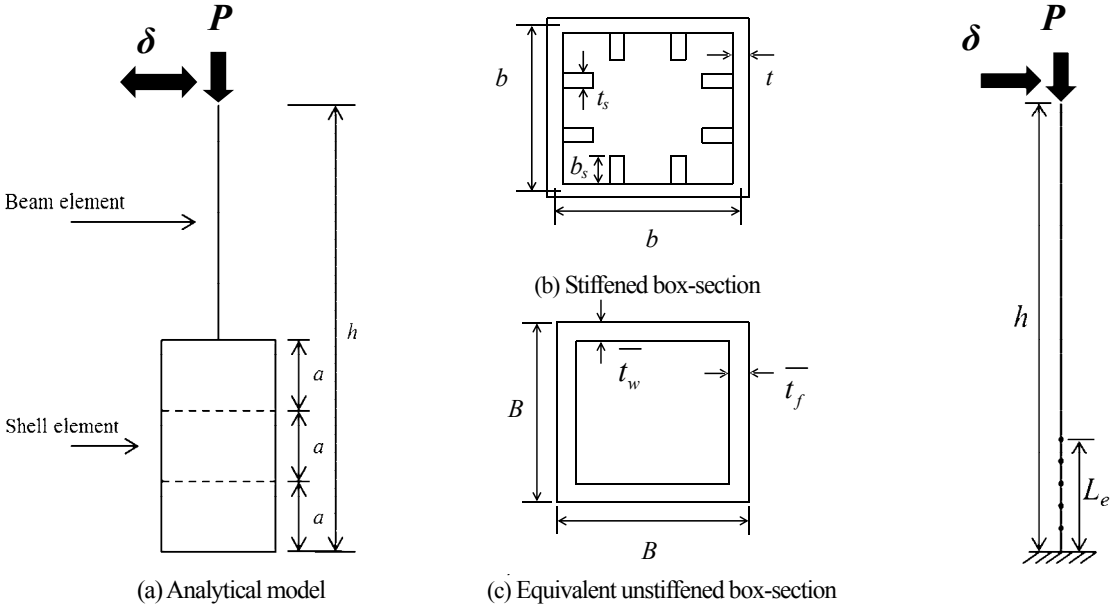


Fig.1 Analytical model for cyclic analysis　　Fig.2 Analytical model for pushover analysis

2.2 SM570 を対象とした終局ひずみ推定式

既往の研究 1)では標準示方書に記載されている荷重低下率 95%時を終局状態とした場合の終局ひずみ推定式および Zheng ら [5)]が提案した最大荷重時を終局状態とした場合の終局ひずみ推定式を基に，シェル要素による複合非線形解析を行い，SM570 を適用した補剛箱形断面鋼部材の終局ひずみ推定式を，各終局状態に対してそれぞれ求めた.

そこで本研究では，まず現行の標準示方書および Zheng らが提示している，SM490 鋼などの普通鋼を対象とした終局ひずみ推定式を使用して，解析モデルの耐震照査を行う．以降に推定式(1)，(2)その適用範囲を示す.

$$\frac{\varepsilon_m}{\varepsilon_y}=\frac{1.41}{(R_f\bar{\lambda}_s^{\,0.18}-0.21)^{0.462}}+0.38\le 20 \qquad (1)$$

$$\frac{\varepsilon_u}{\varepsilon_y}=\frac{0.7}{(R_f\bar{\lambda}_s^{\,0.18}-0.18)^{1.3}(1+P/P_y)^{2.2}}+\frac{3.2}{(1+P/P_y)}\le 20 \qquad (2)$$

$$(0.3\le R_f\le 0.7,\ 0.18\le\bar{\lambda}_s\le 0.75,\ 0\le P/P_y\le 1.0,\ \gamma/\gamma^*\ge 1.0)$$

次に，既往の研究 1)で新たに提案された SM570 を対象とした終局ひずみ推定式を用いて解析モデルの耐震照査を行う．以降に推定式(3)，(4)とその適用範囲を示す.

$$\frac{\varepsilon_m}{\varepsilon_y}=\frac{0.97}{(R_f\bar{\lambda}_s^{\,0.18}-0.188)^{0.7}}+0.2\le 20 \qquad (3)$$

$$\frac{\varepsilon_u}{\varepsilon_y}=\frac{0.75}{(R_f\bar{\lambda}_s^{\,0.18}-0.13)^{1.9}(1+P/P_y)^{2.4}}+\frac{1.8}{(1+P/P_y)}\le 20 \qquad (4)$$

$$(0.3\le R_f\le 0.7,\ 0.18\le\bar{\lambda}_s\le 0.75,\ 0\le P/P_y\le 1.0,\ \gamma/\gamma^*\ge 1.0)$$

3. 解析概要

3.1 繰り返し解析モデルの概要

本研究の繰り返し弾塑性解析に用いた解析モデル概要を Fig. 1(a)に示す. 解析対象は柱頂部に一定鉛直荷重 P と変動変位振幅の繰り返し水平変位 δ を受ける鋼製補剛箱形断面橋脚である．橋脚の主な破壊形態である局部座屈は柱基部近辺に発生することから，柱基部からフランジ幅 b の 1.5 倍の高さまではシェル要素で，残りの部分は解析の効率化を考慮し，はり要素でモデル化を行っている．なお，ダイアフラムは，シェル要素を用いた板パネルの区間に縦横比 α=0.5 (α=a/b, a=ダイアフラム間隔)となるように配置し，シェル要素を用いた．橋脚の断面に関しては，シェル要素で解析モデルを作成している箇所は Fig. 1(b)に示す補剛箱形断面を用い，はり要素で解析モデルを作成している箇所は補剛箱形断面を Fig. 1(c)に示す等価な無補剛箱形断面に置き換えている. ここで，橋脚断面の置換方法の詳細に関しては文献 6）を参照されたい．なお，解析モデルに用いる要素としては，同ソフトに提供されている 4 節点の低減積分有限膜ひずみシェル要素 S4R と Timoshenko のはり理論に基づくはり要素 B31 を用いた.

3.2 Pushover 解析モデルの概要

はり要素モデルの概要を Fig. 2 に示す．Pushover 解析に用いるはり要素は繰り返し解析と同様 Timoshenko の

Table 1 Dimensions and parameters of analytical models

解析モデル	R_f	$\bar{\lambda}$	γ/γ^*	α	$\bar{\lambda}_s$	$\bar{\lambda}'_s$	h (mm)	b (mm)	t (mm)	b_s (mm)	t_s (mm)	P/P_y	H_y (MN)	δ_y (mm)
0.25-0.25-0.23	0.25	0.25	3.0	0.50	0.149	0.171	2090	625	20	92	20	0.227	1.95	8.95
0.25-0.35-0.18		0.35					2926					0.175	1.47	16.77
0.25-0.45-0.14		0.45					3762					0.143	1.18	27.37
0.35-0.25-0.23	0.35	0.25			0.207	0.238	2968	875		101		0.231	2.64	12.93
0.35-0.35-0.18		0.35					4156					0.178	2.00	24.25
0.35-0.45-0.15		0.45					5343					0.145	1.60	39.60
0.45-0.25-0.23	0.45	0.25			0.272	0.312	3846	1125		108		0.233	3.31	16.85
0.45-0.35-0.18		0.35					5384					0.180	2.50	31.61
0.45-0.45-0.15		0.45					6922					0.147	2.01	51.65

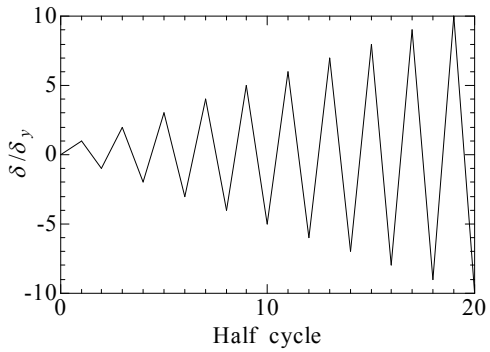


Fig.3 Loading history

Table 3 Material properties of bi-linear model

鋼種	E (GPa)	v	σ_y(MPa)
SM570	216	0.3	450

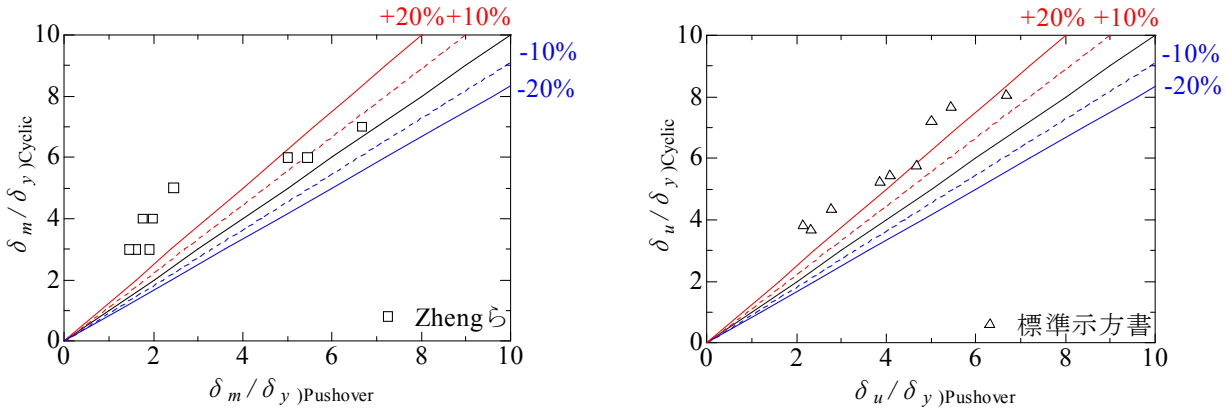
Table 2 Material properties of modified two surface model [7)]

鋼種	SM570
ヤング係数：E (MPa)	216000
降伏棚消失後の接線硬化係数：E_{st}^p (MPa)	4363.2
初期降伏応力：σ_y (MPa)	450
ポアソン比：v	0.3
板厚：t (mm)	20
一軸単調載荷での降伏棚消失後における塑性ひずみ：ε_{st}^p	0.004167
境界線の傾きの初期値：$E_{0,in}^p$ (MPa)	1695.6
初期弾性域の大きさ：k_0 (MPa)	477
定数：e	700
定数：f	77976
定数：a	-0.553
定数：b	6.47
定数：c	34.8
定数：α	0.175
定数：M	0
初期弾性域の極値：k_∞（→鋼材の引張強度 σ_u (MPa)）	549
定数：ζ	1852.416
定数：ω(mm^2/N)	0.005933

はり理論に基づく要素 B31 とした．本検討ではダイアフラム間隔であるフランジ幅の 0.5 倍に相当する長さを有効破壊長 L_e としている．なお，はり要素の分割数については有効破壊長を 5 分割，それ以外を 15 分割とし，全体で 20 分割とした．ここで，有効破壊長とは，ある部材において座屈の生じやすい領域に対して定められた部分を示し，部材の破壊判定を行うために用いられる領域のことである．主に構造物の曲げモーメントが大きく，それに伴い圧縮ひずみが大きくなると考えられる領域，および断面形状が変化する領域が対象となる．有効破壊長は，ダイアフラム間隔，もしくはフランジ幅の 0.7 倍に相当する長さのいずれか小さい方からその値が決定される．

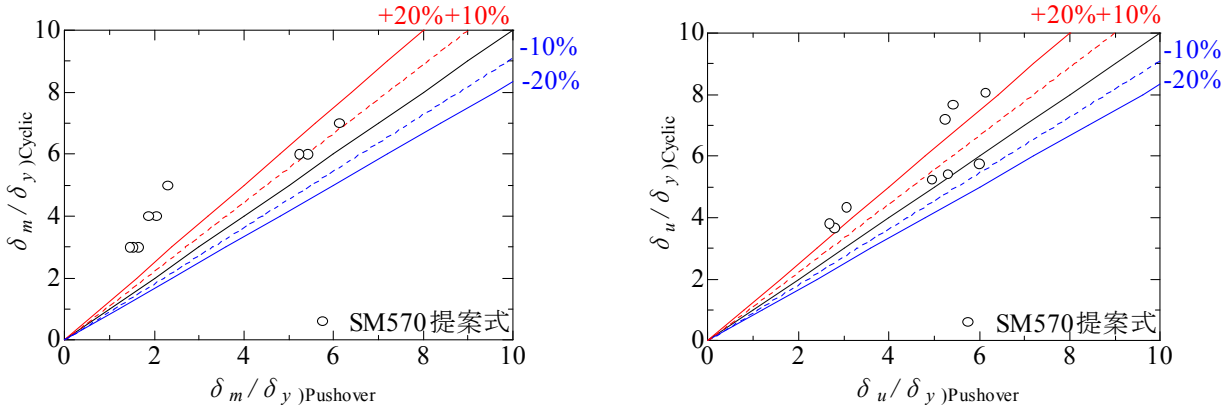
3.3　解析モデル諸元，材料構成則および載荷パターン

解析モデルの各諸元は Table 1 に示す通りである．繰り返し解析についてはシェル要素とはり要素でそれぞれ別の構成則を用いた．シェル要素の構成則には修正二曲面モデル [7)]を用い，はり要素の構成則にはバイリニア型応力ーひずみ関係（2 次勾配 E/100）に移動硬化則を適用した．繰り返し解析の載荷方法に関しては，Fig. 3 に示す



(a) Comparison of δ_m　　(b) Comparison of δ_u

Fig.4 Results of seismic performance verification by ultimate strain equation (SS400, SM490)



(a) Comparison of δ_m　　(b) Comparison of δ_u

Fig.5 Results of seismic performance verification by ultimate strain equation (SM570)

ように，柱頂部に一定鉛直荷重 P と変動変位振幅の繰り返し水平変位 δ を与えている．材料特性に関しては，シェル要素に用いる材料定数および修正二曲面モデルのパラメータを Table 2 に，はり要素に用いる材料定数を Table 3 にそれぞれ示す．

Pushover 解析については，繰り返し解析と同様に，はり要素にバイリニア型を適用した構成則としている．ここで，解析に用いる鋼材はシェル要素およびはり要素ともに SM570 としている．

4.　解析結果

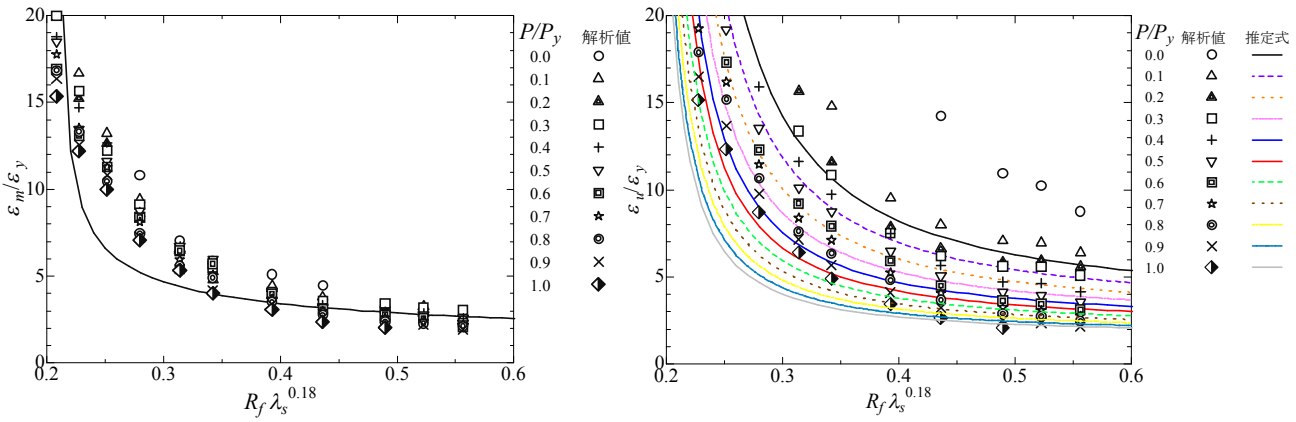
標準示方書および Zheng らが提示している普通鋼材を対象とした終局ひずみ推定式を用いた耐震照査結果を Fig. 4 に，新たに提案された SM570 を対象とした終局ひずみ推定式を用いた耐震照査結果を Fig. 5 に示す．また，繰り返し解析および Pushover 解析におけるそれぞれの終局変位を Table 4 に示す．ここで，同表における δ_m は最大荷重時変位，δ_u は最大荷重から荷重が 95%点まで低下した時点（以降 95%荷重時）での変位である．なお，ひずみ照査法に基づく Pushover 解析結果については，静定構造であるため部材係数 1.32 で除してある [4]．

まず，現行の普通鋼材に対応した終局ひずみ推定式における耐震照査結果について述べる．終局状態を最大荷重時とした場合は Fig. 4(a)，Table 4 より，幅厚比パラメータが 0.25 の解析ケースは Pushover 解析から得られる終局変位を繰り返し解析より得られる終局変位より小さく算出できており，比較的精度よく安全側に評価できている．残りの解析ケースにおいても誤差 20%以上となったがすべて安全側の結果となった．終局状態を 95%荷重時とした場合は Fig. 4(b)，Table 4 より幅厚比パラメータに関係なく Pushover 解析から得られる終局変位を 20%程度以上の誤差で安全側に評価できている．

次に，新たに提案された SM570 鋼材に対応した終局ひずみ推定式における耐震照査結果について述べる．終局状態を最大荷重時とした場合は Fig. 5(a)，Table 4 より，現行の普通鋼を対象とした終局ひずみ推定式による耐震照査結果と同様に，幅厚比パラメータが 0.25 の解析ケー

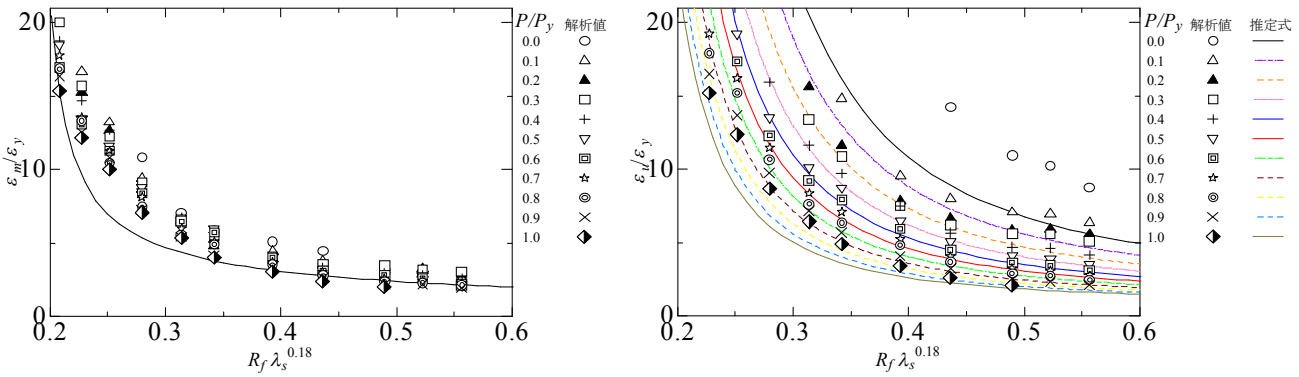
Table 4 Ultimate displacements of analytical models

解析モデル	δ_m/δ_y			δ_u/δ_y		
	Pushover		Cyclic	Pushover		Cyclic
	SM490 式	SM570 式		SM490 式	SM570 式	
0.25-0.25-0.23	6.68	6.13	7.00	6.68	6.13	8.05
0.25-0.35-0.18	5.45	5.42	6.00	5.45	5.42	7.67
0.25-0.45-0.14	5.01	5.24	6.00	5.01	5.24	7.20
0.35-0.25-0.23	2.45	2.30	5.00	4.67	6.00	5.74
0.35-0.35-0.18	1.99	2.05	4.00	4.08	5.31	5.42
0.35-0.45-0.15	1.76	1.87	4.00	3.86	4.95	5.23
0.45-0.25-0.23	1.91	1.65	3.00	2.77	3.06	4.34
0.45-0.35-0.18	1.61	1.53	3.00	2.32	2.80	3.66
0.45-0.45-0.15	1.46	1.45	3.00	2.14	2.68	3.81



(a) Peak strength point　　(b) 95% strength point

Fig.6 Analytical results of the stub-column (SM570) and the failure strain equation (SM490)[1)]



(a) Peak strength point　　(b) 95% strength peak

Fig.7 Analytical results of the stub-column (SM570) and the failure strain equation (SM570)[1)]

スはPushover解析から得られる終局変位を比較的精度よく安全側に評価できている．また，他の解析ケースにおいても現行の推定式と同様に 20%程度の誤差ではあるが安全側に評価できている．終局状態を95%荷重時とした場合はFig. 5(b)，Table 4 より，モデル 0.35-0.25-0.23 のみPushover解析から得られる終局変位を極わずかに危険側に評価してしまったが，ほとんどの解析ケースは安全側に評価できており，現行の普通鋼を対象とした推定式による耐震照査結果と比較すると，繰り返し解析とPushover 解析の誤差がやや小さくなっており，精度の向上が確認できる．

以上のことから，SM570 から成る鋼製補剛箱形断面橋脚に対して，終局状態を最大荷重時とした場合においては，現行の普通鋼材を対象とした終局ひずみ推定式を使用しても十分に耐震照査を行うことが可能である．終局状態を 95%荷重時とした場合においては，新しい SM570 を対象とした終局ひずみ推定式の方が耐震照査の精度が高いことがわかる．

ここで，Fig. 6，Fig. 7 に文献 1）における短柱の解析結果と終局ひずみ推定式の比較結果を一部抜粋するが，グラフからわかるように軸力が小さいケースにおいては現行の普通鋼材を対象とした推定式と新たに提案された SM570 を対象とした推定式における解析値に対する差は小さいものの，軸力が大きくなるにつれて両式の差は大きくなっている．このことから，本検討で解析対象とした単柱式橋脚（作用する軸力比として，せいぜい20%程度）のような構造物に対しては新提案式の妥当性を示すことができたが，P/P_y=0.30 以上の高い軸力が作用する構造部材を対象とした場合においては別途，解析により検証する必要がある．

5.　結言

本論文では，既往の研究で提案された SM570 を対象とした終局ひずみ推定式の妥当性を示すことを目的に，SM570 を適用した鋼製補剛箱形断面橋脚に対して，ひずみ照査法に基づいた構造安定性に関する耐震性能照査を行った．そのなかで，標準示方書および既往の文献で提案されている普通鋼材を対象とした終局ひずみ推定式を使用した耐震性能照査結果との比較を行うことで，その妥当性を明らかにした．得られた知見を以下に示す．

(1) 最大荷重時を終局状態とした場合，両推定式による耐震照査の結果はほとんど差がないが，どちらもPushover 解析から得られる終局変位を安全側に20%程度以上の誤差で評価できる．
(2) 95%荷重時を終局状態とした場合，SM570 を対象とした推定式の方が，繰り返し解析と Pushover 解析との誤差が小さくなり，精度の向上が確認できた．
(3) 今回行った解析では軸力比が最大でも 20%程度の単柱式橋脚であるため，軸力比が 50%に達するような構造部材（例えば，アーチリブなど）に対しての解析的検討が必要であると思われる．
(4) 単柱式鋼製橋脚において，提案された SM570 を対象とした終局ひずみ推定式の妥当性を示した．

参考文献

1) Ge, H.B., Kang, L., and Maruyama, R.: 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.
2) 辛　燁超，鈴木元哉，宇津宮直幸，葛　漢彬：SM570 鋼材を用いた鋼製補剛箱形断面橋脚の繰り返し弾塑性解析，土木学会第 71 回年次学術講演会概要集，I-282, pp.563-564，2016.9.
3) 鈴木元哉，宇都宮直幸，葛　漢彬：SM570 鋼材を適用した鋼製補剛箱形断面橋脚の強度と変形能に関する解析的研究，土木学会論文集 A1（構造・地震工学），Vol.73, No.4，pp.I_334-I_345，2017.
4) 土木学会：鋼・合成構造標準示方書［耐震設計編］，鋼構造委員会，丸善，2008.1.
5) Zheng, Y., Usami, T., and Ge, H.B.: Ductility of Thin-Walled Steel Box Stub-Columns, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol.126, No.11, pp.1304-1311, 2000.11.
6) 宇佐美勉，鈴木森晶，Iraj H.P., Mamaghani，葛漢彬：コンクリートを部分的に充填した鋼製橋脚の地震時保有水平耐力照査法の提案，土木学会論文集，No.525/I-33, pp.69-82，1995.
7) Mamaghani, I. H. P., Usami, T., and Mizuno, E.: Cyclic elastoplastic large displacement behaviour of steel compression members, Journal of Structural Engineering, Vol. 42A, pp. 135-145, 1996.

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日）

異なる供試体作製条件が砂質土の力学挙動に及ぼす影響

御手洗翔太 [1)]　　小高猛司 [2)]

Influence of different sample preparation conditions on mechanical behavior of sandy soil

Shota MITARAI[1)], Takeshi KODAKA[2)]

Abstract

Around the toe of river embankment slope and foundation ground, fine particles gradually outflow when a relatively large hydrodynamic gradient acts. The outflow of fine particles change the particle size distribution and soil density. The changes could influence the mechanical behavior of soil. It is accepted that the soil structure changes largely depending on water content of soil at the compaction. In this study, we investigated the effects of reduction rate of fine particles, void ratio, relative density and initial water content on the undrained shear behavior of river embankment sand. In addition, we assumed a hypothesis that the skeletal structure of soil changes by the water content at the compaction, and studied it by experimental results, permeability and photograph of the surface of soil sample. The results indicate that the deformation characteristics of sandy soil are influenced greatly by the changes in particle size distribution, soil density and water content at the compaction.

1. はじめに

長時間洪水が継続する場合，河川堤防においては基礎地盤のパイピングや堤体法尻での内部侵食を伴う浸透破壊の危険性が高まる。いずれの現象も河川水が堤内地に浸出してくる現象であるが，例えばパイピング現象においては，澄んだ水が滲出してくる間の危険性は低いが，浸出する水が濁ってきた場合には堤体変状の危険性が高いと経験的に考えられている。すなわち，基礎地盤や堤体土の土砂が浸透水に混じる場合には，堤体の安定性が失われつつある兆候と一般に考えられている。

河川堤防の砂質堤体の法尻や基礎地盤においては，洪水時に即座に変状を引き起こすほどではないとしても，比較的大きな動水勾配が作用した場合，堤体土内の細粒分が徐々に流失することによって粒度分布が変化し，さらに密度にも変化が生じる。それらに起因して力学挙動にも変化が生じると考えられる。また，そのような土構造物は締固め時の含水比の条件により，形成される骨格構造が大きく変わると考えられる。

既往の研究では，粒度分布の関係や，動水勾配の上昇で細粒分が土粒子間を流れてしまうことや，土粒子間で目詰まりを起こすことが確認されており，浸透を伴う内部侵食についての解析も進んでいる [1)~6)]。

本報では，実堤防の粒度分布を模擬した砂質土を用いて，細粒分を人為的に調整して作製した供試体を用いて実施した三軸試験の結果を示す。細粒分の減少率，間隙比，相対密度，供試体作製時の初期含水比などが非排水せん断挙動に及ぼす影響について検討した。また，異なる供試体作製時の初期含水比により砂質土の骨格構造が変化するという仮設を立て，試験結果や透水係数，供試体表面の撮影から初期含水の影響を検討する。

2. 試験条件

試験試料は，三河珪砂 4 号と 6 号，およびシルト分に富む野間精配砂を 3:1:3 の重量比で配合したものである。この配合割合は，実堤防砂（千歳川北島堤防）の粒度にあわせて決定した。この配合の供試体を基本ケースとする。一方，細粒分を減じる供試体では，野間精配砂から 0.075mm のふるいで所定の減少率の細粒分を取り除いてから混合した。そのため，細粒分減少ケースにおいては，野間精配砂の混合割合はその減少分だけ低下する。Fig. 1 に各混合割合の粒度分布を示す。

1) 名城大学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 Engineering, Meijo University　2) Department of Civil Engineering

次に，供試体作製時の初期含水比の比較では上記の細粒分を減少させていない基本ケースのみを使用する。供試体作製においては，初期含水を有するケースでは，乾燥状態の試料を所定の配合で十分に混合した後に，所定の含水比になるように蒸留水を加水し，均一になるように十分に攪拌混合した。その混合試料をモールド内で所定の密度となるように 5 層に分けて締め固めて高さ 100mm，直径 50mm の供試体とした。一方，初期含水比 0%の乾燥試料のケースでは，三軸試験装置にゴムスリーブを被せたモールドを設置し，乾燥状態の試料を空中落下させて供試体を作製した。これらの条件で CUB 試験を行った。

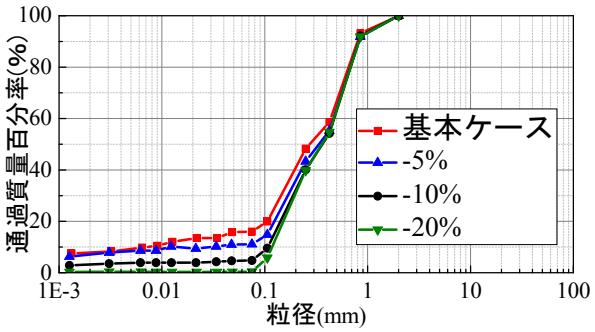


Fig. 1　各ケースのる粒度分布

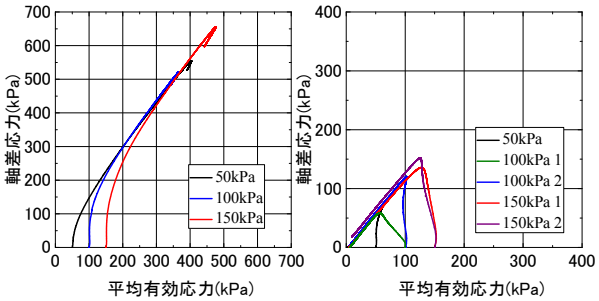
3.　試験結果

3.1　基本ケースと細粒分減少ケースの試験結果

間隙比 0.6 と設定した供試体について，細粒分を減少させていない基本ケースと，細粒分-20%の条件で試験を実施した。この場合，細粒分を減少させた後でも，基本ケースと同じ体積で供試体を作製するため，実際の間隙比は基本ケースと比べて大きくなる。Fig.2 に試験結果を示す。(a)の基本ケースでは，いずれの拘束圧においても正のダイレイタンシーの拘束に伴う硬化が顕著となる。一方，(b)の細粒分減少ケースでは，大きな塑性圧縮を伴う軟化を呈し，静的液状化に近い挙動を示している。

3.2　類似した間隙比の三軸試験結果

Fig.2 の比較では，細粒分の減少に伴って間隙比が大きくなることを模擬していたため，両者の挙動は大きく異なっていた。次に，間隙比が類似のケースで比較を行う。Table 1 に各供試体の諸元を示す。基本ケース，細粒分-5%，細粒分-10%と 3 ケースについて比較を行った。Fig.3，4 および 5 に拘束圧ごとの試験結果を示す。基本ケースの結果より，細粒分を減少させたケースの方が，最大軸差応力が大きい。すなわち，細粒分減少後の間隙比が類似していても，細粒分減少前の間隙比が小さい方が，せん断時の最大軸差応力が大きくなる。ただし，ひずみ軟化を伴う脆性破壊の程度が顕著となる。その理由として，同じ間隙比であっても細粒分を減少させたケースの方が，大きな粒径の砂粒子による骨格構造が増えるためと考えられる。Table 1 に示すように，これら 3 ケースの相対密度は細粒分の減少に伴い大きくなった。試験結果においても，細粒分減少に伴い密詰め挙動が現れたことと調和している。



(a)基本ケース　　(b) 細粒分-20%のケース

Fig.2　間隙比 0.6 の有効応力経路

Table 1　粒度および密度調整試料の各供試体の諸元

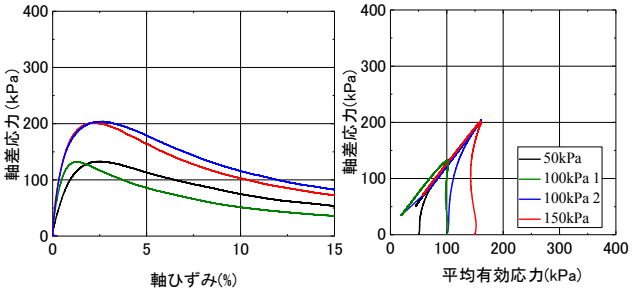
試験条件	拘束圧 [kPa]	圧密後間隙比	e_{max}	e_{min}	Dr [%]
基本ケース (0%)	50	0.659	0.943	0.462	61.0
	100 (1)	0.656			
	100 (2)	0.645			
	150	0.638			
細粒分 -5%	50	0.672	0.956	0.489	64.3
	100	0.655			
	150	0.639			
細粒分 -10%	50	0.665	0.942	0.513	66.5
	100	0.660			
	150	0.646			
目標 Dr=61% -5%	50	0.675	0.956	0.489	60.2
	100	0.671			
	150	0.678			
目標 Dr=61% -10%	50	0.678	0.942	0.513	61.5
	100	0.674			
	150	0.683			

3.3　類似した相対密度の三軸試験結果

3.2 では基本ケースの結果より，細粒分を減少させたケースの方が，最大軸差応力が大きいことを示した。相対密度で比較すると後者の方が密であることから，最大軸差応力が大きくなることは合理的である。そこで，本章では相対密度をほぼ同じに合わせた供試体で実験を行い，細粒分減少の影響を検討した。Table 1 に示すように，基本ケースの相対密度が 61%であったため，細粒分-5%および-10%の試料を用いて相対密度がほぼ 61%に合わせた供試体を作製した。これらの試験結果を Fig.6，7 および 8 に示す。基本ケースに比べて，細粒分減少の 2 ケースの方が全体的にゆる詰め傾向となり，最大軸差応力も小さくなる。また，有効応力経路に着目すると細粒分-5%のケースでは，せん断後半に原点まで向かう静的液状化に近い状態となる。さらに，基本ケースよりも細粒分減少ケースの結果の方が，最大軸差応力に達した時点における軸ひずみが小さい。細粒分減少ケースの供試体では，正のダイレイタンシーを十分に発現せずに軟化するよう

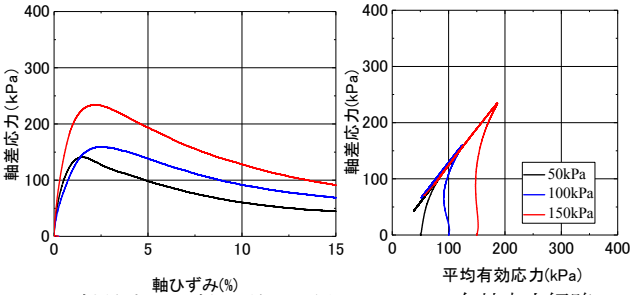
Table 2　粒度および密度調整試料の各供試体の諸元

試験条件	初期含水比[%]	拘束圧 [kPa]	圧密後間隙比
目標間隙比 e=0.65	0	50	0.594
		100	0.595
		150	0.586
	5	50	0.657
		100	0.642
		150	0.627
	10	50	0.616
		100	0.614
		150	0.622
目標間隙比 e=0.7	0	50	0.637
		100	0.614
		150	0.608
	5	50	0.679
		100	0.645
		150	0.651
	10	50	0.659
		100(1)	0.656
		100(2)	0.645
		150	0.638



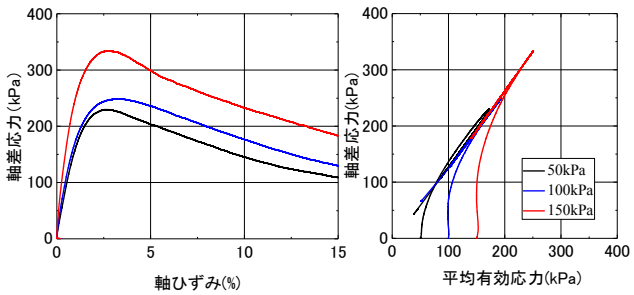
(a) 軸差応力～軸ひずみ関係　(b) 有効応力経路

Fig.3　基本ケースの試験結果



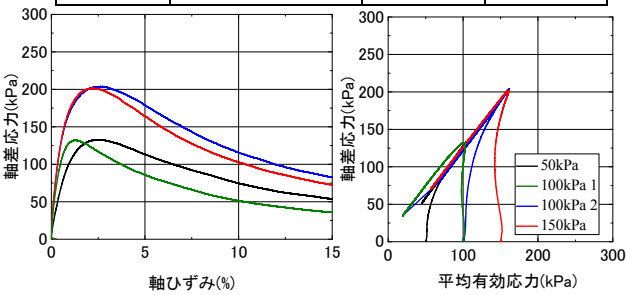
(a) 軸差応力～軸ひずみ関係　(b) 有効応力経路

Fig.4　細粒分-5%の試験結果



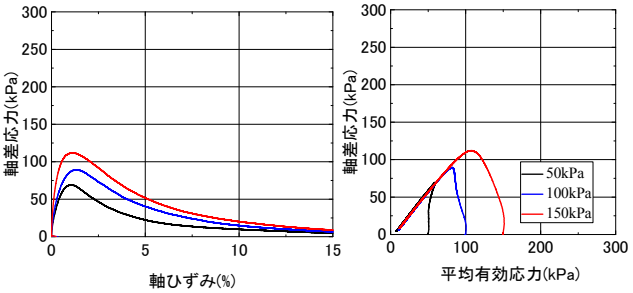
(a) 軸差応力～軸ひずみ関係　(b) 有効応力経路

Fig.5　細粒分-10%の試験結果



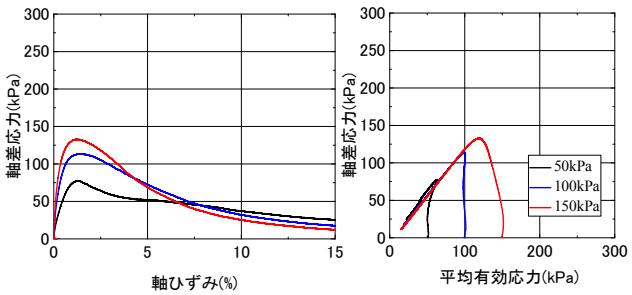
(a) 軸差応力～軸ひずみ関係　(b) 有効応力経路

Fig.6　Dr=61%　基本ケースの試験結果



(a) 軸差応力～軸ひずみ関係　(b) 有効応力経路

Fig.7　Dr=61%　細粒分-5%の試験結果



(a) 軸差応力～軸ひずみ関係　(b) 有効応力経路

Fig.8　Dr＝61%　細粒分-10%の試験結果

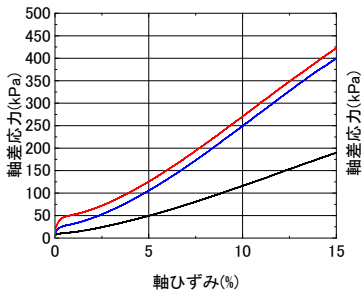
に見える。ただし，細粒分-5%および-10%の結果には大きな差は見られなかった。

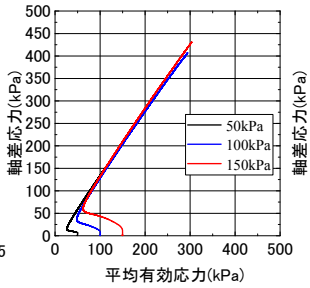
3.4　異なる初期含水比の三軸試験結果

3.3 までは細粒分の減少による細粒分流出を想定した比較であった。これらの供試体作製時の初期含水比はすべて統一し，試験を行ったが，初期含水比が異なれば，同じ粒度の試料を用いても，供試体作製時の締固め具合や骨格構造が異なると考えられるため，初期含水の影響を検討した。Table 2 に初期含水比の比較を行った各供試体の諸元を示す。初期含水比は 0%，5%，10%の 3 ケースで比較を行った。Fig.9，10 および 11 にケース 1 の各初期含水比の試験結果を，Fig.12，13 および 14 にケース 2 の各初期含水比の試験結果を示す。Fig.9 および 12 の初期含水比 0%の有効応力経路に着目すると，せん断初期で塑性圧縮を伴う軟化挙動を示し，限界状態まで達した後にせん断終了まで軸差応力が上昇している。Fig.10 および 13 の初期含水比 5%の有効応力経路に着目すると，0%の結果と同様に塑性圧縮を伴う軟化挙動を示した後，最終状態ではほぼ原点に向かっている静的液状化に近い状態となった。Fig.11 および 14 の初期含水比 10%の有効応力経路に着目すると，0%，5%より密詰め傾向であり，正のダイレイタンシーを発現した後，急激に塑性圧縮を伴う軟化を示していることがわかる。

4.　供試体表面の撮影および透水試験結果

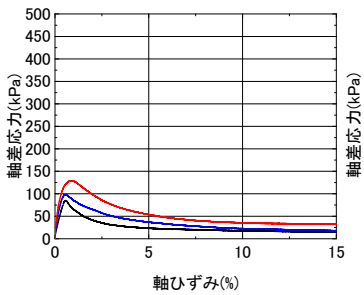
3.4 では供試体作製時の初期含水比によってせん断挙動が大きく異なることが明らかとなった。これは，各供試体が有する骨格構造が関係していると考えられる。力学試験により異なる挙動が顕れたが，物理的な面からも検討を行うため，透水試験および供試体表面の撮影を実

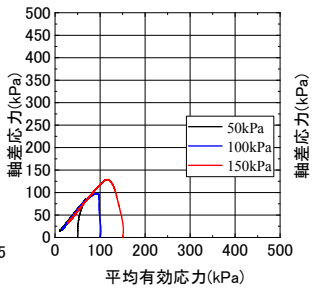




(a) 軸差応力～軸ひずみ関係　　(b) 有効応力経路

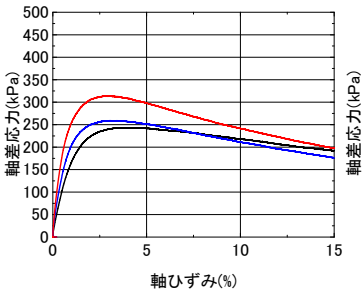
Fig.9　ケース 1　初期含水比 0%の試験結果

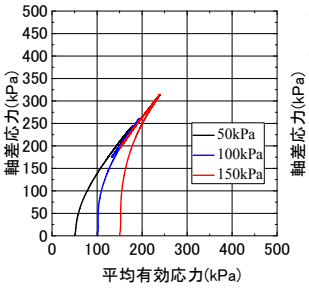




(a) 軸差応力～軸ひずみ関係　　(b) 有効応力経路

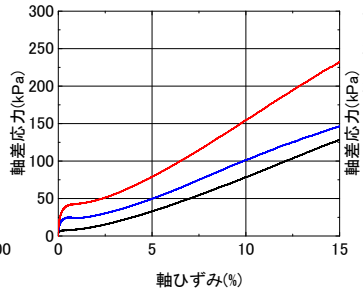
Fig.10　ケース 1　初期含水比 5%の試験結果

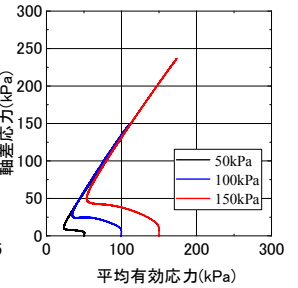




(a) 軸差応力～軸ひずみ関係　　(b) 有効応力経路

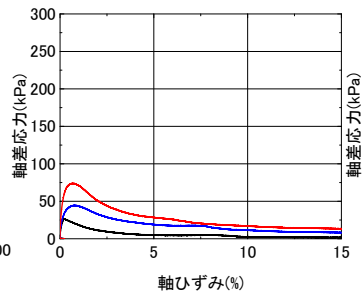
Fig.11　ケース 1　初期含水比 10%の試験結果

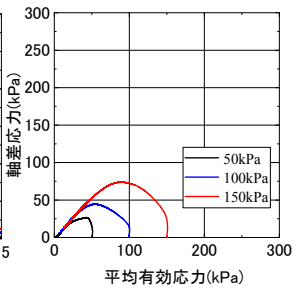




(a) 軸差応力～軸ひずみ関係　　(b) 有効応力経路

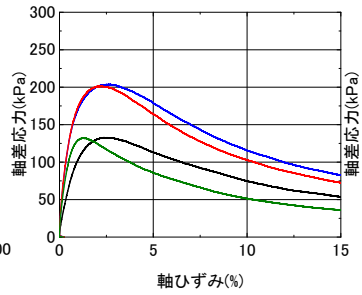
Fig.12　ケース 2　初期含水比 0%の試験結果

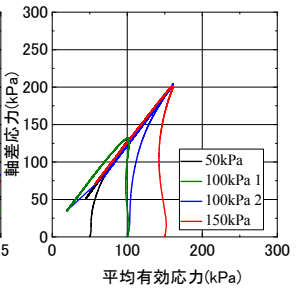




(a) 軸差応力～軸ひずみ関係　　(b) 有効応力経路

Fig.13　ケース 2　初期含水比 5%の試験結果





(a) 軸差応力～軸ひずみ関係　　(b) 有効応力経路

Fig.14　ケース 2　初期含水比 10%の試験結果

施した。

透水試験では使用する供試体の間隙比をほぼ同じに合わせ，異なる初期含水比のケースの比較について 2 回ずつ試験を行った。表 3 に使用した供試体の諸元を，Fig.15 に透水試験の結果を示す。供試体作製時の初期含水比が大きいケースほど透水係数が大きいことが分かる。

次に供試体撮影では初期含水を有する供試体は三軸試験時同様モールドにて締固めを行い作製した。一方，初期含水比 0%の供試体では，乾燥しているため供試体が自立しない。また，側面から撮影するという点から，透明のアクリル筒に試料を空中落下させて供試体を作製した。これらの供試体についてマイクロスコープを用いて表面を撮影した。Fig.16 および 17 に供試体表面の写真を示す。Fig.16，17 共に見てみると初期含水比の増加と共に，砂粒子同士のつながりの間に空洞が確認できる。Fig.17 の拡大写真では供試体作製時の初期含水比の増加と共に，砂粒子のつながりが良く確認でき，一体となっているように見える。これらはサクションによる影響で砂粒子同士がつながり，細粒分が他の大きな粒子の表面に吸着しているため空洞が形成されたと考えられる。

Table 3 透水試験の供試体の諸元

	初期含水比[%]	間隙比	透水係数 (m/s)
①	0	0.654	3.01×10^{-5}
	5	0.637	8.98×10^{-5}
	10	0.646	1.28×10^{-4}
②	0	0.646	2.41×10^{-5}
	5	0.647	8.76×10^{-5}
	10	0.636	9.66×10^{-5}

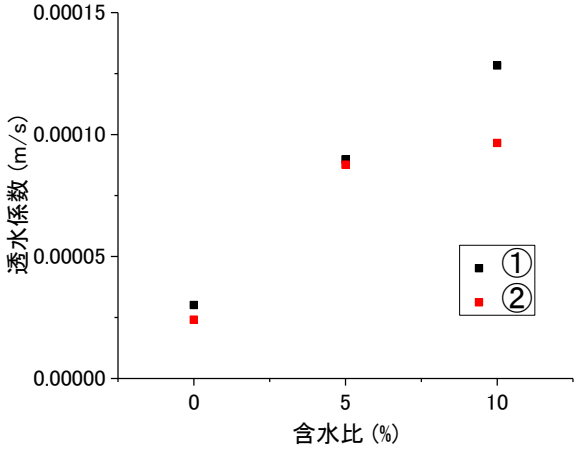


Fig.15 透水試験結果



(a) 初期含水比 0%　(b) 初期含水比 5%　(c) 初期含水比 10%

Fig.16　各供試体の全体写真



(a) 初期含水比 0%　(b) 初期含水比 5%　(c) 初期含水比 10%

Fig.17　各供試体の拡大写真(倍率 100 倍)

5. まとめ

本報で用いた砂試料においては，細粒分の減少に伴って最小間隙比は大きくなり，密詰めになりづらい。そのため，間隙比が類似していても，細粒分が少ない方が相対密度は大きくなり，結果として密詰め傾向を示す。一方，相対密度を合わせて比較した場合には，細粒分減少ケースの方がゆる詰め傾向を示す。その場合，特に正のダイレイタンシーの発現が抑制される傾向が見受けられるが，もしそうであるならば，細粒分の減少によってせん断時の砂粒子どうしのかみ合わせの低下が示唆される。

供試体作製時の異なる初期含水比の比較では，初期含水比が 0，5，10%と増加するにつれて，せん断初期の弾性的な応答が明確に顕れるとともに，ピーク荷重後の脆性的なひずみ軟化も顕著になる。これは供試体作製時の初期含水によるサクションによって，粗粒分と細粒分がある種の「強固な」構造を形成するためと考えられる。初期含水比が 0%の供試体では，そのような構造が十分に形成されないために，間隙比は一番小さいにも拘わらず，せん断初期から大きく塑性圧縮を示す。しかし，変相後は過圧密性を発揮し，正のダイレイタンシーを発現して軸差応力は大きくなる。

透水試験結果，供試体表面の撮影では，初期含水比が大きいケースほど透水係数が大きく，砂粒子同士のつながりが確認できた。これは前章で記したサクションの影響が大きい。サクションによって細粒分が大きな粒子に吸着することにより，ある程度の構造が形成されたと考えられる。また，細粒分の吸着によってできた空洞により，透水性が増し透水係数が大きくなったと考えられる。

本報で示した粒度や密度で比較したケースでは，浸透条件化の地盤における細粒分流出を想定した三軸試験であった。しかし，実際では流出によってその土が脆くなりせん断抵抗が低下するのか，また，せん断時に流出しやすい条件ができ，流出し，せん断抵抗が低下するなど現段階では断定できないため，浸透させながらせん断を実施し，流出のメカニズムを検討する予定である。

初期含水比を考慮したケースでは，同じ試料であるにもかかわらず大きく挙動が異なった。三軸試験においては供試体を飽和させて試験を実施するが，試験結果から供試体作製時の含水による影響が大きいと考えられ，その影響は透水試験，供試体表面の写真からも確認できた。供試体撮影では表面のみ撮影を行ったが，内部の構造も把握することも重要である。供試体の初期構造によっても力学特性が全く異なることも念頭において，砂質土が種々の条件下で形成している「構造」をベースに，総合的に試験結果を考察していく必要がある。

参考文献

1) 齊藤啓，前田健一，泉典洋，小林剛 : 豪雨による急速浸透と高水位継続のシナリオを考慮した透水性基盤を有する河川堤防の浸透・パイピングに対する安全性評価，地盤工学会誌，Vol.63，No.9，pp.30-33，2015.
2) 近藤明彦，温谷恵美，前田健一 : 細粒分のダイナミクスを考慮した内部侵食メカニズムの解明，第 22 回中部地盤工学シンポジウム，2010.
3) 杉井俊夫 : 堤体基礎のパイピングに対する一考察，地盤工学会誌，Vol.63，No.9，pp.10-13，2015.
4) Lin Ke，Akihiro Takahashi : Strength reduction of cohesionless soil due to internal erosion induced by one-dimensional upward seepage flow， Soils and Foundations，Vol.52，No.4，pp.698‐711，2012.
5) Lin Ke，Akihiro Takahashi : Experimental investigations on suffusion characteristics and its mechanical consequences on saturated cohesionless soil, Soils and Foundations, Vol.54, No.4，pp.713‐730，2014.
6) 赤木俊文，青田周平，木元小百合，Benjamin Loret，岡二三生：多相連成解析手法による地盤の内部浸食のモデル化とその適用性の検討，第 51 回地盤工学研究発表会，2016.

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日）

大型三軸試験機を用いた礫質土の力学特性の評価及び試験方法の検討

梅村逸遊 [1)]　　小高猛司 [2)]

Evaluation of mechanical properties and examination method of gravelly soil using large size triaxial testing machine

Itsuyu UMEMURA[1)], Takeshi KODAKA[2)]

Abstract

The purpose of this study was to investigate the influence of soil density on test results of gravelly soil and to propose the evaluation methods for the river levee and foundation ground. The experimental results suggest that the gravelly soil shows a loose filling structure even when specimen density is different. The results also suggest that the $\overline{CU}$ test is reliable test for the river embankments where effective stress decreases and fail at relatively small strain level. Further, in foundation ground, as vertical load increases, it leads to failure at relatively high strain level. Thus, it is concluded that the CD test is accepted under such ground conditions.

1. はじめに

河川堤防は，洪水を安全に下流へ流下させることにより，堤内地の住民の生命と財産を水害から守る重要な社会基盤構造物である．しかし近年は異常気象による豪雨によって平成 27 年 9 月では茨城県の鬼怒川，平成 28 年 8 月には北海道の空知川など各地で河川堤防が破堤し甚大な被害をもたらされた．それにより，堤防強化の重要性が改めて認識されてきており，堤防には長時間の透水に耐え，さらに容易に破堤しない性能が求められるようになってきた．

現在，礫質土堤防の強度定数を決定する際、主に標準貫入試験による N 値から判定される．しかし，礫当たりによって正確な強度を求めることが難しいのが現状である．また，実務行われている浸透に対する安全性評価のための安全性解析に用いる強度定数は，大きな礫を含有している場合でも小型あるいは中型の室内三軸試験で求めることが主流である．その際，小型や中型の供試体に適するように，大きな礫を除外して粒度調整を行った試料で三軸試験を行っているため本来の力学特性をどこまで正確に評価できているのか不明な点も多いという問題点がある．実際に，被災経験が無いにも拘わらず詳細点検で安定性を満足しないと判断された礫堤防も多く報告されている．

また，三軸試験の試験条件においても，隣接する土層の排水条件などを考慮し，現場の技術者が各自の判断で決めているため，堤体部分と基礎地盤では浸透すべり時のひずみレベルも応力レベルも異なるが，現行の「河川堤防の構造検討の手引き」[1)] の記載では，円弧すべりによる安定計算を行う際，堤体部分と基礎地盤の評価方法が区別されていないのが現状である．

本論文は，大型三軸試験機による圧密非排水せん断（$\overline{CU}$ ）試験及び圧密排水せん断（CD）試験を実施し，堤体部分と基礎地盤部分の評価方法の区別の提案を行う．また，上記のような礫堤防の安定性に対する問題に対して供試体密度が試験結果に及ぼす影響についての研究結果をまとめた．

2. 試験概要

2.1 供試体の作製

試験で用いた供試体寸法は直径 20cm, 高さ 40cm とし，粒度調整および供試体密度は後述する通りに設定した．いずれの試料も初期含水比は 5%に調整した後に所定の締固め度になるように 5 層に分けて慎重に密度管理を行いながら供試体を作製した．

2.2 試験試料

本研究で使用した試料は長野県を流れる信濃川，岡山県を流れる小田川，高知県を流れる物部川の実河川堤防からバックホウを用いて採取した礫質土である．それぞれの試料採取の様子は Fig.1 に示す．実験において，小

1) 名城大学大学院　理工学研究科　社会基盤デザイン工学専攻　2) 社会基盤デザイン工学科

1) Graduate School of Science and Technology, Department of Civil Engineering ,Meijo University　2) Department of Civil Engineering

田川は Ag 層と Bg 層の 2 層を使用し，物部川では堤防の上部と下部の 2 種類の試料を使用した．

採取した試料は，実験室に搬入後，細粒分の損失に注意しながら広げ，自然乾燥させた．乾燥後は粒径 53mm 超過の礫を取り除き，粒径 53mm 以下の試料を対象に 4 分法を実施し，試験に必要な分量まで小分けを行った．4 分法は日本工業規格「土質試験のための乱した土の試料調整方法」(JIS A 1204:2009)[2] に従い実施した．また 4 分法を行う際においても，取り除いた試料に付着している細粒分を丁寧に落とすなど粒度が変わらないように注意した．



Fig.1-1 信濃川試料　採取現場



Fig.1-2 小田川試料　採取現場



Fig.1-3 物部川試料　採取現場

2.3 粒度試験

4 分法で小分けした試料の 1 つを用いて，粒度試験を実施した．粒度試験は，地盤工学会基準「土の粒度試験方法」(JIS A 1204:2009)[3] に従い実施した．粒度試験から得られた粒径加積曲線はそれぞれ Fig. 2 に示す．大型三軸試験機の供試体寸法，直径 20cm，高さ 40cm では最大粒径を 53mm 以下とした．したがって，粒径加積曲線には原粒度を表しているものに加え，最大粒径である 53mm よりも大きな礫を単純に除外する，せん頭粒度調整を行ったものも示している．

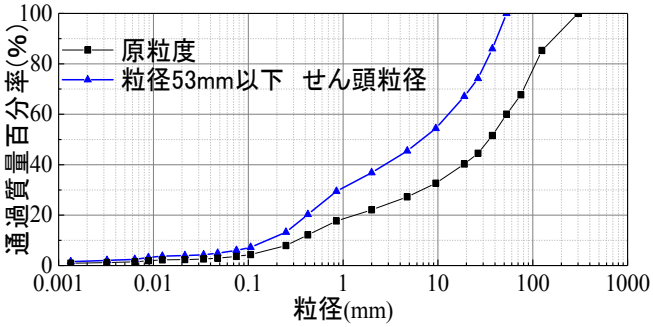


Fig.2-1　信濃川　粒度分布

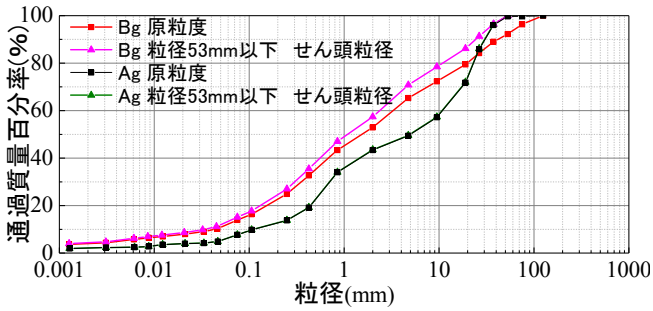


Fig.2-2 小田川　粒度分布

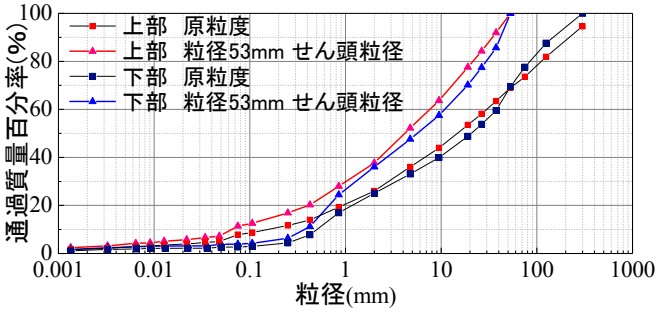


Fig.2-3 物部川　粒度分布

2.4 供試体密度の設定

信濃川と小田川は現地の乾燥密度が不明であったため，締固め試験より求めた最大乾燥密度（信濃川：2.272g/cm^3，小田川：2.067g/cm^3）を基準に設定した締固め度となるように供試体を作製した．

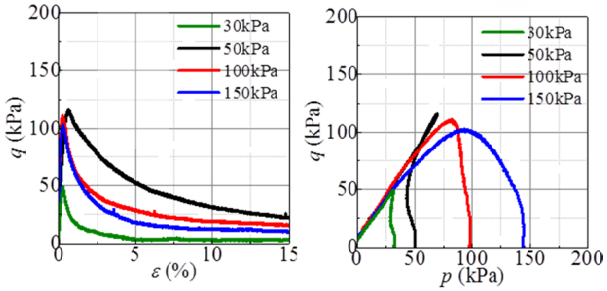
一方で物部川においては，試料採取時に水置換法によって計測された現地乾燥密度（上部：2.041 g/cm^3，下部：1.815 g/cm^3）を元に供試体を作製した．ただし，この供試体密度は，大きな石を含む現地堤防の乾燥密度をその

まま用いたものであり，試験では粒径 53mm 以下のせん頭粒度調整試料を用いるため過大な密度の供試体となる．そこで，現地乾燥密度の試験に加え，53mm 以下の試料のみで構成するマトリックス部分の乾燥密度（上部：1.842 g/cm^3，下部：1.583 g/cm^3）を補正乾燥密度として試験を行った．また，補正乾燥密度を算出する際，53mm 超の礫・石の体積を除外して算出するのだが，除外した礫・石の体積は礫，石の密度試験ならびに吸水率試験より求めた土粒子密度 2.7g/cm^3 を用いて計算した．

3. 試験結果

3.1 信濃川試料を用いた大型三軸試験結果 [4)5)]

信濃川試料の $\overline{CU}$ 試験結果を Fig. 3，有効応力で整理したモールの応力円を Fig. 4 に示す．いずれの有効拘束圧でも軸ひずみ 1%未満までに軸差応力がピークに達し，その後，ひずみ軟化の挙動が確認できる．有効応力経路に着目すると，有効拘束圧 30，50kPa ではせん断初期に塑性膨張を伴う正のダイレタンシーの発現が見られたのちに，急激に塑性圧縮を伴う軟化に転じている．ひずみ軟化に転じる軸ひずみは非常に小さいことから，比較的小さなせん断ひずみが加わることで構造崩壊を引き起こすことが示唆される．一方，有効拘束圧 100，150kPa では正のダイレタンシーは見られず，せん断初期から塑性圧縮をし続ける結果となった．



軸差応力～軸ひずみ関係　　有効応力経路

Fig.3 $\overline{CU}$ 試験結果 (締固め度 90%)

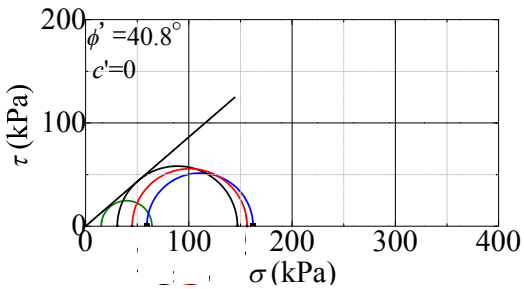
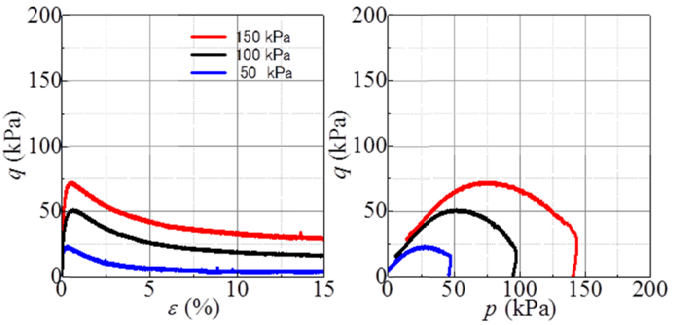


Fig.4 モールの応力円 (有効応力で整理)

3.2 小田川試料を用いた大型三軸試験結果

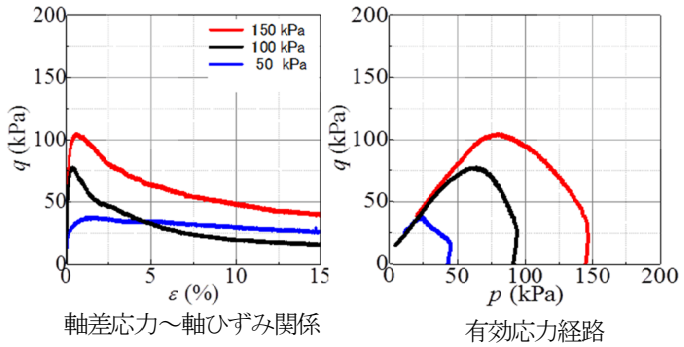
3.2.1 Ag 層試験結果

小田川試料 Ag 層の $\overline{CU}$ 試験結果ならびに CD 試験結果を Fig. 5，それぞれのモールの応力円を Fig. 6 に示す．$\overline{CU}$ 試験において，締固め度が大きい方が最大軸差応力の値は大きい結果であった．また，締固め度 95%，拘束圧 50kPa の試験を除いて，すべてのケースで最大軸差応力に達した後に，急激にひずみ軟化している．有効応力経路より軸差応力も平均有効応力もゼロに近づく静的液状化に近い大きな塑性圧縮が生じていることがわかり，ゆる詰め傾向が強く表れた．一方，CD 試験においては，$\overline{CU}$ 試験で見られたゆる詰め傾向を反映して，いずれの有効拘束圧においてもせん断開始から終了時まで大きく体積圧縮しながら，軸差応力が増加し続けている．内部摩擦角は，$\overline{CU}$ 試験では締固め度が高い方が大きい結果となった．CD 試験では 38.7° と大きめの値を示した．



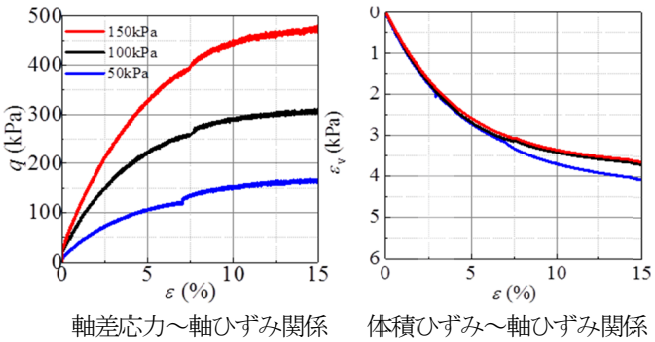
軸差応力～軸ひずみ関係　　有効応力経路

Fig.5-1 $\overline{CU}$ 試験結果 (締固め度 90%)



軸差応力～軸ひずみ関係　　有効応力経路

Fig.5-2 $\overline{CU}$ 試験結果 (締固め度 95%)



軸差応力～軸ひずみ関係　　体積ひずみ～軸ひずみ関係

Fig.5-3 CD 試験結果(締固め度 90%)

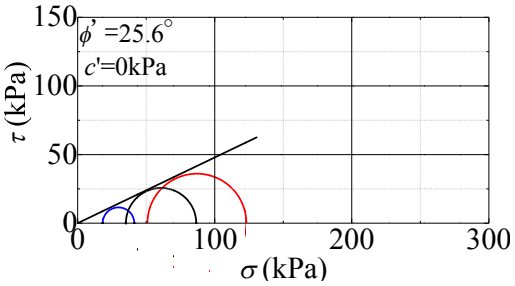


Fig.6-1　締固め度 90% (有効応力で整理)

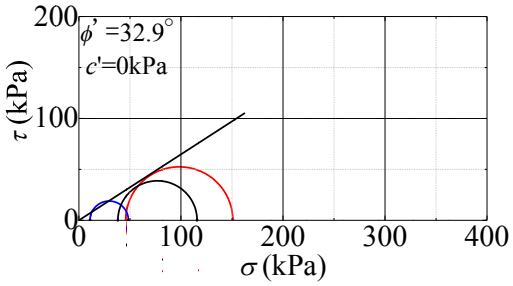


Fig.6-2　締固め度 95%(有効応力で整理)

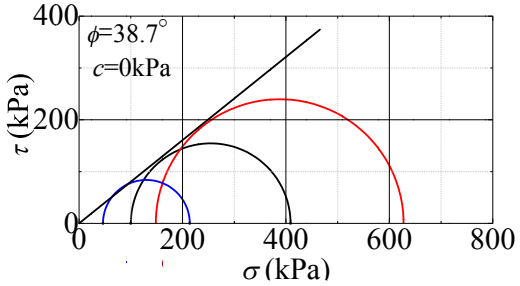
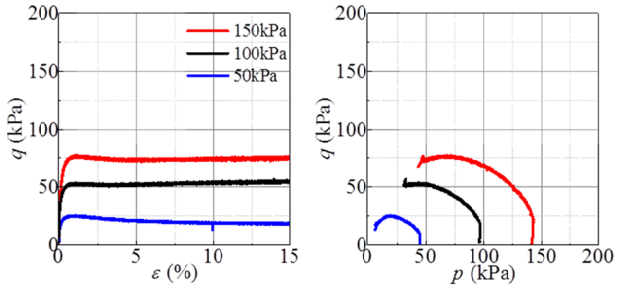


Fig.6-3　締固め度 90% (CD 試験)

3.2.2　Bg 層試験結果

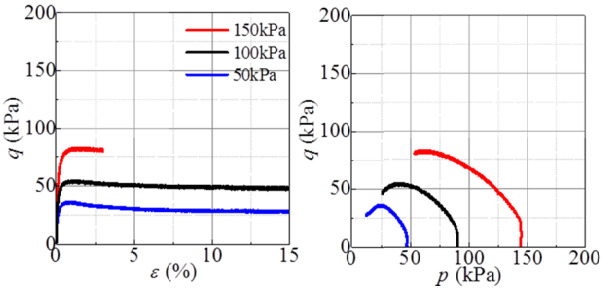
小田川試料 Bg 層の $\overline{CU}$ 試験結果，CD 試験結果を Fig. 7，それぞれのモールの応力円を Fig. 8 に示す．$\overline{CU}$ 試験において，Ag 層と同様に総じてゆる詰め傾向であるが，Ag 層のような急激なひずみ軟化は観察されなかった．これは，Fig.2-2 の粒度分布から分かるように，Ag 層と Bg 層の D_{50} がそれぞれ 5mm と 1mm と差があり，礫あるいは石の割合が異なることに起因していると考えられる．なお，締固め度 95%，拘束圧 150kPa の試験では，せん断中に載荷機構に不具合が発生したためせん断途中で終了している．一方，CD 試験においては，Ag 層同様に大きく体積圧縮しながら，軸差応力が緩やかに増加し続けた．

試験結果から得られたモールの応力円を比較すると，CD 試験での内部摩擦角が最も大きい結果であった。また，$\overline{CU}$ 試験で比較を行うと締固め度 90%では粘着力が発生しているが内部摩擦角は締固め度95%のほうが大きい結果であった．



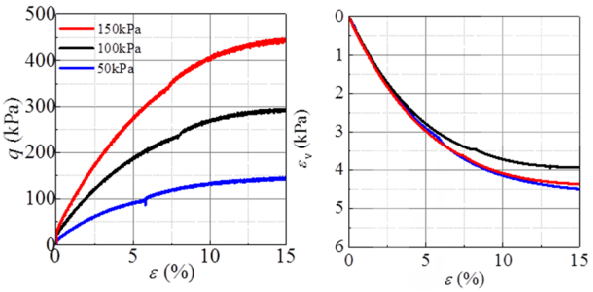
軸差応力～軸ひずみ関係　　有効応力経路

Fig.7-1　$\overline{CU}$ 試験結果 (締固め度 90%)



軸差応力～軸ひずみ関係　　有効応力経路

Fig.7-2　$\overline{CU}$ 試験結果 (締固め度 95%)



軸差応力～軸ひずみ関係　　体積ひずみ～軸ひずみ関係

Fig.7-3 CD 試験結果 (締固め度 90%)

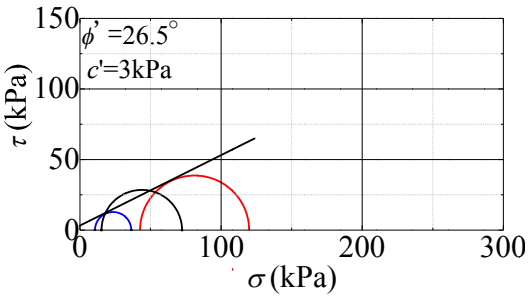


Fig.8-1 締固め度 90% (有効応力で整理)

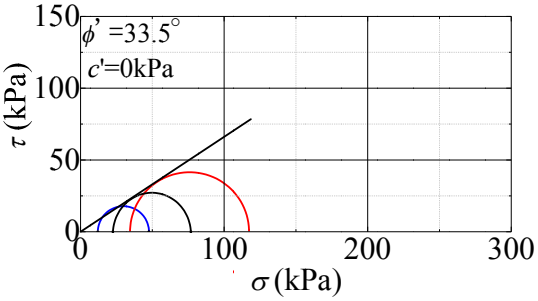


Fig.8-2 締固め度 95% (有効応力で整理)

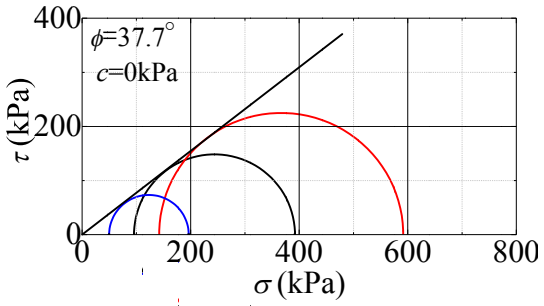
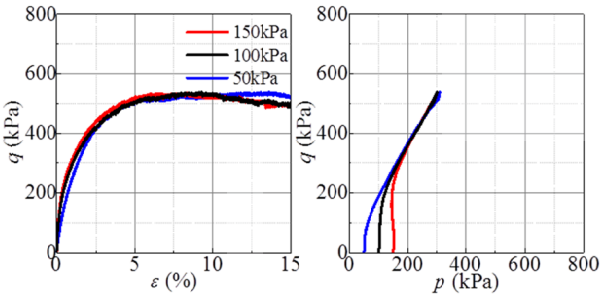


Fig.8-3 締固め度 90% (CD 試験)

3.3 物部川試料を用いた大型三軸試験結果

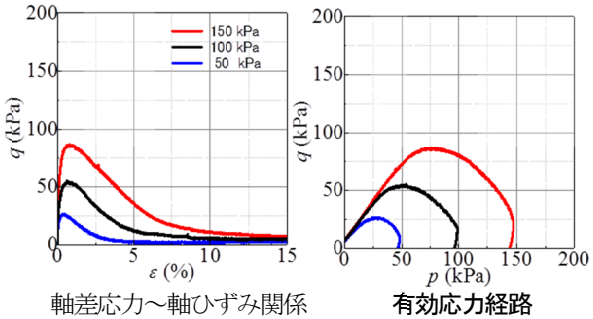
3.3.1 上部試料結果

物部川上部試料の現地乾燥密度，補正乾燥密度での $\overline{CU}$ 試験結果を Fig. 9, モールの応力円を Fig. 10 に示す．現地乾燥密度では，せん断開始から正のダイレタンシーの発現が確認され密詰め傾向を示した．一方で補正乾燥密度では，小さな軸ひずみで軸差応力はピークを迎え，ひずみ軟化の挙動を示した．有効応力経路からも静的液状化に近い大きな塑性圧縮が生じることが確認された．



軸差応力～軸ひずみ関係　　有効応力経路

Fig.9-1 $\overline{CU}$ 試験結果 (現地乾燥密度)



軸差応力～軸ひずみ関係　　**有効応力経路**

Fig.9-2 $\overline{CU}$ 試験結果 (補正乾燥密度)

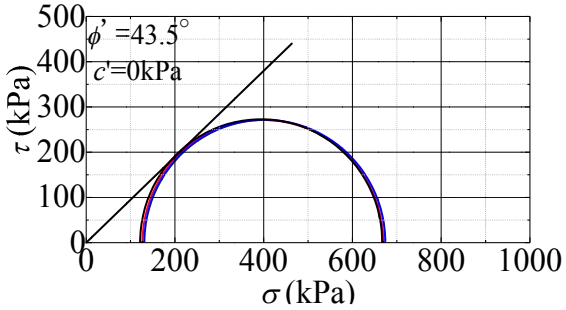


Fig.10-1 現地乾燥密度 (有効応力で整理)

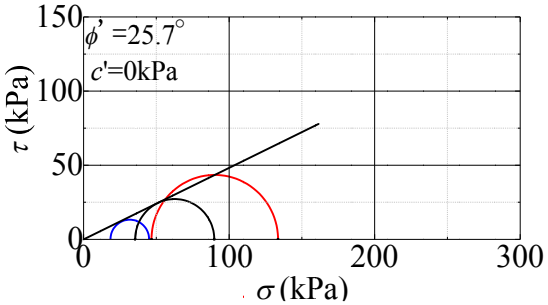
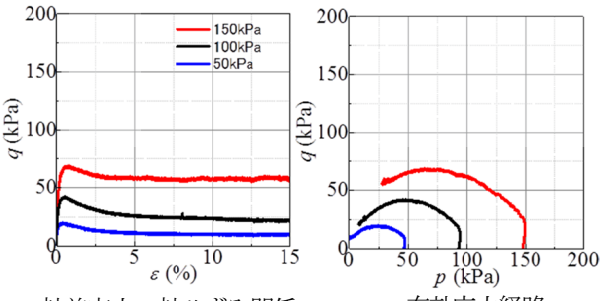


Fig.10-2 補正乾燥密度 (有効応力で整理)

3.3.2 下部試料結果

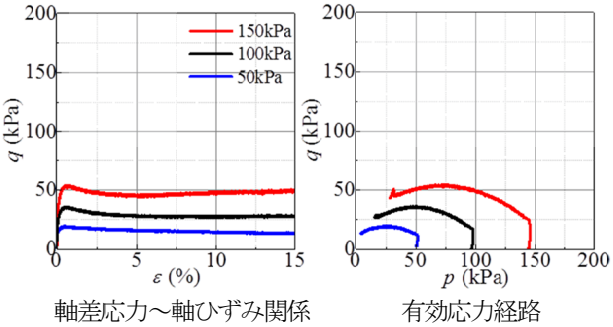
物部川下部試料の現地乾燥密度，補正乾燥密度の $\overline{CU}$ 試験結果を Fig.11，モールの応力円を Fig.12 に示す．下部試料の現地乾燥密度の結果は，上部試料とは異なり，小さな軸ひずみで軸差応力がピークを迎え，その後は緩やかにひずみ軟化を示した．また，上部試料の補正乾燥密度で軸差応力がピークを迎えた後は急激なひずみ軟化の挙動を示したが，下部試料の補正乾燥密度の結果は現地乾燥密度と同様に緩やかなひずみ軟化を示すものであった．

試験結果から得られたモールの応力円はいずれの乾燥密度も粘着力は見られなかったが内部摩擦角は過大な密度である現地乾燥密度のほうが大きい結果であった。しかし，いずれの内部摩擦角においても上部試料の補正乾燥密度より小さい結果であった．



軸差応力～軸ひずみ関係　　有効応力経路

Fig.11-1 $\overline{CU}$ 試験結果 (現地乾燥密度)



軸差応力～軸ひずみ関係　　有効応力経路

Fig.11-2 $\overline{CU}$ 試験結果(補正乾燥密度)

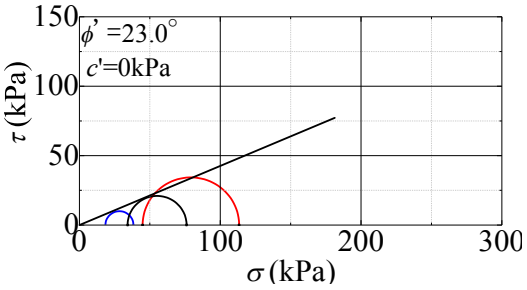


Fig.12-1 現地乾燥密度 (有効応力で整理)

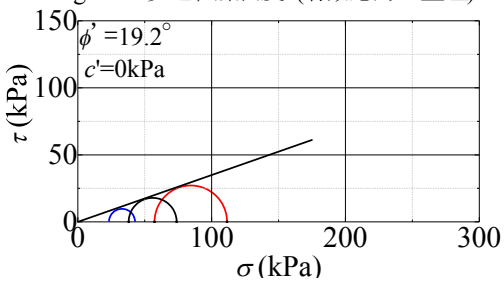


Fig.12-2 補正乾燥密度 (有効応力で整理)

4. 考察

4.1 堤体部分と基礎地盤部分の評価方法

小田川の試験結果に着目すると，いずれの試料も$\overline{CU}$試験の最大軸差応力は，軸ひずみ 1%未満の小ひずみレベルにおいて発揮されているのに対し，CD 試験の最大軸差応力は軸ひずみ 15%でほぼ頭打ちとなっているが，大ひずみレベルまで到達してはじめて発揮されていることがわかる．堤体のすべり破壊は，浸透に伴う有効応力低下により，比較的小さなひずみレベルで一気に破壊に到達する．この場合は，土の骨格構造が大きく変化する直前の状態で強度を評価したいため$\overline{CU}$試験の有効応力で整理して強度定数等を評価することが現実的であると考える．一方，基礎地盤は上載荷重の増加による有効応力の上昇に伴い，比較的大きなひずみレベルで破壊に至る．したがって，堤体とは異なり，ひずみレベルが増加した状態を想定する必要がある．さらに透水性の高い礫質土の場合，CD 試験が現実的な条件であると考える．

4.2 供試体密度の違いが礫質土に及ぼす影響

信濃川と小田川の締固め度90%の試験結果と物部川の補正乾燥密度での試験結果を比較すると，いずれも小さなひずみレベルで軸差応力が最大値に達している点や静的液状化に近い大きな塑性圧縮が生じている点など類似性が高いことが分かる．したがって，物部川は締固め度90%程度の堤防盛土であると判断することができる．しかし，いずれの試料も小さなひずみレベルで軟化に転じたことから，礫質土は密度が異なっても非常にゆる詰め構造を示す試料であることが推測される．

5. まとめ

本研究では実河川の礫質堤防土を用いて，現行の「河川堤防の構造検討の手引き」に明確な記載がない河川堤防の堤体部分と基礎地盤部分の評価方法の区分と供試体密度が試験結果に与える影響についての検討を行った．

評価方法の区分に関しては，それぞれの破壊過程に着目して考察を行った．堤体部分は浸透に伴う有効応力の低下により比較的小さなひずみレベルで破壊に至るため$\overline{CU}$試験を実施し，試験結果を有効応力で整理して強度定数等を評価することが現実的である．基礎地盤は，上載荷重の増加による有効応力の上昇に伴って破壊に至るため，ひずみレベルが増加した状態を想定する必要があり CD 試験が現実的な条件であると考える．

供試体密度に関しては，異なる現場から採取してきたいずれの試料においても小さな軸ひずみで軸差応力がピークを迎え，軟化に転じたため，礫質土は供試体密度が異なっても結果はゆる詰め構造を示す試料であることが推測される．

本研究結果からゆる詰め構造であることが分かった礫質堤防土であるが，今回採取した試料はいずれも被災経験のないものである．したがって，ゆる詰め傾向の礫質堤防土は何らかの強度を持っていることが推測される．これについて，今後は浸透すべり時の礫質堤防土の評価について，低有効拘束圧ならびに小さなひずみレベルの浸透耐性を評価できる吸水軟化試験[6]などを用いて，さらに詳細に検討を行っていく．

参考文献

1)(財)国土技術研究センター:河川堤防の構造検討の手引き，第 4 章 浸透に対する堤防の構造検討，pp. 42-85，2012.

2)社団法人地盤工学会:地盤材料試験の方法と解説，pp. 29-31，2009.

3)社団法人地盤工学会:地盤材料試験の方法と解説，pp. 115-124，2009.

4)小高ら：信濃川中流域の礫質堤防土の力学特性の評価，第 51 回地盤工学研究発表会，2016.

5) 田村ら：供試体寸法と粒度調整ならびに締固め度が礫質堤防土のせん断挙動に及ぼす影響，第 71 回土木学会年次学術講演会，2016.

6) 小高：弾塑性論と吸水軟化試験による砂質土の強度定数に関する考察，第 70 回土木学会年次学術講演会，2015.

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日）

複層構造基礎地盤における上層基礎地盤が浸透破壊に及ぼす影響

森　智彦 [1)]　　小高　猛司 [2)]

The influence of upper layer foundation on seepage failure in multi-layered foundations

Tomohiko MORI[1)], Takeshi KODAKA[2)]

Abstract

In this study, the seepage failure mechanisms of river embankments of high permeable foundation soils was investigated. The study includes a model test of an embankment with two layers of foundation with different permeability. We investigated the influence of the stratum structure of the foundation ground and the permeability of the upper foundation ground. The results indicate that lower the permeability of the upper layer, lower the strength of the embankment. The results also suggest that thinner the layer, greater the influence on the embankment. Thus, we conclude that the deformation characteristics of the embankment are influenced by permeability and layer thickness of the upper layer.

1.　はじめに

近年，集中豪雨による増水に伴う河川堤防の浸透破壊，矢部川堤防の破堤（Fig. 1）[1)]，子吉川堤防の法すべり [2)]等，高透水性の基礎地盤に起因すると思われる被災事例が目立っている．浸透破壊の危険性が高い地点の把握ならびに防災対策を講じるうえで浸透破壊メカニズムの解明は必要不可欠である．これらの被災事例においては，堤体と基礎地盤の両者を含めた地層構成，および地盤材料に被災要因を求めることができるが，堤体変状のメカニズムを含めてその解明は十分に進んでいるとは言い難い．本研究グループは，透水性が大きく異なる 2 層の基礎地盤を有する堤防の 2 次元模型実験を行い，きわめて高い透水性を有する下部基礎地盤を通した浸透が，堤体変状に対して与える影響およびメカニズムに関して検討を行ってきた [3)~5)]．その結果，透水性基礎地盤に行止りの無い地層構成においても，法先付近に高い動水勾配が作用し，破堤に結び付くすべり破壊やパイピングの発生が確認された．Fig. 2 に示すように浸透破壊はパイピングの発生による水みち形成によって河川側まで貫通し堤防が沈下してしまうもの（図左）と法先付近を起点に過剰間隙水圧が発生し，堤防の有効応力が低下することによる進行性のすべり破壊（図右）との 2 種類に大別することができるが，すべり破壊においては河川の水位上昇による堤体への浸透と複層構造基礎地盤による法先付近の動水勾配の上昇が組み合わさった複雑な強度低下に関してはほとんど調査されていない．そこで本報では進行性すべり破壊による崩壊に関して，複層構造基礎地盤における地層構成および上層基礎地盤の透水性による影響を調査した．



Fig. 1 矢部川堤防の決壊 [1)]

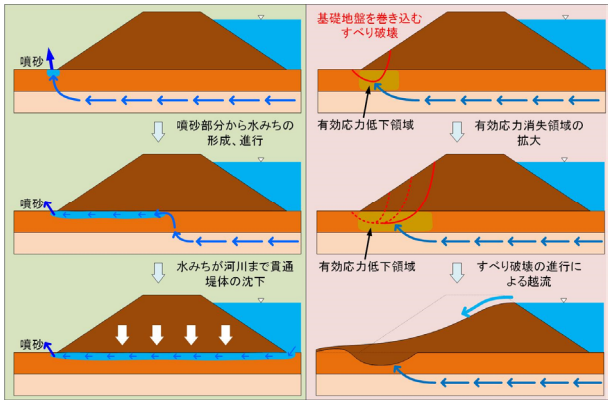


Fig. 2　崩壊パターン

1) 名城大学大学院　理工学研究科　社会基盤デザイン工学専攻　2) 名城大学　理工学部　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

2.　浸透模型実験の概要

本研究で用いた浸透模型実験装置の概要を Fig. 3 に示す．実験装置は通水孔の空いたアクリル板によって給水槽，土槽，排水槽に分けられている．本実験では上層基礎地盤の材料特性の影響を検討するために Fig. 3 に示すように模型地盤を領域Ⅰ，Ⅱ，Ⅲに分け，その中でも領域Ⅱの地盤材料を変化させた透水性の異なるケース，および層厚を変化させたケースについて検討した．各領域の地盤材料は，領域Ⅰの高透水性基礎地盤に三河珪砂 3 号砂，領域Ⅲの堤体部分に三河珪砂 6，7，8 号を混合したもの（以下 678 混合砂）を使用し，領域Ⅱの上層基礎地盤はケースごとに CASE1 では三河珪砂 6 号，CASE2 では 7 号，CASE3 では 8 号，加えて極端に透水性を低くした 678 混合砂とカオリンを混合したもの（以下カオリン混合砂）を用いた CASE4 の 4 種類の地盤材料で試験を実施した（Table1）．各種地盤材料の透水係数，初期含水比，間隙比は以下の Table2 に示す．

地盤材料は加水法により Table2 の値となるように含水比を調整し，模型実験装置内にて締固めをして Fig. 3 のように形成する．模型地盤を作製した後．実堤防において地下水位が高透水性基礎地盤の中にある場合を再現するため給水槽の水位を水槽底面から 100mm で一定となるように給水を続け．約 90 分間地盤材料を飽和させた．飽和後，水位を急激に上昇させ 330mm の位置（堤体高さ 9 割の部分）で overflow させ排水槽の水位が 150mm となるように維持しながら浸透に伴う堤体および基礎地盤の挙動を観察した．すべての実験過程において，模型地盤の正面および上面からビデオ撮影を行い堤体変状に伴う越流によって破堤するまで，もしくは堤体の変状がほぼ見られなくなるまで実験を続けた．

3.　上層基礎地盤の層厚による影響

Fig. 4 から 9 に各ケースの実験結果を示す．図中の黒線は変状前の法面とすべり面を示している．赤，黄色の領域は有効応力低下領域を示したもので，赤は有効応力が限りなくゼロに近い領域，黄は強度低下が見込まれるがある程度の有効応力が残留している領域である．ただし，いずれも目視観察による判定である．有効応力低下領域を指定している各ケースでそれぞれにおいて有効応力低下領域と判断した理由は後述する．

CASE1-1 では，法先からの漏水をきっかけに基礎地盤を巻き込むすべり破壊が発生した．また，すべり発生時

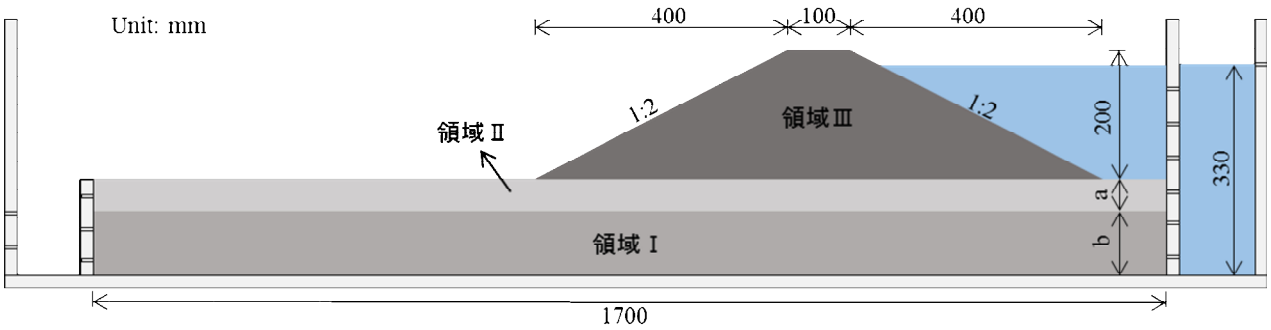


Fig. 3 浸透模型実験の概要

Table 2　実験 CASE

CASE 番号	層厚		領域		
	a(mm)	b(mm)	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
1-1	20	130	3 号	6 号	678 混合
1-2	30	120			
1-3	50	100			
2	30	120		7 号	
3				8 号	
4				カオリン混合	

Table 1 地盤材料特性

地盤材料（三河珪砂）	初期含水比 (%)	間隙比	透水係数 (m/s)
3 号	4	0.95	2.7×10^{-3}
6 号		1.06	2.5×10^{-4}
7 号			3.6×10^{-4}
8 号			4.0×10^{-5}
カオリン混合	10	0.9	5.6×10^{-7}
678 混合	4	1.06	1.0×10^{-4}

にすべり面の終点（堤内地側）の亀裂部分から多量の漏水が確認できた．模型を正面から観察してみるとすべり面の終点から最下点付近にかけて瞬間的ではあるが，水みちのようなものが確認でき，多量の漏水はすべり面上における浸透流が主な要因だと考えられる．これは基礎地盤と比較すると堤体の透水性が低くなっていることから，河川側との水頭差による基礎地盤内の上向きの浸透流が堤体と上層基礎地盤の境界部分で横向きの浸透流に変化し，他の地点に比べ強い浸透力が作用していることが原因だと推測される．堤体，および基礎地盤内の有効応力に関しては水みちが形成されている，または地盤材料が流動的に動いているかどうかを目安に低下領域を判断した．CASE1-1 で言えばすべり面の最下端から終点にかけて水みちの形成が見られ，終点部分からの多量の漏水が確認できたことからすべり面の最下端から終点までの範囲は有効応力が限りなくゼロに近いと判断した．また最下端から河川側の小さい範囲は地盤材料の変位を見ることはできたが，堤内地側と比べると粘着力が作用しているような挙動であったため，過剰間隙水圧によってせん断強度は著しく低下しているがある程度は残留していると判断した．試験開始から約 4 分までの間は複層構造に起因した上向き動水勾配の作用に伴うせん断強度の低下が原因と考えられる崩壊が続いたが，それ以降（Fig. 4 の 9 分 00 秒時）は堤体への浸潤による強度低下に加え堤防形状の不安定化が支配的要因と考えられる比較的規模の小さい崩壊が続き，最終的には天端付近にまですべり破壊が至ったところで進行が見られなくなった．

CASE1-2 に関して，基本的には CASE1-1 と同じような崩壊過程を見ることができ有効応力低下領域の判定に関しても CASE1-1 と同様である．具体的には崩壊発生のきっかけ，崩壊進行速度，最終的進行度合い等はほとんど差異が見られなかった．異なる点としては，序盤の崩壊形態が少し異なっていた．CASE1-1 では明確な水みち形成の様子が観察できたのに対し，CASE1-2 では 1-1 と同様にすべり面の終点から多量の漏水を確認することはできたが，水みちが形成される様子は見られなかった．これは上層基礎地盤の層厚が変化することにより，最も強く揚圧力が作用すると考えられる高透水性基礎地盤と上層基礎地盤の境界部分から距離が離れることによって堤体部分への影響が小さくなったことが要因と推測できる．ただし，堤体への影響は小さくなるが上層基礎地盤の下面位置が低くなるということは，下面における水頭差は大きくなることから一概に上層が薄いほど堤体への影響が大きくなるとは言えない．前述したように，進行速度，最終的な崩壊度合いがほぼ同一のものであることからも薄いほど危険とは言い難い．

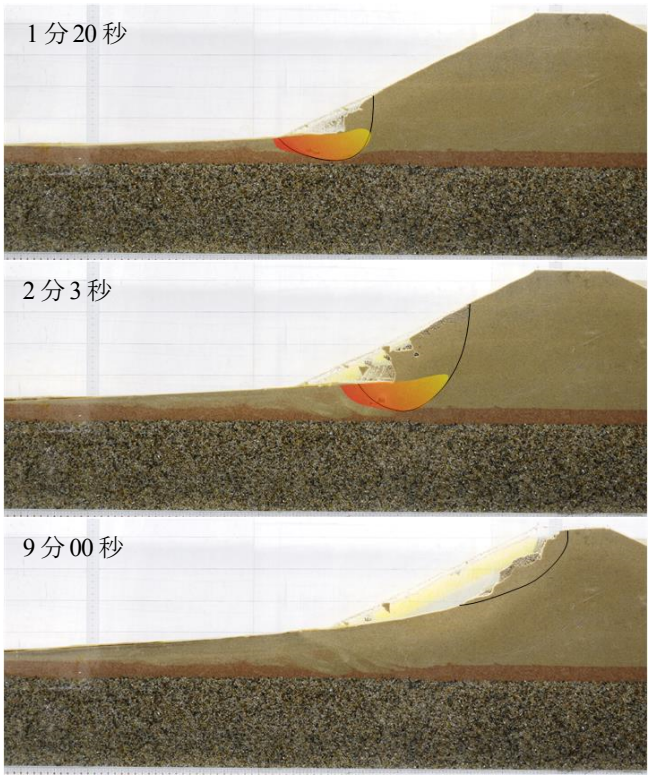


Fig. 4 CASE1-1

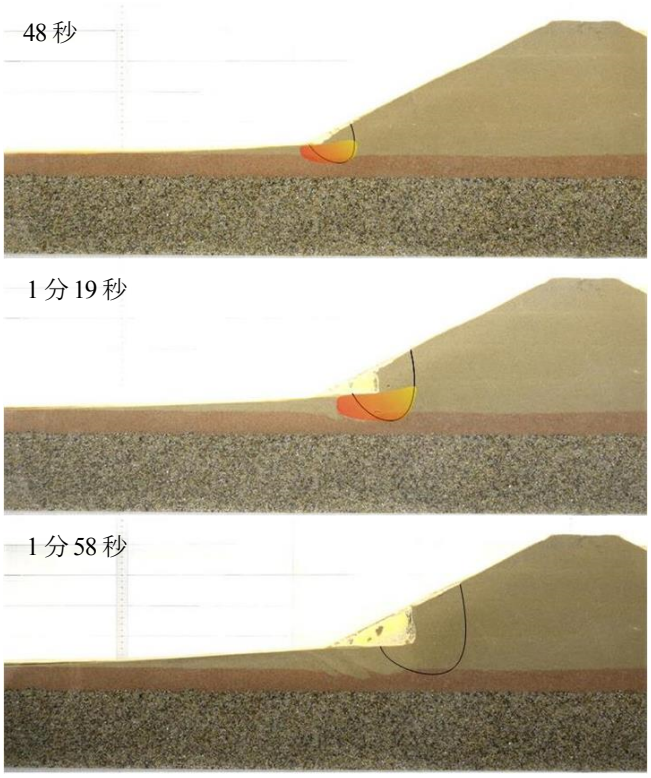


Fig. 5 CASE1-2

次に CASE1-3 の結果に関して説明する．CASE1-3 は他の 2 ケースとは大きく異なった結果となった．法先付近からの漏水は同様であったが，漏水量もそれに伴う崩壊の規模もかなり小さなものであった．Fig6 でも確認できるように崩壊に伴った基礎地盤の変位も全く見られなかった．有効応力低下領域に関しても流動的に地盤材料が動いている地点を判定要因として色を付けてあるが，CASE1-1，1-2 とは異なり，複層構造に起因した過剰間隙水圧によるものではなく，単に堤体材料への河川水の浸潤による強度低下が主な原因と考えられる．そのため、強度低下の範囲が小さく一度のすべり破壊による崩壊範囲もかなり小規模なものとなっている．実験開始から約 67 分に発生したすべり破壊を最後に変位はほとんど見られなくなった．このような結果となった要因としては上層基礎地盤の層厚が変化したことにより，上層基礎地盤の下面に他の 2 ケースよりも高い揚圧力が作用しているとは考えられるが，上層基礎地盤全体そのものの強度がより強固なものとなっていることや，CASE1-2 でも記述したように最も過剰間隙水圧が高くなると予測される上層基礎地盤下面からの距離が遠くなることから堤体部分への影響が小さくなっていることが挙げられる．

層厚による 3 ケースを比較すると，基本的には層厚が薄くなるほど基礎地盤を含めた堤体の強度低下が顕著なものとなるという結果になった．しかし，薄すぎる場合は上層基礎地盤よりも高透水性基礎地盤と堤体の材料特性が支配的なものとなり場合によっては水圧の消散が容易になってしまうため堤体部分への影響が小さくなる可能性があることや，逆に厚すぎる場合には強度低下を招いたとしても元の強度が高い等の要因によって高透水性基礎地盤内から大半の水が流出してしまうことがわかった．

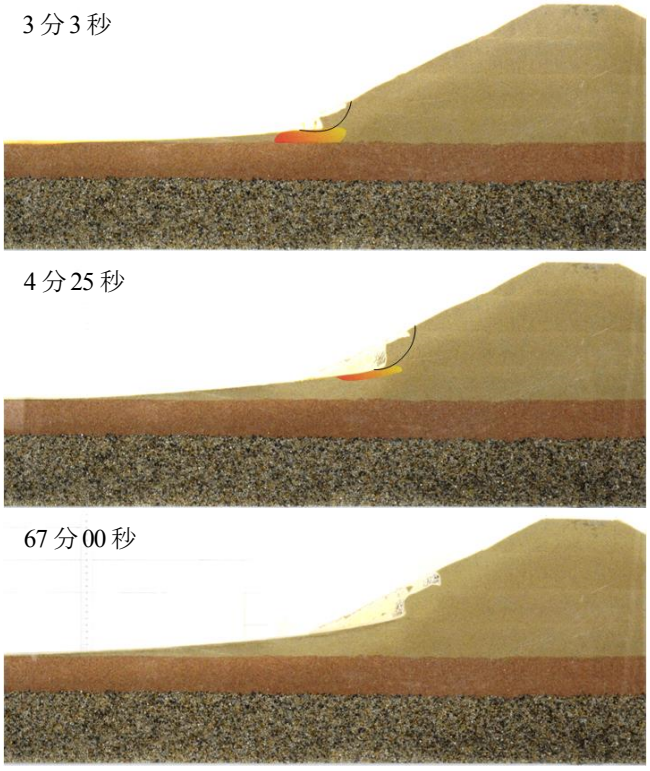


Fig. 6 CASE1-3

4.　上層基礎地盤の透水性による影響

ここでは CASE1-2 を含めた，地盤材料の透水性を変化させた 4 ケースの実験結果に関して記述する．CASE1-2 に関しては前述と同様のものなので省略する．

まず CASE2 に関して説明する．実験開始から約 30 秒後に法先付近からの噴砂を確認した．水みちの経路としては Fig. 7 の 56 秒から確認できるように高透水性基礎地盤から上層基礎地盤を突き破るような形で法先付近から流出していることがわかる．この噴砂をきっかけにしてすべり破壊が進行していった．また，時間の経過と共に最初に発生した水みちが河川側へと少しではあるが進行していく様子が確認できた．序盤はこの水みちの進行に伴ったすべり破壊の進行が続き，水みちが塞がって以降

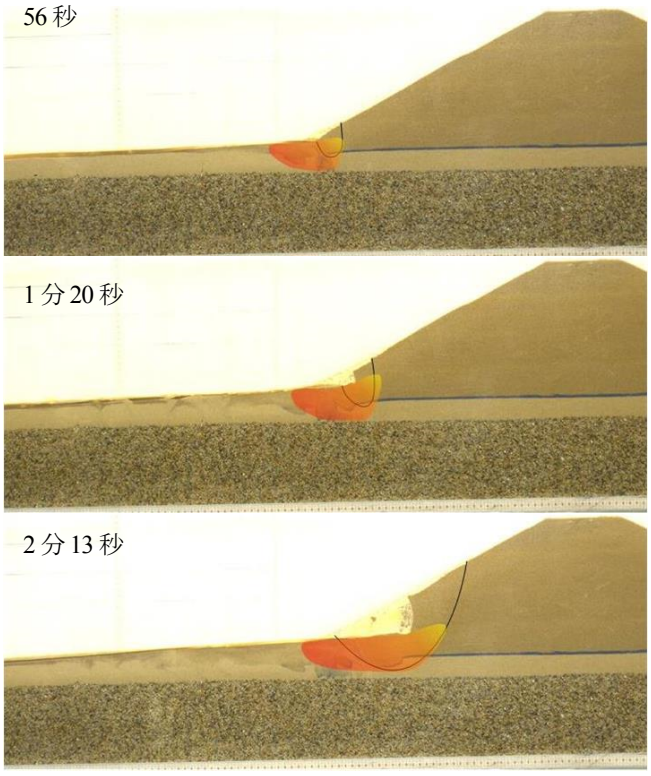


Fig. 7 CASE2

は 2 分 13 秒時点での図にあるように CASE1-1 や 1-2 のように基礎地盤と堤体の有効応力低下に伴うすべり破壊へと切り替わっていき，後半は CASE1 と同じように堤体部分への浸潤と堤防形状の不安定化に起因した崩壊となり，最終的には実験開始から約 10 分で崩壊が河川側まで進行し，崩壊部分から越流した．有効応力低下領域は CASE1-1 等と同様に，水みちの形成部分，地盤材料が流動的に変位している箇所を指定した．低下範囲を CASE1-2 と比較してみると鉛直方向に着目してみると CASE2 は低下領域が上層基礎地盤と高透水性基礎地盤との境界面にまで及んでいる．これは透水性が低くなることにより，基礎地盤内の有効応力低下がより顕著なものとなっていることが考えられる．

CASE3 は前述の 4 ケースとは大きく異なった崩壊過程を示した．Fig. 8 の 55 秒に示すように法先から堤内地側に向けて約 10cm の範囲に盤ぶくれが発生した．盤ぶくれ部分から噴砂が発生し，上層基礎地盤と高透水性基礎地盤の境界面を進行していった．前述のケースと比べて透水性が 1 オーダー低くなっていることから，基礎地盤内の過剰間隙水圧の消散がより困難なものとなるため盤ぶくれの発生と水みちの進行を招いたと考えられる．有効応力低下領域に関しては，本ケースは明確なすべり面を確認することはできなかったが水みちの進行箇所は有効応力がゼロに等しい状態であると考えると図の 3 分 40 秒のようになる．水みちは最終的に堤体中央付近（天端直下の基礎地盤）にまで進行したところで塞がった．水みちが塞がって以降は CASE1，2 の後半と同様に浸潤による強度低下と形状不安定化による崩壊が続き実験開始から約 20 分半に越流にまで至った. この後半における崩壊に関して，CASE3 は CASE1，2 と比べると異なる部分がある．CASE3 の 10 分時点での画像は後半の崩壊発生直前のものだが，CASE1，2 と比べると崩壊した地盤材料の堆積量が多いため，堤防の形状に関しては比較的安定しているように見える．しかし，水みちが塞がって以降の後半の崩壊発生時に赤丸の範囲で上向きの水みちが新たに発生していた．これにより堆積した堤体部分の地盤材料が多少時間はかかるが徐々に堤内地側へと流出していき，堤防形状の不安定化を招いたと考えられる．

次に CASE4 の説明をする．CASE4 で用いた地盤材料は Table1，2 を見てもわかるように間隙比や初期含水比が異なっているが，粒径が極端に小さい（粘土）を用いたため，間隙比等を他のケースと同様にすると自立しないほど脆いものとなるか，均一に混合できない等の都合で調整したものである．透水性は CASE3 よりさらに 2 オーダー低いものとなっている．こちらのケースでは Fig9 の 45 秒に示すように上層基礎地盤内に亀裂が発生

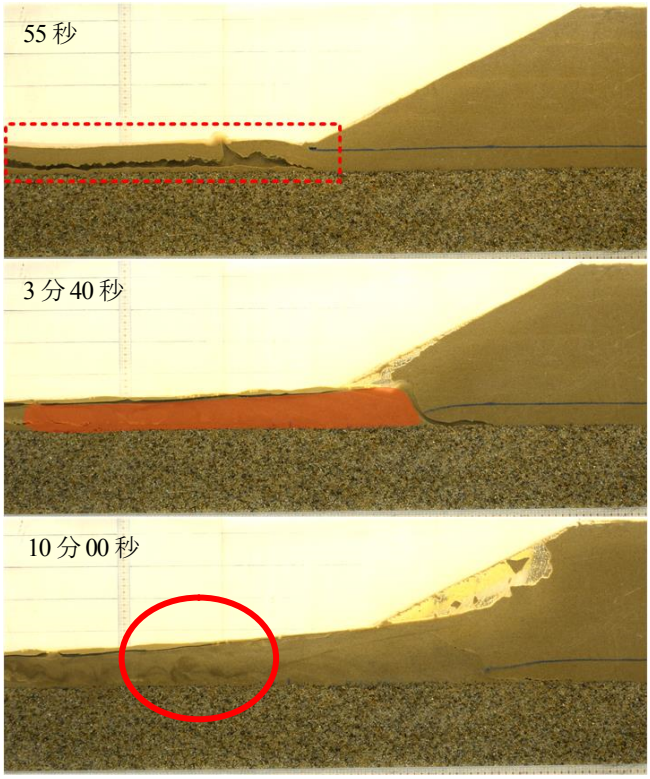


Fig 8 CASE3

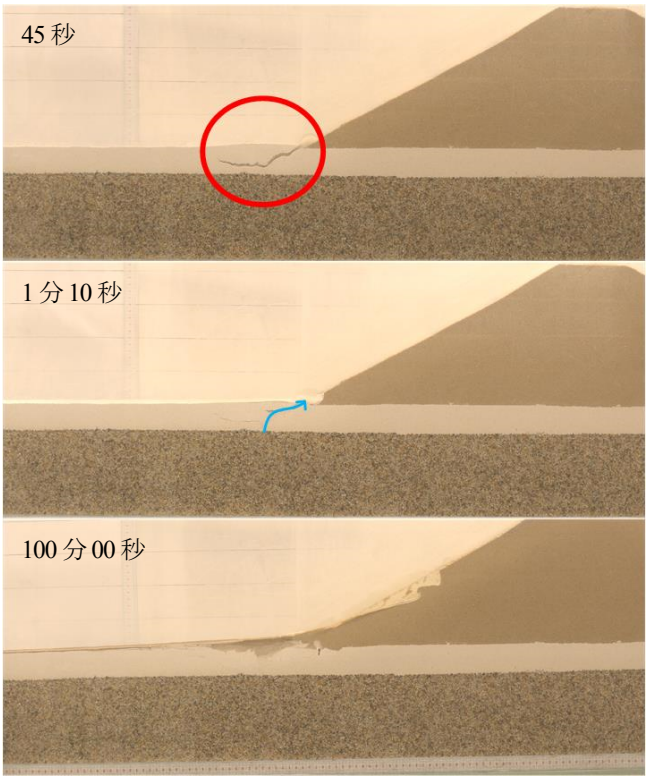


Fig 9 CASE4

し，亀裂部分から水が抜けている様子が見て取れた．これが盤ぶくれなのか，高透水性基礎地盤からの水みちかは定かでないが，25 秒後には青い矢印の経路の水みちが確認できた（1 分 10 秒）．これと同じような時間に堤体が法先部分から崩れ始めたが，CASE1-3 と同じように基礎地盤を巻き込まず，法面の表層でのすべり破壊であった．上層基礎地盤の透水性が極端に低くなったため，上層基礎地盤内での浸透流はほとんどなく，発生した亀裂部分や高透水性基礎地盤内から水が抜け続ける形となったため，堤体部分への影響が小さいことが考えられる．

CASE1 から 3 にかけては透水性が低くなるほど堤体および基礎地盤の強度低下が著しくなっていったが，CASE4 では全く変状しなかったことから，透水性に関しても層厚同様に上限下限が存在していると考えられる．透水性が低すぎる場合は CASE4 のように高透水性基礎地盤，もしくは発生した水みち部分から水が抜け続けるため堤体部分への影響が小さくなり，透水性が高い場合は多少の崩壊を招くことにはなるが過剰間隙水圧の消散が容易であるため，崩壊の進行が最終的な越流にまで至りにくい可能性があることがわかった．

5.　まとめ

本研究では，河川堤防における浸透破壊の中でも透水性の異なる 2 層の基礎地盤を有しており，なおかつ行止り地形がない場合における上層基礎地盤の層厚，および透水性が河川堤防の浸透破壊に及ぼす影響についての検討を行った．特にそれぞれの要因によって基礎地盤を含めた河川堤防内の有効応力，またはせん断強度の低下に着目し考察をした．以下に得られた知見を記す．

複層構造を有する河川堤防において，上層基礎地盤の層厚，および透水性によって浸透破壊過程や崩壊発生のトリガーが異なってくる．層厚においては基本的に薄くなるほど堤体への影響が顕著なものとなる．層厚が厚い場合は上層基礎地盤に作用する揚圧力よりも基礎地盤の重量が支配的になるため液状化しにくく，過剰間隙水圧が発生したとしても基礎地盤内においては高透水性基礎地盤を浸透していくばかりとなり，崩壊の主な要因は堤体部分そのものへの浸潤による強度低下となる．ただし，層厚が薄くなりすぎた場合，初期段階では水みちの形成や多量の漏水等が発生するが過剰間隙水圧の消散は容易となるため，複層構造に起因したせん断強度低下による崩壊は後半ほとんど影響しなくなる．透水性に関しては透水性が低くなるほど有効応力低下領域がより堤体側まで広がり，進行性のすべり破壊を助長する．加えて，層厚とは異なり浸透破壊の規模だけでなく崩壊パターンも異なり，序盤から進行性のすべり破壊の場合もあれば，盤ぶくれや水みちの形成によって崩壊していくものも存在する．ただし，堤体および基礎地盤のせん断強度低下によるすべり破壊も盤ぶくれや水みち形成等による崩壊も法先付近に作用する上向き動水勾配によって有効応力が低下することに起因したものであることに留意すべきである．透水性においても上限下限が存在し透水性が高すぎる場合，層厚が薄い場合と同様に過剰間隙水圧の消散が容易となるため序盤の崩壊は発生するが最終的な決壊にまでは至りにくい．低すぎる場合は部分的な弱部から水みち等が発生することはあるが，地盤材料そのものにはほとんど浸透しないため堤体部分への影響もほとんどなく発生した水みち等，もしくは高透水性基礎地盤から水が流出していくだけとなる．

本報では上層基礎地盤の層厚および透水性の影響に関して調査・考察を実施したが，浸透破壊では地盤材料の力学特性も大きく関与する．今後は用いた地盤材料の力学特性を調査したうえで，初期段階での浸透状態やすべり破壊に対する安全率を浸透流解析等用いてシミュレーションを実施する．

参考文献

1) 国土交通省九州地方整備局 : 矢部川堤防調査委員会調査報告書，筑後川河川事務所 HP ，2013.
2) 高橋祐輔 : 第 2 回地盤工学から見た堤防技術シンポジウム災害報告特別セッション資料，愛媛大学岡村研究室 HP, 2014.
http://www.cee.ehime-u.ac.jp/~gm/session.pdf
3) 小高猛司，李圭太，尤源，森三史郎，林愛実 : 透水性基礎地盤に起因する堤防の浸透破壊に関する考察，第 3 回 地盤工学から見た堤防技術シンポジウム，2016.
4) 森三史郎，小高猛司，李圭太，崔瑛，林愛実 : 高透水性基礎地盤を有する河川堤防の浸透破壊メカニズムの検討，第 28 回 中部地盤工学シンポジウム，2016.
5) 林愛実，小高猛司，李圭太，崔瑛，尤源，森三史郎 : 高透水性基礎地盤を有する河川堤防の浸透破壊に関する模型実験，第 71 回土木学会全国大会, 2016.

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日）

吸水軟化試験による堤防土の評価と供試体作製方法の影響

田中貴之 [1)]　小高猛司 [2)]

Evaluation of embankment soil by water supply softening test and influence of sample preparation method

Takayuki TANAKA[1)], Takeshi KODAKA[2)]

Abstract

In recent years, river levees have been damaged quite frequently. As a typical example, in September 2015, embankments collapsed at 18 rivers in the Kanto/Tohoku regions by heavy rains. A river levee collapsed by permeation without being overflowed was considered in this study. We conducted CUB and water supply softening tests for three rivers including an embankment collapsed by simulating the permeation condition. The results indicate that the permeation resistance can be studied by the water supply softening test. Also, we conducted CUB and water absorption softening tests using frozen and disturbed samples from the Kakehashi river embankment. The results indicate that the frozen and disturbed samples behaved largely different from undisturbed sample in the CUB test while no difference in the water supply softening test. The strength properties confirmed this. Thus, it is concluded that the water supply softening test is hardly affected by the sample preparation method.

1.　はじめに

近年，ゲリラ豪雨や長時間の降雨による堤防の変状や決壊の被害が多い.代表的な例としては，平成 27 年 9 月関東・東北豪雨があげられる.関東・東北豪雨では，鬼怒川が集中豪雨により，5 時間もの間，計画高水位を超過しつづけていた.この際には様々な河川堤防が被災しており，国管理河川では，利根川水系鬼怒川において堤防が決壊，鳴瀬川水系吉田川，荒川水系都幾川等 5 河川において，越水等による浸水被害が発生した．また，都道府県管理河川では，宮城県管理河川の鳴瀬川水系渋井川等 18 河川において堤防が決壊, 宮城県, 福島県, 茨城県, 栃木県を中心に 62 河川で浸水被害多数発生した.鬼怒川のように越水して破堤した河川堤防もあるが，本研究で問題とするのは，越水をしていないにもかかわらず，破堤した河川堤防，すなわち，浸透によって破堤した河川堤防である.浸透によって破堤したと考えられる例としては，浸透による裏法すべり痕が確認された，鳴瀬川水系の渋井川堤防(Fig.1)や，平成 25 年 7 月の大雨・洪水時に裏法面すべりが発生した子吉川堤防などがある.

室内試験に用いた試料は先に説明した浸透破壊が疑われている渋井川堤防土，子吉川堤防土に加えて比較のために旧堤を開削工事する石川県の梯川堤防土の 3 つの河川堤防を対象とした.実堤防から簡易サンプラーで採取 [1)]した細粒分を多く含む堤防土の力学特性の評価について考察するとともに新たな試験法を提案する.具体的には，渋井川 [2)]，梯川 [3)]，子吉川の堤体で採取した不撹乱試料を用いて，CUB 試験と新たに提案する堤防の浸透条件を模擬した吸水軟化試験 [4) 5)]を実施した.吸水軟化試験による堤防土の評価方法の検討とともに，それぞれの堤防の浸透耐性を評価する.また，供試体作製方法による試験への影響を検討するため梯川堤防土の試料で凍結不攪乱試料と再構成試料をそれぞれ CUB 試験と吸水軟化試験を実施した.



Fig. 1 Shibui river embankment breakup breakage photo from the WEB site of Miyagi Prefecture

2.　試験試料と試験概要

2.1　試験試料

サンプリングは二重管サンプラー(Fig.2)を用いて渋井

1)名城大学大学院　理工学研究科　社会基盤デザイン工学専攻　2) 名城大学　理工学部　社会基盤デザイン工学科

1)Graduate School of science and Technology　2)Department of Civil Engineering,,　Meijo University

川，梯川，子吉川で実施しており，1 箇所あたり約 50cm の不攪乱試料を採取した.試料によっては砂分が多く自立しないため，凍結を行った.また梯川では再構成試料も試験試料として用いた.すべての試料は直径 5cm 高さ 10cm に成型し，二重負圧法で飽和化させてから試験を行った.渋井川堤防の試料は堤防の決壊部付近でサンプリングした試料を用いた.子吉川堤防並びに，梯川堤防の試料は不攪乱試料を用いた.

2.2　試験概要

試験試料は三軸圧縮試験および吸水軟化試験を実施した．.三軸圧縮試験は圧密非排水せん断条件(CUB)を拘束圧 50kPa, 100kPa, 150kPa の 3 パターン実施した.また，吸水軟化試験とは通常の三軸圧縮試験とは異なり，圧密までは通常の三軸圧縮試験と同様に行い，せん断を特殊な条件で行う試験である.方法としては，供試体の給排水を許したまま所定の軸差応力になるまで一定軸ひずみ速度で排水せん断を実施する.これは堤防の現状の法面において初期せん断応力が作用していることを模擬しており，所定の軸差応力に達した後，軸差応力を一定に保ち，供試体への給排水を許したまま背圧を徐々に上昇させていく方法である.これにより，給水させながら間隙水圧を上昇させ，堤防への水の浸透を模擬することができる.

今回試験に使用した試料は土の構成を確認するため，試験後の試料を用いてそれぞれ粒度試験を行い，粒径加積曲線で整理した.

3.　試験結果

3.1　粒度試験結果

まず試験を行った堤防の粒度構成を Fig.3~Fig.5 に示す.代表的な試験の結果のみ表示する.渋井川堤防は細粒分含有率が 20%~50%であり，主にシルト質砂に分類されるが，近傍の粒度試験の結果では細粒分含有率が 80%を超えるものも多く，粘性土堤防と判断される可能性もある.梯川堤防は細粒分含有率が 80%~90%である.子吉川堤防土は 70%~90%であった.梯川と子吉川は中間土から粘性土の堤体である.

3.2　CUB 試験結果

Fig.6 ~Fig.8 に渋井川，梯川，子吉川で実施した不攪乱試料の三軸圧縮試験の結果を示す.それぞれ軸ひずみ - 軸差応力関係図と有効応力経路図を示す.渋井川堤防は，試験結果より塑性圧縮を伴いながら軟化しており，ゆるづめの砂質土もしくは正規圧密粘土的な挙動がみられる.限界応力比は 1.7 程度である.ゆるづめの中間土であるので大雨による浸透によってせん断強度が低下することも考えられる.次に，梯川堤防土はせん断後半に正のダイレイタンシーが発現しるような挙動をしており，過圧密粘土的な挙動をしている.限界応力比は 1.5 程度である.子吉川堤防は梯川に似た正のダイレイタンシーが発現している過圧密粘土である.限界応力比は 1.6 程度である.過圧密粘土的な挙動をしているため，浸透耐性は高いと考えられる.



Fig.2 Double tube sampler

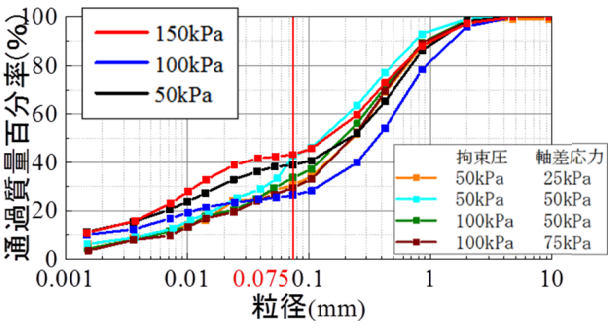


Fig.3 Shibui river grain size distribution

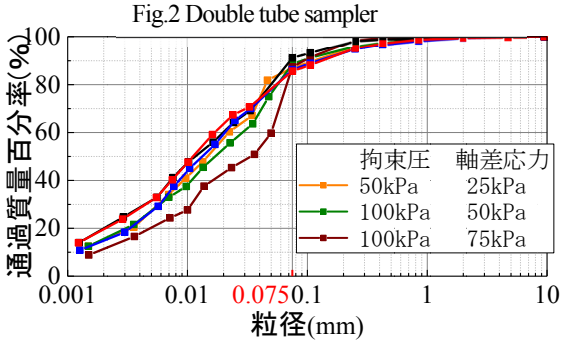


Fig.4 Kakehashi river grain size distribution

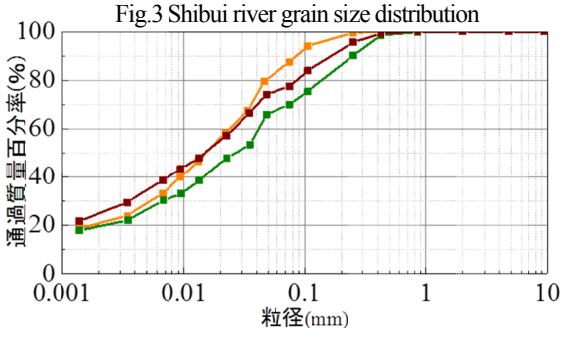


Fig.5 Koyoshi river grain size distribution

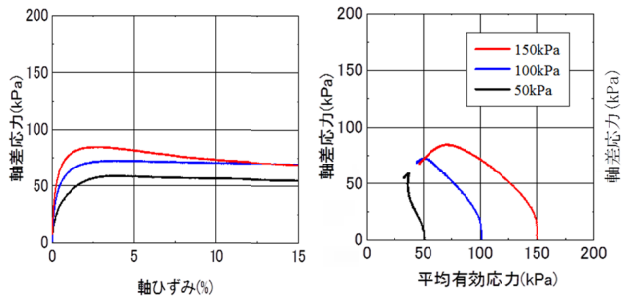
3.3　吸水軟化試験による浸透耐性の検討

Fig.9~Fig.11 に吸水軟化試験の結果を軸ひずみ-応力比(軸差応力/平均有効応力)関係図と，有効応力経路をそれぞれ示す.参考のため吸水軟化試験の結果にはCUB 試験の結果も示す.排水せん断で所定の軸差応力に到達した後，軸差応力を一定に保持しながら有効応力を低下させる.この操作で有効応力を低下させるが，応力比が CUB 試験で得られる限界応力比を超えた場合供試体の過圧密性が評価できる.限界応力比の最大値である3に達した場合は有効拘束圧がゼロとなっていることを示しており，有効拘束圧ゼロになるまでせん断強度を維持する供試体であることから浸透耐性が高いと評価できる.

渋井川堤防土では，CUB 試験の限界応力比とほぼ同じ限界応力比に到達した時点で軸ひずみが急激に発生しはじめて一気に破壊した.平成 27 年関東・東北豪雨時の渋井川堤防の破堤は堤体のパイピング破壊が疑われているが，CUB 試験と吸水軟化試験実験の結果からも渋井川堤防土が浸潤に伴い弱化する懸念のある材料であることが示された.

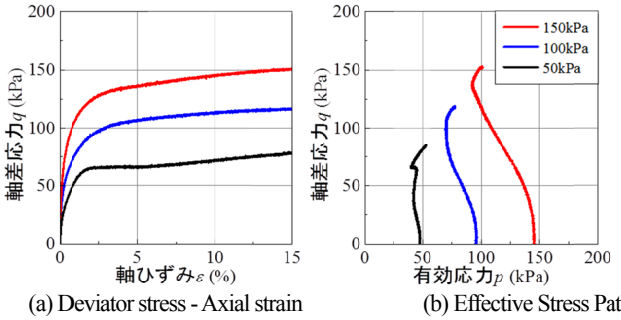
梯川堤防土では，梯川堤防土の応力比 q/p’～軸ひずみ関係を見ると，CUB 試験で得られる限界応力比を大きく超えて限界応力比(q/p’)が 3 に到達するまで軸ひずみは 1%程度しか発生しておらず，到達して以降は軸ひずみが急激に発生することがわかる.したがって，この梯川堤防土は浸水に伴って有効拘束圧が急激に低下しても，一定のせん断強度を保持することを示唆している.

子吉川堤防土は高い軸差応力であっても限界応力比が 3 に近い値を維持しており，梯川堤防土以上に浸透耐性が高いことがわかる.CUB 試験と吸水軟化試験の結果から，堤防への浸透による裏法すべりが発生したのではなく高透水性基礎地盤に起因するパイピングによって裏法すべりが発生したと考えられる.



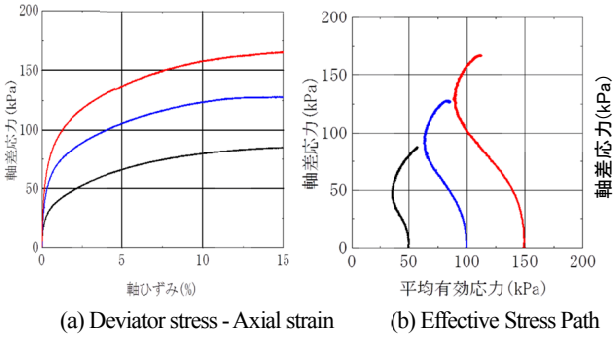
(a) Deviator stress - Axial strain　(b) Effective Stress Path

Fig.6 Result of CUB Test (Shibui river)



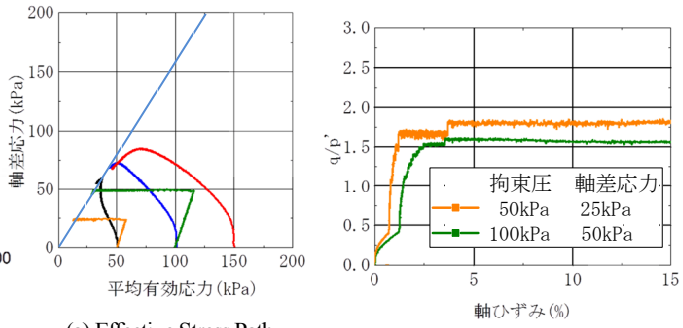
(a) Deviator stress - Axial strain　(b) Effective Stress Path

Fig.7 Result of CUB Test (Kakehashi river)



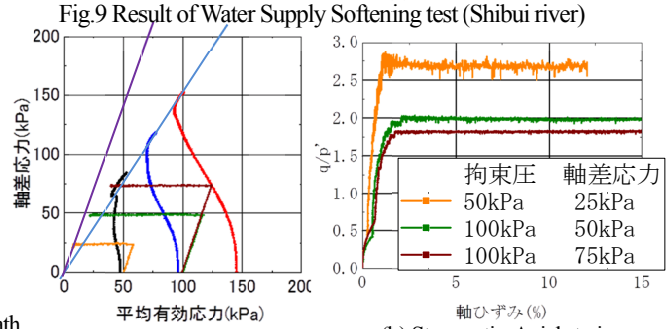
(a) Deviator stress - Axial strain　(b) Effective Stress Path

Fig.8 Result of CUB Test (Koyoshi river)



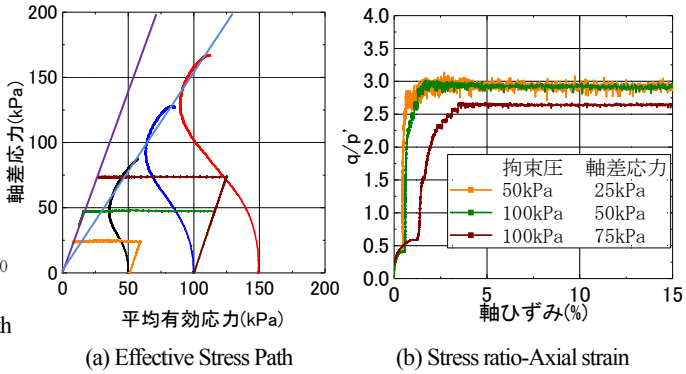
(a) Effective Stress Path　(b) Stress ratio-Axial strain

Fig.9 Result of Water Supply Softening test (Shibui river)



(a) Effective Stress Path　(b) Stress ratio-Axial strain

Fig.10 Result of Water Supply Softening test (Kakehashi river)



(a) Effective Stress Path　(b) Stress ratio-Axial strain

Fig.11 Result of Water Supply Softening test (Koyoshi river)

3.4　梯川堤防土における供試体作製方法による影響

3.4.1　目的

室内試験をするために土のサンプリング等行うが，不攪乱試料のまま室内試験を行うには供試体にする際に自立する必要がある.砂分が多い土の場合自立しない恐れがあるため，凍結をしてから供試体にする.本研究では中間土に位置する梯川堤防土を凍結にした場合で CUB 試験を実施したが，不攪乱試料と凍結した試料で CUB 試験の結果が大きく異なっていた.ひずみレベルが小さい段階では似た挙動が見られたが，ひずみレベルが大きい段階では塑性圧縮を伴う軟化が確認された.ひずみレベルが大きい領域では供試体の乱れや構造の変化の影響が大きく発揮されると考えられるため，ひずみレベルが小さい領域で強度評価を行う吸水軟化試験では凍結による影響が見られるかを確認する

また，不攪乱試料が採取できない場合など掘り返した土を再構成して供試体とする場合がある.そのため梯川の再構成試料でも CUB 試験と吸水軟化試験を実施し，再構成による試験への影響も検討する.また最大応力比に達した低有効拘束圧でのモールの応力円を示すことで得られる内部摩擦角 φ と粘着力 c から堤防の強度評価への影響も検討する.

3.4.2　凍結または再構成試料試験概要

凍結試料は，梯川堤防土の不攪乱試料を採取した近傍のサンプルを凍結させてから直径 5cm 高さ 10cm に成型した.二重負圧法により飽和化させた後4時間ほど初期拘束圧 20kPa を維持し，供試体が完全に融和するのを待つ.その後は通常の三軸圧縮試験と同様に行った.再構成試料は，梯川堤防でマリオットサイフォンによる原位置透水試験を実施した際に採取した試料を用い，5 層に分け



Fig.12 Kakehashi river Excavation work photo

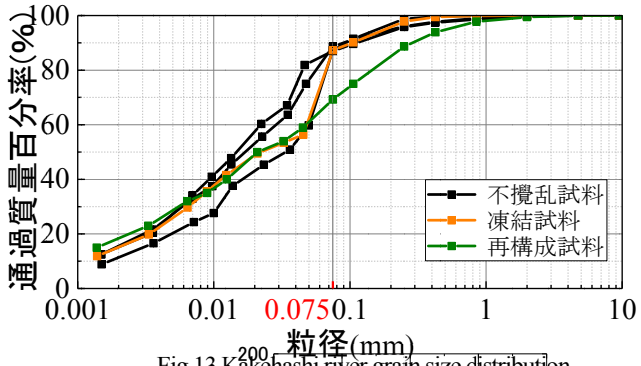
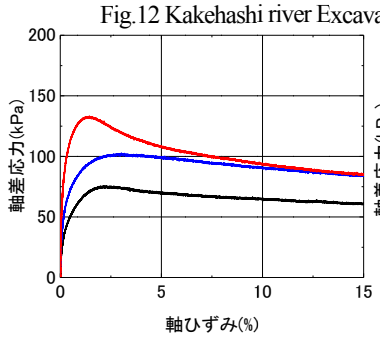
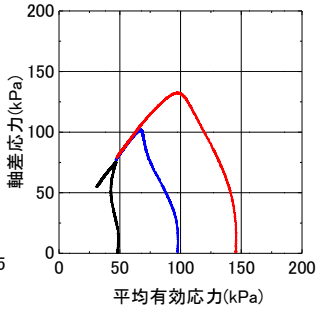


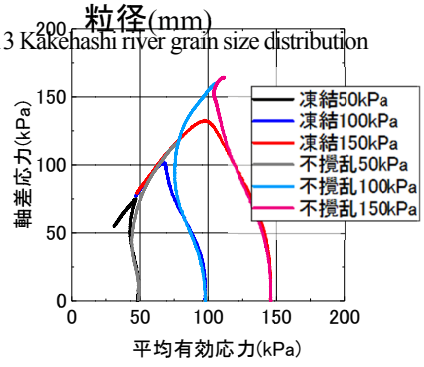
Fig.13 Kakehashi river grain size distribution



(a) Deviator stress - Axial strain

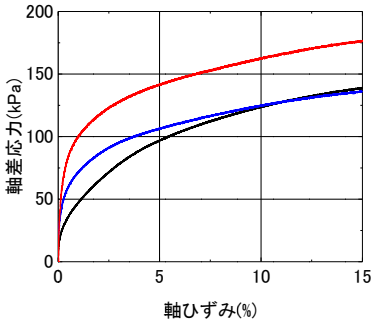


(b) Effective Stress Path

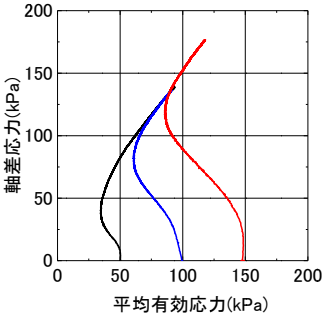


(c) Effective Stress Path(Undisturbed,Frozen)

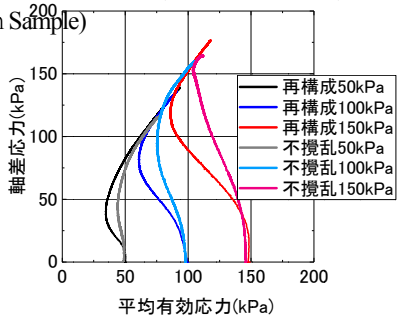
Fig.14 Result of CUB Test (Frozen Sample)



(a) Deviator stress - Axial strain



(b) Effective Stress Path



(c) Effective Stress Path(Undisturbed,Disturbed)

Fig.15 Result of CUB Test (Disturbed Sample)

る締固め法でモールドに詰めることで直径 5cm 高さ 10cm の供試体を作製した.これらの試料の粒度分布を Fig.13 に示す.再構成試料では Fc が 70%と他の試料より小さい値だった.

3.4.3　CUB 試験による比較

凍結試料と再構成試料の CUB 試験の結果を Fig14~Fig.15 に示す.また比較のため不攪乱試料の結果も示す.

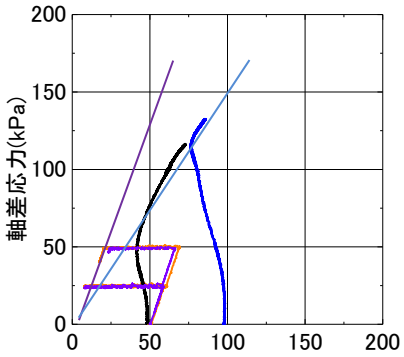
凍結試料では，2 つの有効応力経路を重ねると，Fig.14(c)のようになっておりひずみレベルが大きい領域で変化していることが分かる.せん断前半の軸ひずみ 1%程度までは不攪乱試料とほとんど同じ挙動であるが，せん断後半において大きく塑性圧縮を伴う軟化をしており，不攪乱試料と大きく異なる結果となった.これは中間土という細粒分含有率が高い試料を凍結させたことによって供試体内の水分が膨張し構造に変化があったと考えられる.

再構成試料では Fig.15(c)のようにひずみレベルが小さい領域で不攪乱試料と異なった挙動を示した.Fc の影響も考えられるが，再構成によって構造が変化したため軟化したと考えられる.

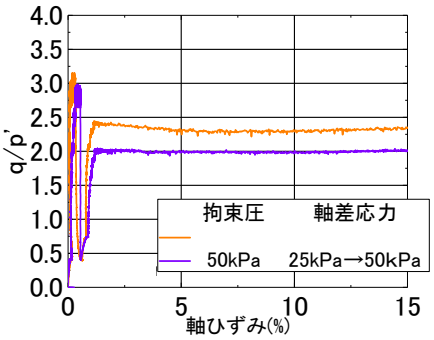
3.4.4　吸水軟化試験による比較

凍結試料と再構成試料の吸水軟化試験の結果をそれぞれ Fig16~Fig.17 に示す.比較のため不攪乱試料の結果と CUB 試験の結果も示す.

凍結試料では限界応力比が 3 に達したときに軸ひずみが小さく軟化しなかったため，1 本の供試体で二回分の試験ができると考え，軸差応力 25kPa の試験を中断し軸差応力を 50kPa に設定しなおして吸水軟化試験を行った.試験の結果では軸差応力 25kPa では限界応力比が高く過圧密性が発揮されているが，軸差応力が大きくなると限

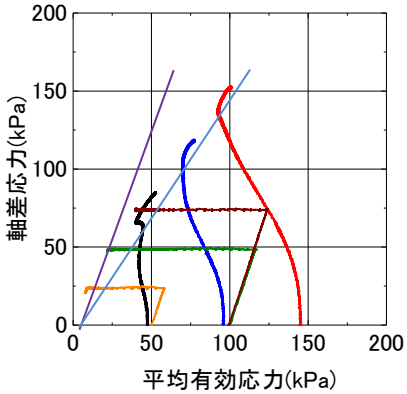


(a) Effective Stress Path

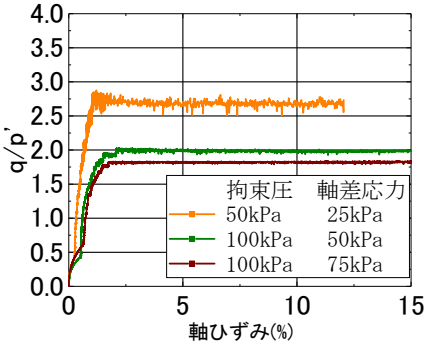


(b) Stress ratio-Axial strain

Fig.16 Result of Water Supply Softening test (Frozen Sample)

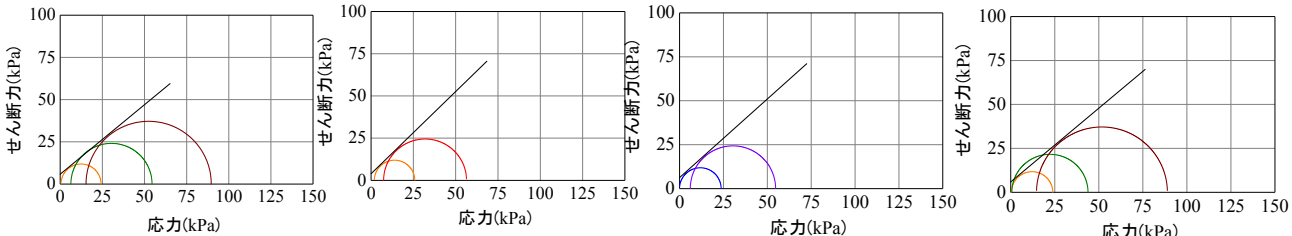


(a) Effective Stress Path



(b) Stress ratio-Axial strain

Fig.17 Result of Water Supply Softening test (Disturbed Sample)



(a) Undisturbed Sample　(b)Frozen Sample (1)　(c)Frozen Sample(2)　(d)Disturbed Sample

Fig.18 Result of　Mohr's stress circle

界応力比が小さくなっており，不攪乱試料と同様な結果が確認できる.吸水軟化試験では CUB 試験で見られたような弱化は確認されなかった.

再構成試料では軸差応力が 50kPa の試験で結果が異なっており再構成試料の場合限界応力比が 3 にまで達している.しかし軸差応力 75kPa では似たような結果が出ており吸水軟化試験で検討される強度は似ている.

拘束圧を低下していき，供試体が軟化した点でモールの応力円を描画すると，Fig18 のようになった.吸水軟化試験のモールの応力円は，不攪乱試料，凍結試料，再構成試料での違いはあまり見られなかったが，すべての結果で CUB 試験の結果より内部摩擦角が大きくなった.この結果から中間土で吸水軟化試験の強度評価をする場合は試料作製方法による構造の乱れは大きく影響しないと考えられる.

4.　まとめ

実堤防土からサンプリングした供試体で CUB 試験と吸水軟化試験の提案をした.Fig.19 に示すように，堤体土によって，限界応力比が 3 まで到達できるもの（①）から，CUB 試験の限界応力比で破壊するもの（③）がある.さらに，軸差応力が小さい場合には限界応力比が 3 となるが，軸差応力の増加につれて低下するもの（②）もある.渋井川堤防土は最も浸透耐性が低い③であるが，粒度分布からは粘性土と判定される場合もあり，その際には堤防の安定性を危険側に判定する可能性がある.吸水軟化で得られる最大応力比は，堤体土の Fc(細粒分含有率)やその Ip(塑性指数)などの物理性質に加え，堤防土の構造や過圧密性などの力学特性に左右されると考えられ，現在詳細に検討している.

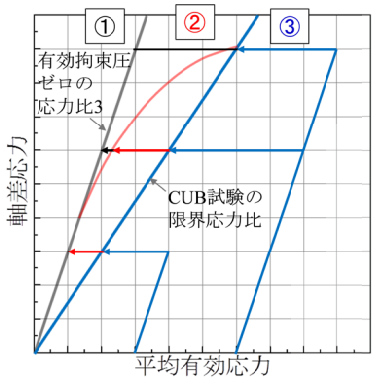


Fig.19 Water Supply Softening test summary

梯川堤防土では，供試体作製方法の影響を検討するために凍結した試料と締固め再構成した試料で CUB 試験と吸水軟化試験を実施した.結果として凍結試料の CUB 試験ではひずみレベルの大きい領域で大きく結果が異なっていた.この結果は凍結によって供試体内の水分が膨張し構造が変化したと考えられる.吸水軟化試験を実施した結果，不攪乱試料との大きな違いはなく，モールの応力円の強度評価でも似通っていた.再構成試料では，ひずみレベルが小さい領域で軟化傾向があった.これは再構成によって構造が失われた影響と考えられる.

吸水軟化試験において限界応力比によって堤防の浸透耐性を評価することが可能であるが，中間土である梯川堤体土においては，凍結履歴の影響は小さいく，再構成の撹乱による影響も小さいことが本報の試験結果により示された.砂質土の試験結果を別報[6]で示すが，土質に応じた吸水軟化試験による浸透耐性の評価法を提案する予定である.

参考文献

1). 小高猛司，崔瑛，李圭太，久保裕一，高木竜二：平成 27 年 9 月関東・東北豪雨で破堤した渋井川堤防土の三軸試験，第 71 回土木学会年次学術講演会，2016.
2). 石原雅規，東拓生，秋場俊一，地蔵智樹，小高猛司，崔瑛，李圭太：梯川旧堤で実施した現地堤防地盤調査，第 4 回河川堤防技術シンポジウム，2016.
3). 小高猛司，崔 瑛，李圭太：弾塑性論と吸水軟化試験による砂質土の強度定数に関する考察，第 70 回土木学会年次学術講演会，2016
4). 小高猛司，崔瑛，李圭太，石原雅規，高木竜二，田中貴之，御手洗翔太：「粘性土」堤体土の浸透時の力学特性の評価，第 4 回 河川堤防技術シンポジウム，2016
5). 小高猛司，李圭太，石原雅規，久保裕一，田中貴之，崔瑛：吸水軟化試験による細粒分が卓越した堤防土の浸透耐性の評価，第 52 回地盤工学研究発表会，2017.
6). 小高猛司，李圭太，石原雅規，田中貴之，久保裕一，崔瑛：中間土堤体土の吸水軟化試験による浸透耐性の評価と供試体作製方法の影響，第 72 回土木学会年次学術講演会，2017.
7). 久保裕一，小高猛司，李圭太，石原雅規：吸水軟化試験による砂質土の浸透耐性の評価，第 72 回土木学会年次学術講演会，2017.

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日）

信号情報に反応するドライバーの割合が単一交差点通過に与える影響の分析

西尾和也 [1)]　　松本幸正 [2)]

Influence of Drivers Reacting to Signal Information on Traffic Flow through Signalized Intersection

Kazuya NISHIO[1)], Yukimasa MATSUMOTO [2)]

Abstract

As a countermeasure against traffic congestion, ITS and signal control can be cited. By the development of ITS, drivers have been becoming possible to acquire signal information in addition to road information. The effect of the signal information provision on vehicles passing through a signalized intersection is unclear. In this study, the influence of the ratio of the drivers reacting to the provided signal information on traffic flow through signalized intersection is analyzed. As a result, it was confirmed that there was a difference in the traffic flows through the intersection by the ratio of the drivers reacting to the signal information. it turned out that the stop times at the red light and the ratio of stopped vehicles decreased as the ratio of the reaction increased.

1.　はじめに

ITS の発展に伴い，VICS や路車間・車車間通信技術でのリアルタイム情報の伝達により，様々な情報をドライバーに与えることが可能となりつつある．ドライバーに提供される情報の中で，適切な道路情報および交通情報は，渋滞緩和に効果的であると考えられている．

遠藤ら [1)] は，車車間通信により経路情報を交換することで，渋滞を回避できることを明らかにしている．和久井ら [2)] は，事前に交差点付近の情報を車両に提供することで，右左折による渋滞を軽減できることを明らかにしている．奥嶋ら [3)] は，交通障害発生時の情報提供により旅行時間が減少することや渋滞が緩和することを明らかにしている．菊池ら [4)] は，公益情報の提供により，交通状況がシステム最適配分状態に近づく可能性を示唆している．この他にも数多くの研究において，適切な情報提供によって，交通渋滞が緩和可能であることが示されている．

現在では，ドライバーは走行中に道路情報を取得するだけでなく，ドライバーの運転を支援するような信号情報も取得することが可能となりつつある．塚田ら [5)] は，信号情報を提供することでジレンマゾーンを回避できることを実証的に示している．彭ら [6)] は，信号交差点に接近した 1 台の車両に交差点を青信号で通過できるような情報をドライバーに提供することによって，交通の円滑化やCO_2排出量の削減が可能であることを明らかにしている．Iwata ら [7)] は，DSS(Deceleration Support System)というシステムにより減速支援を行うことにより，郊外道路においては約 7%の CO_2 排出量の低減効果がみられることを交通シミュレーションによって明らかにした．Matsumoto ら [8)]は，車両に推奨速度情報を提供することにより CO_2 排出量を約 3%削減できることを，交通流シミュレーションを用いて示している．このように信号情報の提供は，渋滞の緩和だけでなく環境負荷低減においても有効な手段といえる．

信号情報の提供に関連する多くの既存研究では，すべてのドライバーが与えられた信号情報に対して同じ運転挙動を取ることになっている．しかしながら実際には，ドライバーによって，信号情報に対する反応や取る挙動は異なると考えられる．

そこで本研究では，ドライバーを，信号情報に対して反応する層と反応しない層に分ける．反応するドライバーは，信号情報を受け取った際の運転挙動を経験的に学んでいくこととし，強化学習によって，できるだけ赤信号で止まらないで済むような行動を選択させる．これに

1)社会基盤デザイン工学専攻　2)社会基盤デザイン工学科

1) Master Course of Civil Engineering　2) Department of Civil Engineering

よって，道路・交通環境が異なった場合においても，その状況に応じて，できるだけ止まらないで済む車両挙動が取れるようになる．

複数の特性を持ったドライバーが存在するシステムにおいては，ドライバー同士が互いに影響し合いながら個別に行動することになることから，本研究ではマルチエージェントシステムを用いて，信号情報の提供に対して反応するドライバーの割合が信号交差点通過に与える影響を明らかにする．

2.　ドライバーの走行状態と行動

ドライバーは，他のドライバーや周囲の環境を認識しながら取った行動に対する結果を経験的に学んでいきながら，次の行動を決定していくと考えられる．同じく，信号情報を受け取った際の行動も同じように経験的に決められていくと考えられる．そこで本研究では，ドライバーの行動の決定方法を強化学習により表現することとする．

2.1　ドライバーの情報収集行動

ドライバーの情報収集において，視覚からの情報が最も重要な位置を占めている[9]と考えられるため，ドライバーの行動を決定する上で視覚情報は欠くことのできないものであると考えられる．本研究では，視覚情報の中から特に，渋滞のメカニズム[10]の中で重要な要素とされる車間距離の情報に着目する．

2.2　ドライバーの走行モデルによる加減速度の決定

本研究では，車間距離により，自由走行と追従走行の2種類の走行からなる走行モデルを考える．

自由走行とは，車間距離が広くなっているときに用いる走行方式であり，追従走行とは，車間距離が狭くなったときに，前方車と衝突しないように追従を行う走行方式である．

2.2.1　車間距離による走行状態と区分

各車両の加減速度の決定方法は，車間距離によって，自由走行と追従走行の2種類の走行に分けて表現する．その時のフローチャートを Fig.1 に示す．追従走行となる場合は，自車が現在速度で2秒走行した時の距離が，現在の前方車との距離以上である場合である．2 秒という時間は，通常の交通の場面において，安全にドライバーが走行できる指標[9]と同じである．

①　自由走行

前方に余裕があり，信号が青信号であるかぎり希望速度まで一定で加速する．希望速度に達すると，希望速度で走行し続けることとする．

既存研究[11]では，停止線からの距離 50m付近ではほとんどの車両で信号状態による走行の違いがみられ，赤信号である場合には減速がみられることから，本研究でも赤信号の場合，車両は距離 50mから等加速度で減速することとする．

②　追従走行

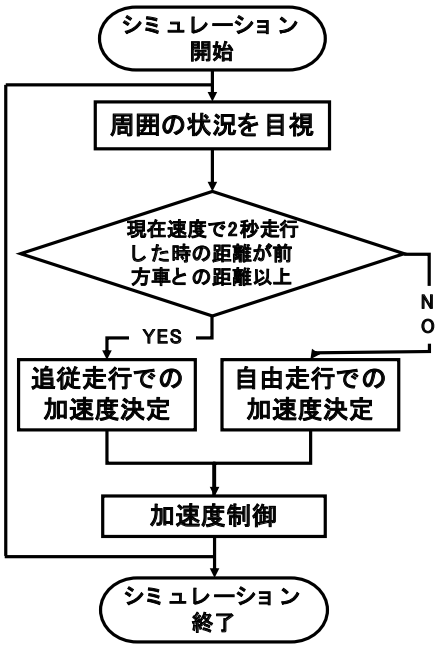


Fig. 1 Flowchart of acceleration control

追従走行では，車間距離に応じた以下の式(1)を用いて[12]，加減速度を求める．この加減速度から現在の速度を更新することとなる．

$$\ddot{x}_n(t) = \frac{\alpha \times [\dot{x}_{n-1}(t) - \dot{x}_n(t)]}{[x_{n-1}(t) - x_n(t)]^l} \qquad (1)$$

ここで，各変数は下記のようである．

$\ddot{x}_n(t)$：n番目の車両の加速度(m/s^2)

$\dot{x}_n(t)$：n番目の車両の速度(m/s)

$x_n(t)$：n番目の車両の位置(m)

α, l：乗数（$\alpha = 0.3$，$l = 0.8$）

2.3　ドライバー行動モデル

信号情報に反応することで加減速を行うドライバー（以下：反応ドライバー）の行動は，強化学習によって決定され，できるだけ信号交差点で停止することなく通行できるように行動が決められる．止まらなければならない場合には，できるだけ停止時間を短く，また，交差点到達時の速度ができるだけ遅くなるようにする．

強化学習では，情報を取得した際に実際に取った加減

速度の行動の結果，どのような走行状態になったかを順次学習していき，次の加減速度の行動形成を行っていくことになる．

なお，無反応ドライバーの行動は，自由走行と追従走行の走行状態のみによって決まる．

3. 強化学習による反応ドライバーの行動

反応ドライバーの行動は，以下の強化学習により表現される．

3.1 強化学習による反応ドライバーの行動決定の流れ

ドライバーの強化学習の概念を Fig.2 に示す．ドライバーは，ステップ t における環境状態 $s_t \in S$（Sは取り得る状態の集合）を受け取り，その環境状態に対する行動$a_t \in A(s_t)$を決定する．ドライバーの行動 a_tにより環境は $s_{t+1} \in S$に移り変わり，その結果として報酬 $r_{t+1} \in R$（Rは全報酬の集合）を得る．ドライバーは，報酬が最も多く得られることを目的として行動を決定する．

3.2 反応ドライバーの学習方法

強化学習の学習方法として，Q-Learning が挙げられる．Q-Learning における行動価値関数 Q の更新式 [13] (2)を示す．

Q-Learning

$$Q(s_t, a_t) \leftarrow Q(s_t, a_t) + \alpha[r_{t+1} + \gamma \max_a Q(s_{t+1}, a_{t+1}) - Q(s_t, a_t)] \quad (2)$$

ここで，αは学習率，r は報酬である．

行動価値関数$Q(s_t, a_t)$とは，状況 s_t において行動 a_t をとるときの価値を表す．また，γ は未来もしくは過去の価値からの割引率を表す．つまり，割引率が大きいと直前に受け取ったものの価値が大きく反映されることになる．

Q-Learning は，1 ステップ進んだ時刻 $t+1$の状態において，取りうる行動に関する Q 値のうち最大のものを選択して，時刻 t における Q 値の評価に用いている．

3.3 行動の選択

反応ドライバーで用いる Q-Learning では，Q 値を学習していくが，行動を決定する方法は別途用意する必要がある．学習結果を最大限活用する方法として，最も高い Q 値を持つ行動を選択する方法（greedy 法）があるが，常に最も大きなQ値を持つ行動を選択すれば良いわけでもない．なぜなら，一度経験した中で最も高い報酬を得ることができた行動が，必ずしも最適な行動であるとは限らないからである．そこで本研究では，強化学習における行動決定則として ε-greedy 手法を用いることとする．これは，小さな確率 ε で探索を行い，1−ε の確率で経験を利用するような行動を取る方法である．これによって，経験に基づく 1 つの行動の選択に固執せず，探索を行いながらより良い行動を見つけることが可能となる．

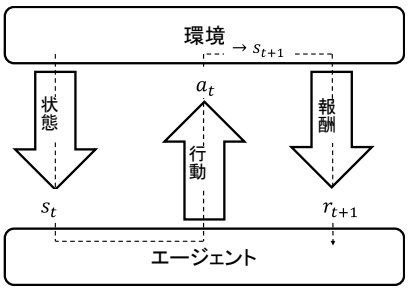


Fig. 2 Concept of reinforcement learning

4. ドライバーの走行と行動組み合わせによる挙動

ドライバーの走行モデルが 2 種類，ドライバーの行動モデルが 2 種類あることから，これらの組み合わせによる合計 4 種類の車両挙動について述べる．

4.1 反応ドライバー×自由走行

信号状態によって，信号機から約 300m 手前より走行挙動に変化を生じさせる車両が存在することが明らかになっている [14]．このことから，本研究においても，ドライバーが信号からの距離 300m に到達後，環境状態を認識し出し，以下のように行動を取ることとする．

1) 信号から300m地点に到着すると同時に環境状態を認識し出す
2) 認識した環境状態から加減速度を，ε-greedy 手法に従い選択する
3) 選択した行動に対する Q 値を更新する
4) 信号を通り過ぎるまで 1）～2）を繰り返し行う

エージェントが環境状態として認識する情報は，信号の残り時間，信号までの距離の 2 つである．

加減速度は，-4，-3，-2，-1，0，1，2，3，4［m/s^2］から選択することとする．

Q 値の更新式は，式(2)のようであり，報酬 r を以下のように設定する．

$$r=\begin{cases}100-\left(\dot{x}_{max}-\dot{x}_n(t)\right)：青信号で通過するとき\\ -\left(\dot{x}_n(t)+T_n(t)\right)：赤信号で停止のとき\\ -1：1\ ステップ経過のとき\end{cases} \quad (3)$$

ここで各変数は以下の通りである.

$\dot{x}_{max}$：希望速度(km/h)

$\dot{x}_n(t)$：n 番目車両の時刻tにおける現在速度(km/h)

$T_n(t)$：n 番目車両の時刻tから青信号に切り替わるまで

の停止時間(s)

この式では，青信号で通過する場合において，自車速度が最高速度のとき，一番高い報酬を与える．そうすることで，ドライバーは，なるべく最高速度で青信号を通過するような選択をとるように学習することになる．赤信号で停止する場合は，赤信号で停止するときの速度と信号での待ち時間を加算し，その値をマイナスした値を与える．そうすることで，赤信号のとき，ドライバーは時速 0km で，なるべく待ち時間が短くなるような選択をとるように学習していくことになる

4.2　無反応ドライバー×自由走行

無反応ドライバーは，自由走行と追従走行に従うことから，この場合は自由走行と同じ行動になる.

4.3　反応ドライバー，無反応ドライバー×追従走行

追従走行では，信号情報にかかわらず，前方車により速度を制限されることから，式(1)より加減速度を求めることになる.

前方信号が赤信号で，信号までの距離が 50m 以内の場合には，等加速度で減速を行う.

5.　シミュレーションによる評価

5.1　シミュレーションの概要

シミュレーションは，片側 1 車線の長さ 600m と 700m の道路が直角に交差する信号交差点を対象とする．ドライバーは，希望速度である時速 50 km で対象道路に侵入し，加減速度を 1m/s^2 とする．車両は，右左折することなく直進走行のみ行う．1 ステップを，実時間の 1 秒に相当させ，車両の発生タイミングは，ランダムとする.

信号情報への反応ドライバーの割合が信号交差点通過に与える影響を評価するため，反応ドライバーの割合を 0%から 100%まで 20%ずつ変化させ，それぞれでシミュレーションを 3 回行い，その平均値を用いる．信号表示は，青時間 30 秒，赤時間 40 秒とする．ただし，黄色信号は便宜のため赤信号に含めることとする.

車両は，道路の末端から発生させ，逆の端に到着した時点で消滅させる．この時，その車両の走行が完了したとみなす.

なお, Q 値の更新式で用いる α を 0.1, γ を 0.9 とする.

5.2　学習時間の決定

Fig.3 は，横軸に経過時間，縦軸に反応ドライバーの割合別に全車の平均旅行時間を取ったものである．この図

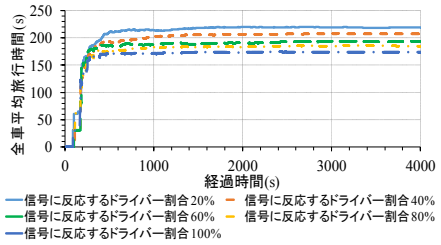


Fig. 3 Average travel time by ratio of reacting drivers

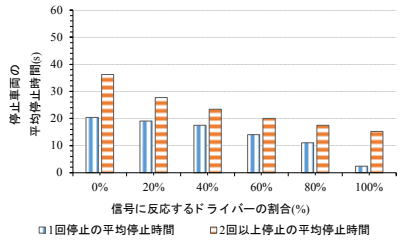


Fig. 4 Average stop time of stopped vehicles under 200[vehicles/hour]

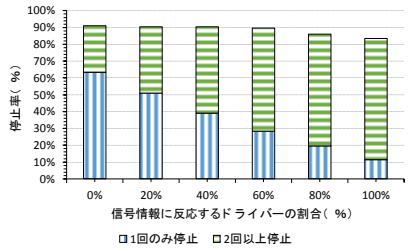


Fig. 5 Stopped vehicle rate under 200[vehicles/hour]

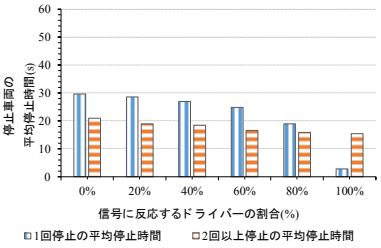


Fig. 6 Average stop time of stopped vehicles under 100[vehicles/hour]

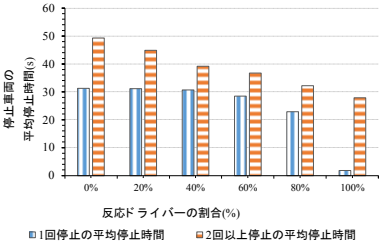


Fig. 7 Average stop time of stopped vehicles under 300[vehicles/hour]

から，反応ドライバーの割合に関わらず，約 3,000 秒を過ぎると全車の平均旅行時間が一定の値に収束していることが見て取れる．このことから，強化学習の学習時間を 3,000 秒に設定する．

この 3,000 秒の学習時間終了後の 10,000 秒間を対象時間として，本研究では 2 種類の評価を行う．1 つ目の評価では，反応ドライバーの割合が信号交差点通過に与える影響を明らかにする．2 つ目の評価では，発生させる車両の交通量が信号交差点通過に与える影響を捉える．

5.3　反応ドライバーの割合別のシミュレーション結果

本シミュレーションでは，発生させる交通量を約 200［台/h］に固定する．

Fig.4 は，横軸に反応ドライバーの割合，縦軸に停止車両の平均停止時間をとり，停止回数別の停止車両の平均停止時間を示した図である．この図から，1 回のみ停止している車両の平均停止時間は，反応ドライバーの割合が増えるにつれて減少していることが見て取れる．これは，反応ドライバーができるだけ信号で停止しないような行動をとった結果によるものだと考えられる．実際，反応ドライバーの行動である Q 学習において，赤信号で停止する場合，ドライバーは時速 0km で，なるべく待ち時間が短くなるような選択をとるほど報酬が大きくなるようになっている．

Fig.5 は，横軸に信号情報に反応するドライバーの割合，縦軸に停止車両率を示した図である．この図から，反応ドライバーの割合が増えるにつれ，全体の停止率は下がっているものの，逆に，2 回以上停止しているドライバーの割合は増加していることが見て取れる．これも，Fig.4 のときと同様な理由で，反応するドライバーが，信号から 300m 地点で信号情報を受け取ると，Q 学習により，青信号で通過できる時はできるだけ最高速度で通過できるようにし，赤信号で停止する時には時速 0km で，かつ，できるだけ待ち時間が短くなるように速度調節した結果であると考えられる．

Fig. 4，Fig. 5 から，2 回以上停止している車両の平均停止時間は短くなっているものの，停止率は上がっていることがわかる．これは，反応ドライバーにより，赤信号の時には，交差点での信号待ち時間が短くなるように低速走行を行っているためだと考えられる．

5.4　発生させる交通量の違いによる評価

発生させる車両の交通量を約 100［台/h］，300［台/h］と変えた場合に同様のシミュレーションを行う．

Fig. 6，Fig. 7 は，横軸に発生交通量別の反応ドライバーの割合，縦軸に停止車両の平均停止時間をとり，停止回数別の停止車両の平均停止時間を示した図である．Fig. 4，Fig. 6，Fig. 7 から，発生交通量が 100［台/h］，200［台/h］，300［台/h］と増加するほど，1 回停止，2 回以上停止のそれぞれの平均停止時間が長くなっていることが見て取れる．反応ドライバーの割合が同じ場合において，1 回停止の停止車両の平均停止時間に注目すると，発生交通量を増加させても，平均停止時間はあまり変化していないことも見て取れる．しかし，2 回以上の停止車両の平均停止時間は，発生交通量が増えるにつれ，長くなっていることがわかる．

Fig. 8，Fig. 9 は，横軸に発生交通量別の反応ドライバーの割合，縦軸に停止車両率を示したものである．Fig. 5，

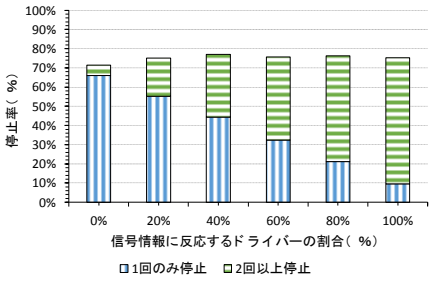


Fig. 8 Stopped vehicle rate under 100[vehicles/hour]

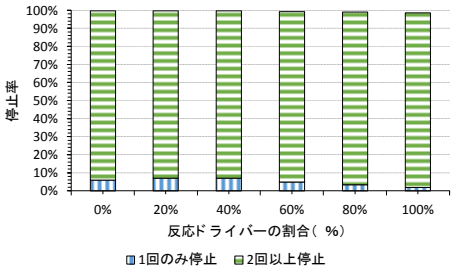


Fig. 9 Stopped vehicle rate under 300[vehicles/hour]

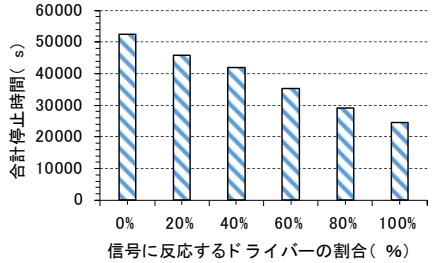


Fig. 10 Total stop time of stopped vehicles

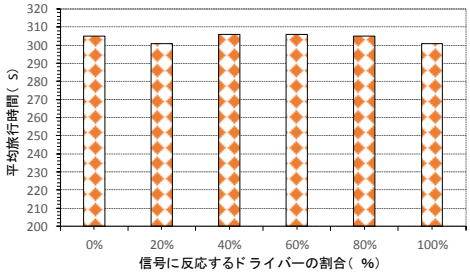


Fig. 11 Average travel time of all vehicles

Fig. 8, Fig. 9 から，発生交通量が 100［台/h］, 200［台/h］, 300［台/h］と増加するほど 1 回停止，2 回以上停止のそれぞれの停止率が大きくなることが見て取れる．また，すべての反応ドライバーの割合において，発生交通量が 300［台/h］のときには停止率が約 100%となっており，渋滞が発生していると思われる．この 300［台/h］という値は，実際の交差点部における交通流率を大きく下回るが，シミュレーション実行に際して設定する希望速度や加減速度の値を適切に設定することによって，渋滞を発生させないようにすることは可能である．

5.5　交通全体の影響

2 回停止車両は，反応するドライバーの割合が増加すると，停止率は増加している．一方で，平均停止時間は，減少している．そこで，信号情報の提供に反応するドライバーの割合が交通流全体に対して，どのような影響を与えるかを明らかにする．一例として，交通量 200［台/h］での反応するドライバーの割合別での停止車両の合計停止時間と全車両の平均旅行時間を Fig. 10 と Fig. 11 に示す．

Fig. 10 は，横軸に反応ドライバーの割合，縦軸に停止車両の停止時間の合計を示したものである．この図から，反応ドライバーの割合が増えるにつれ停止車両の合計停止時間が減少していることがわかる．

Fig. 11 は，横軸に反応ドライバーの割合，縦軸に全車の平均旅行時間を示したものである．この図から，反応ドライバーの割合が増えても，全車の平均旅行時間は変化していないことがわかる．

6.　おわりに

本研究では，信号情報に反応するドライバーの割合が信号交差点通過に与える影響を明らかにするため，ドライバーの走行を 2 種類，また，信号情報の反応の有無による行動を 2 種類，合計で 4 種類のドライバーが混在する，単一交差点でのシミュレーションを，マルチエージェントシステムを用いて行った．信号情報を受け取ったドライバーの走行挙動は強化学習により決定させ，信号交差点ではできるだけ停止しないで済むように行動を選択させた．

シミュレーションを実施した結果，信号情報の提供に対して，反応ドライバーの割合によって交差点通過の交通状態に違いが出ることが確認でき，ドライバー個人では，反応ドライバーの割合が多いほど赤信号での停止時間や停止車両率が減ることがわかった. 交通流全体では，信号情報をドライバーに提供することで，2 回以上停止する車両が増加することもわかった．しかし，停止車両の合計停止時間は，減少し，全車の平均旅行時間は変化しないことがわかった. 加えて, 交通量が多い場合には，信号情報に反応するドライバーに追従する車両が増えてしまい，赤信号での停止時間や停止車両が増加してしまうことも確認できた.

今回のシミュレーションにおいては，車両の発生交通量が 300［台/h］と少ない交通量において渋滞が発生した．今後は，希望速度や加減速度を適切に設定し，実際の交差点部の交通流率に近づける必要がある．また，今回は単一交差点部で直進車のみでのシミュレーションであったため，今後は，複数交差点が連なり，かつ，右左折挙動も含めたシミュレーションを実施する必要がある

謝辞

本研究は, 科学研究費補助金基盤研究(C)（15K06262）を受けた研究成果の一部である．ここに記して，謝意を表す.

参考文献

1) 遠藤佑介，坂本邦宏 : 車々間通信を用いた情報提供による交通状況変化のシミュレーション分析, 土木計画学研究・講演集，Vol.44，CD-ROM，2009.
2) 和久井裕太，大野光平，伊丹誠 : 車車間・路車間通信を用いた交差点における渋滞軽減に関する一検討, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.111, No.219, pp.43-48，2011.
3) 奥嶋政嗣，秋山孝正 : 都市道路網における交通障害発生時の知識利用型個別車両情報提供，第 29 回交通工学研究発表会論文集, No.79, pp.313-316, 2009.
4) 菊池輝，山本貴之，藤井聡 : 公益情報の提供による総走行時間減少の可能性，第 30 回交通工学研究発表会論文集，No.48，pp.189-192，2010.
5) 塚田悟之 : 信号灯残秒時間を活用したジレンマ軽減支援方策, 交通工学, Vol.48, No.4, pp.42-51, 2013.
6) 彭冠露，松本幸正，大島達哉 : ドライビングシミュレータを用いた信号接近車両への情報提供による CO_2 排出低減効果の比較，第 34 回交通工学研究発表会論文集，No.62，pp.377-381，2014.
7) Iwata, Y., Otake, H. and Takagi, M.: Results from Simulation Evaluation of Green Wave Advisory System, Proceedings of 19th ITS World Congress, Austria, CD-ROM，2012.

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日）

ドライビングシミュレータを用いた追従車両への推奨走行情報の提供による危険性の検討と CO_2 排出量の削減効果分析

石黒祥梧 [1)]　　松本幸正 [2)]

EFFECTIVENESS OF INFORMATION PROVISION TO FOLLOWING VEHICLES ON RISK OF TRAFFIC COLLISIONS AND REDUCTION OF CO_2 EMISSIONS

Shogo ISHIGURO[1)], Yukimasa MATSUMOTO[2)]

Abstract

It is becoming possible to provide information in real time based on the driving situation of individual vehicles according to the development of ITS. It is necessary to elucidate the change of vehicle behavior when drivers follow the information provision and to analyze the influence of vehicle behavior change on traffic flows and safety. Therefore, this paper develops the information provision system, in which multiple vehicles are smoothly passing the signalized intersection. As a result of driving experiments using a driving simulator, it can be seen that the information provision to the following vehicle can contribute to reduce the risk of traffic collisions even under car-following situations. Moreover, it can be seen that the information provision to both vehicles reduces the amount of CO_2 emissions from the following vehicle most effectively.

1. はじめに

ITS の発展に伴い，個々の車両の走行状況に応じたリアルタイムでの推奨走行情報の提供が可能となりつつある．このようなきめ細やかな情報提供により，車両から排出される CO_2 を効果的に削減することが期待されている．しかしながら，個々の車両へのリアルタイムでの情報提供にドライバーが従う場合，車両挙動が変化すると考えられ，CO_2 の削減効果を捉えるとともに，交通の円滑化や安全性の向上にどう影響を与えるかを分析・評価することが必要となる．

Iwata ら [1)]は, DSS (Deceleration Support System)というシステムの開発・研究を行っている．このシステムは，信号交差点に接近する車両に対して，アクセルオフ情報を提示し，減速支援を行うものである．その変化を交通流シミュレーション上で検証した結果, 情報の提供により，無駄なアイドリングや加速を低減させ，CO_2 排出量を削減できることを明らかにしている．Matsumoto ら [2)]は，観測した実際の車両挙動に基づき，信号交差点に接近する車両に対して情報を提供するシステムを交通流シミュレーションで評価した. このシミュレーション結果では，情報提供を行うことで，CO_2 排出量の削減効果が見られることを明らかにしている．Ubiergo[3)]らは，ASL(the Advisory Speed Limit)を算出するためのアルゴリズムを提案し，シミュレーションを通して，CO_2 排出量が削減されることを示している．

ドライビングシミュレータを用いることで，信号情報が提供されたときの個々のドライバーの車両挙動の変化を把握する研究も行われている．

Kircher ら [4)]は，トラック運転シミュレータの運転実験において，エコドライブ情報を常に表示し続けたときと断続的な表示を行ったときでは，車両挙動に違いが出ることを示唆している．Brouwer ら [5)]は，トラック運転シミュレータを用いた運転実験において，エコドライブ情報の提供を行うことで，車両挙動が変化し，CO_2 排出量の削減効果が見込めることを明らかにしている．

しかしながら，これらの既存研究では，1 台のみの車両実験における情報提供の有用性を明らかにしているが，複数車両が走行する環境において，先行する車両の挙動変化が，その車両に追従する車両の挙動に与える影響を考慮できていない．

1)社会基盤デザイン工学専攻　2)社会基盤デザイン工学科

1) Master Course of Civil Engineering　2) Department of Civil Engineering

西本 [6]らは，追従車両に対して，先行車両及び先々行車両の加減速情報の提供を行うことで追従車両の無駄な車両挙動の低減効果を明らかにしている．松本 [7]らは，車車間通信などを模擬した協調走行を行う場合に，車群を対象として先行車両の燃料消費情報が追従車両に与える影響を明らかにしている．結果として，エコドライブ車両に追従する車両に対して燃料消費情報を提供することで，車両の急激な加減速が低減し，速度を一定に保つよう心掛けるといった意識の変化を引き起こし，アクセル踏み込み量が低減する傾向が見られた．Niu and Sun は [8]，ドライビングシミュレータを用いて，複数車両が存在する環境下において，The Green Wave Guidance Strategy (GWSGS) と The Eco-Driving Speed Guidance Strategy (EDSGS) という二種類の情報提供システムの有効性を評価し，その情報提供が与える車両挙動の変化を把握している．

しかしながら，これらの既存研究では，情報提供による CO_2 排出量の定量的把握や先行車両と追従車両の衝突の危険性については，検討されていない．

そこで本研究では，ドライビングシミュレータを用いて追従状態におけるリアルタイムでの推奨走行情報の提供による衝突危険性と CO_2 排出削減量の把握を行うことを目的とする．

2.　情報提供システムの構築

2.1　情報提供システムの考え方

Fig. 1 は，横軸に時間を，縦軸に停止線からの距離を取り，信号交差点に接近する車両の走行軌跡を示したものである．グラフ上部には信号の現示を示してある．図のプロットエリア内の背景における R と G は，一定の速度で車両が進行したと仮定した場合に，車両が交差点に到達した時の信号点灯色がそれぞれ，赤と青であることを示している．本研究においては，黄色信号を赤信号と同じであるとみなし，信号状態が黄色信号の場合，車両は，信号交差点で停止することとする．

この図において，ある車両 C_1 が一定の速度で走行した場合，信号交差点に到達したときの信号状態は赤信号であるために停止する．しかし，信号は，t_{gr} のタイミングで青信号に切り替わるため，車両が減速を行った場合，赤信号で停止すること無く信号交差点を通過できる可能性がある．そこで，車両 C_1 に対して，距離 d_s の地点で減速支援の情報提供を行う．車両 C_1 は，情報に従って走行した場合，破線のように信号交差点を無停止で通過可能となる．

車両 C_2 は，一定の速度で走行した場合，信号の状態が

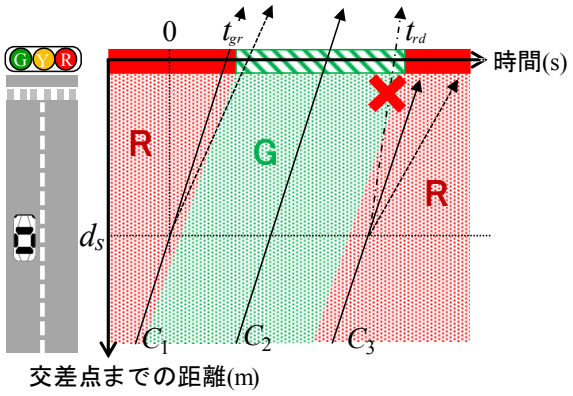


Fig. 1 Time-space diagram of vehicle approaching intersection

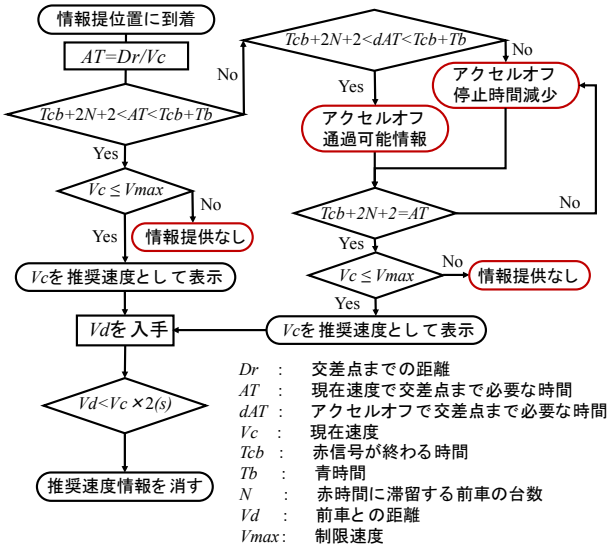


Fig. 2 Flowchart of information provision

青信号のときに到達するため，情報提供を行なわないこととする．

車両 C_3 は，一定の速度で走行したとき，赤信号で到達するが，加速を行った場合においては，鎖線のように信号交差点を通過することができる．しかし，そのような行動は，交通事故のリスクを高める可能性がある．そのため，車両 C_3 に対しては，減速支援の情報を提供し，破線のような挙動をとらせる．この情報提供を行うことで，危険運転を回避させるとともに信号交差点でのアイドリング時間の低減も見込めることになる．

2.2　情報提供と車両との関係性

Fig. 2 は，車両へ情報を提供するためのフローを示している．現在速度で交差点を通過できないときでアクセルを離した時に交差点が通過可能となる場合，「アクセルオフ通過可能」情報の提供が行われる．この情報提供中に減速が十分に行われ，現在の速度で交差点を通過でき

るようになった時点で,「推奨速度」情報に表示を切り替える.

一方，車両がアクセルを離して走行したとしても信号交差点を通過できない場合は,「アクセルオフ停止時間減少」情報を提供する．この場合，交差点の手前でブレーキを踏むことになるが, 待ち時間が減少することになる.

現在速度で交差点を通過でき，かつ，制限速度以下の場合は,「推奨速度」情報として現在速度を表示する．制限速度以上の場合は，情報提供を行わない.

2.3　情報提供と車両との関係性

Fig. 3 は，複数の車両が距離 d_s から信号交差点に接近する場合の時間と距離の関係を示した図である．情報提供を受けたドライバーは，次の信号交差点から一定の距離 d_s より，減速を開始する．このとき，追従車両 C_4 が，先行車両 C_3 の予期せぬ減速挙動に反応しきれない可能性がある．このとき，先行車両と後続車両との距離が短くなり，衝突の潜在的な危険性が高まることも考えられる.

本研究では，追従車両に対しても，2.2 で示した情報提供システムと同様の情報提供を行う．しかしながら，先行車両の速度より速い，Fig. 3 の車両 C_8 のような追従車両に対して情報提供を行ったとしても，両車の距離が接近してしまう可能性が考えられる．したがって，2 台の車両間の車頭時間が 2 秒未満の場合は，提供された情報の表示を消すこととする.

先行車両と同様の速度である点線のような挙動をとる車両 C_7 と, 先行車両より低速走行の鎖線のような挙動をとる車両 C_6 に対しては, 先行車両と同様の情報提供がなされる.

前車との安全な車間距離を確保するため，推奨する走行での交差点通過時間にあらかじめ余裕時間 2(s)を設け, 情報提供を行うこととする.

3.　ドライビングシミュレータを用いた追従実験

3.1　追従車両の運転実験の概要

追従車両の運転実験は, 免許を保有している 20 歳から 60 歳までの 25 名の被験者で実施した.

本研究で用いる実験コースは，6 つの信号交差点が連続し，途中ゆるやかなカーブが 1 つだけ存在する全長約 4,500m のコースである．作成した実験コースの概要を Fig. 4 に示す．このコースは，片側 1 車線の道路であり，道路幅員は上下方向とも 3.25m となっている．コースの制限速度は，40km/h としている．勾配などによる車両挙動変化の影響を排除するため, 平坦な道路となっており，

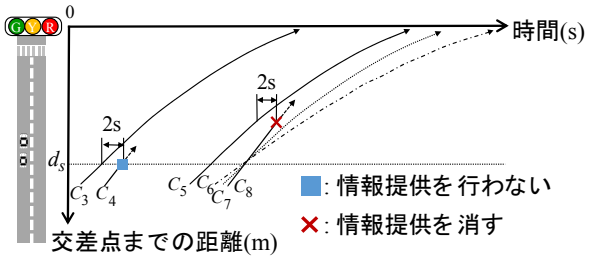


Fig. 3 Relationship between lead and following vehicles

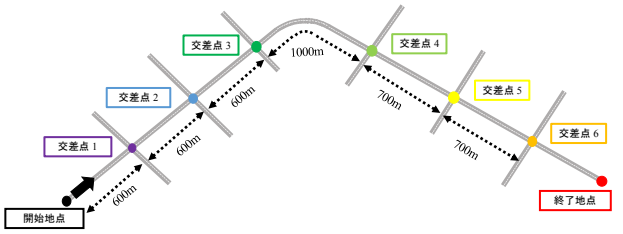


Fig. 4 Experimental course

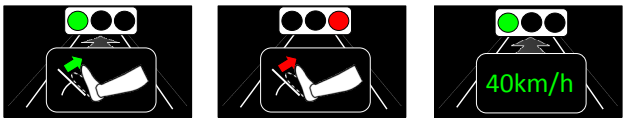


Fig. 5 Information displayed on the screen

コースの途中にカーブを挟んだ理由は，ドライバーによる運転のゆらぎを生成し，同じような運転挙動ばかりが発生しないようにするためである.

交差点 1 から交差点 6 までの 1 サイクルタイムは順に, 60 秒，66 秒，84 秒，102 秒，74 秒，74 秒とした．青時間は，24 秒，27 秒，36 秒，45 秒，31 秒，31 秒とし，赤時間は，33 秒，36 秒，45 秒，54 秒，40 秒，40 秒で，全ての信号の全赤時間は 3 秒となっている. 全赤時間とは, 全方向の信号が赤信号となるタイミングのことであり, 交差点内での事故を防ぐことを目的として設けられている．交差点 1 から 6 までの信号交差点は，順番に，開始地点から 600m，1200m，1800m，2800m，3500m，4200m の位置に配置されている.

本実験における情報提供開始位置は，各交差点から 350m 手前である．車両が提供された情報提供に従うとき，交差点を無停止で通過可能，もしくは交差点の手前でブレーキを踏むことになるが，待ち時間の減少が期待できる.

3.2　情報提供デザインの概要

Fig. 5 は，運転実験中に表示される 3 種類の情報提供のデザインである．左の Fig. 5 (a)は，情報提供に従い,

アクセルを離して走行したとき，次の信号交差点を無停止で通過可能となる場合に表示される「アクセルオフ通過可能」情報である．中央の Fig. 5 (b)は，アクセルを離して走行したとき，次の信号交差点を通過することは出来ないが，アイドリング時間の減少が見込める場合に表示される「アクセルオフ停止時間減少」情報である．右の Fig. 5 (c)は，走行速度がアクセルオフ情報により十分に減速し，現在速度で信号交差点を通過可能となった場合に表示される「推奨速度」情報である．

3.3　事前記録された車両を用いた前方車両

本研究では，複数車両が存在する環境下において，前車とそれに追従する車両を用いて，運転実験を行う．

本実験では，前車と追従する車両の情報提供の有無によって，どのように追従する車両の挙動が変化するかを捉える．そのため，前車の運転挙動は，それぞれの被験者ごとに, 同一の運転挙動を用いる必要がある. そこで，前車は，事前実験で得た被験者の運転挙動のデータを記録した車両を用いることとする．前車として用いる記録された車両には，情報提供を行わなかった場合と情報提供を行い，その情報に従った場合の運転挙動の 2 種類がある．事前実験は，本実験で用いるコースと同一のコースを用いて行っている．

4.　追従車両の運転実験結果

4.1　追従車両の運転実験概要

ドライビングシミュレータの運転操作は，実際の車両の運転とは異なると考えられる．そのため，それぞれの被験者には，最初に練習走行を行ってもらう．その後，事前記録された車両を前方車両として，その後ろから追従するかたちで，走行実験を行ってもらうこととする．

被験者には，前方車両と追従車両のそれぞれに情報提供を与えた場合と与えなかった場合の 2 パターンの組み合わせで，計 4 回の運転実験を被験者ごとにランダムで行ってもらう．

4.2　情報提供別の追従車両の加減速度

Fig. 6 は，交差点ごとの情報の提供場所である交差点から 350m 区間における 1 秒間隔での追従車両の情報提供パターン別加減速度の全被験者合計の度数分布を示した図である．赤い線は，加減速度が 0 (m/s^2) の地点を示している．

この図より，交差点 1 から交差点 3 において，両車に情報提供を行わないパターンと比べて，情報提供パターンでは，追従車両の加速度が-1.5(m/s^2) ~ -0.5(m/s^2)において, 割合が大きくなっていることが見て取れる. これは，被験者が提供されたアクセルオフ情報に従って，走行したことによって加速の割合が減少したことによると考えられる. 前車のみに情報提供を行うパターンにおいては，加速度-1.0(m/s^2) ~ -0.5(m/s^2)の割合がその他の情報を提供したパターンと比べて低いことが見て取れる．しかしながら，情報提供を行わないパターンに比べれば割合は高く, 加速度 0.5(m/s^2) ~ 1.5(m/s^2)の割合は低いことがわかる. このことから, 前方車両に対して情報提供を行うことは，追従車両の加速の低減に寄与していると考えられる．

交差点 4 から交差点 6 における追従車両の加減速度は，特に 0.5(m/s^2) ~ 2.5(m/s^2)の区間において, 両車に情報提供を行わないパターンと比べて，情報提供を行うパターンでは加速の割合が小さいことが見て取れ，車両に対して情報提供を与えることが，急な加速を低減させることにつながることがわかる．

しかしながら，交差点 6 では，両車に情報提供を行うパターンの加速度が 0.5(m/s^2) ~ 1.0(m/s^2)において割合が大きい．これは，交差点 6 において，「推奨速度」情報が提供されている時間が，他の交差点と比べて長かったことによると考えられる．それにより，一定の速度を維持するために，0.5(m/s^2) ~ 1.0(m/s^2)の区間における加速度の割合が高くなったと考えられる．

両車に情報提供を行わないパターンと比較して，その他のパターンでは，標準偏差が小さくなることもわかった．これにより，車両が情報提供に従うことは，加速の度合いが低減し，無駄な加速を行わなくなると考えられる．

一方で，前車に対して情報提供を行った場合において，前車の予期せぬ挙動変化により，追従する車両との車間距離が縮まり，衝突の潜在的な危険性が増大している可能性がある．そこで，本研究では，情報提供を行った時の衝突の潜在的な危険性を PICUD を用いて評価することとする．

4.3　PICUD

本研究では，中山 [9]らが提案している Possibility Index for Collision with Urgent Deceleration (以下，PICUD)を用いて，車両に対して情報提供を行ったときの潜在的な衝突危険性の検討を行う．

PICUD は，「前方車両が仮に急減速を行うとしたときに，高速車両が反応遅れの後に急減速し，両車が停止したときの相対的な位置」と定義されており，以下の式により算出する．

$$\mathrm{PICUD} = \frac{v_1^{\,2}}{-2a} + d - \left(v_2 \Delta t + \frac{v_2^2}{-2a}\right) \quad (1)$$

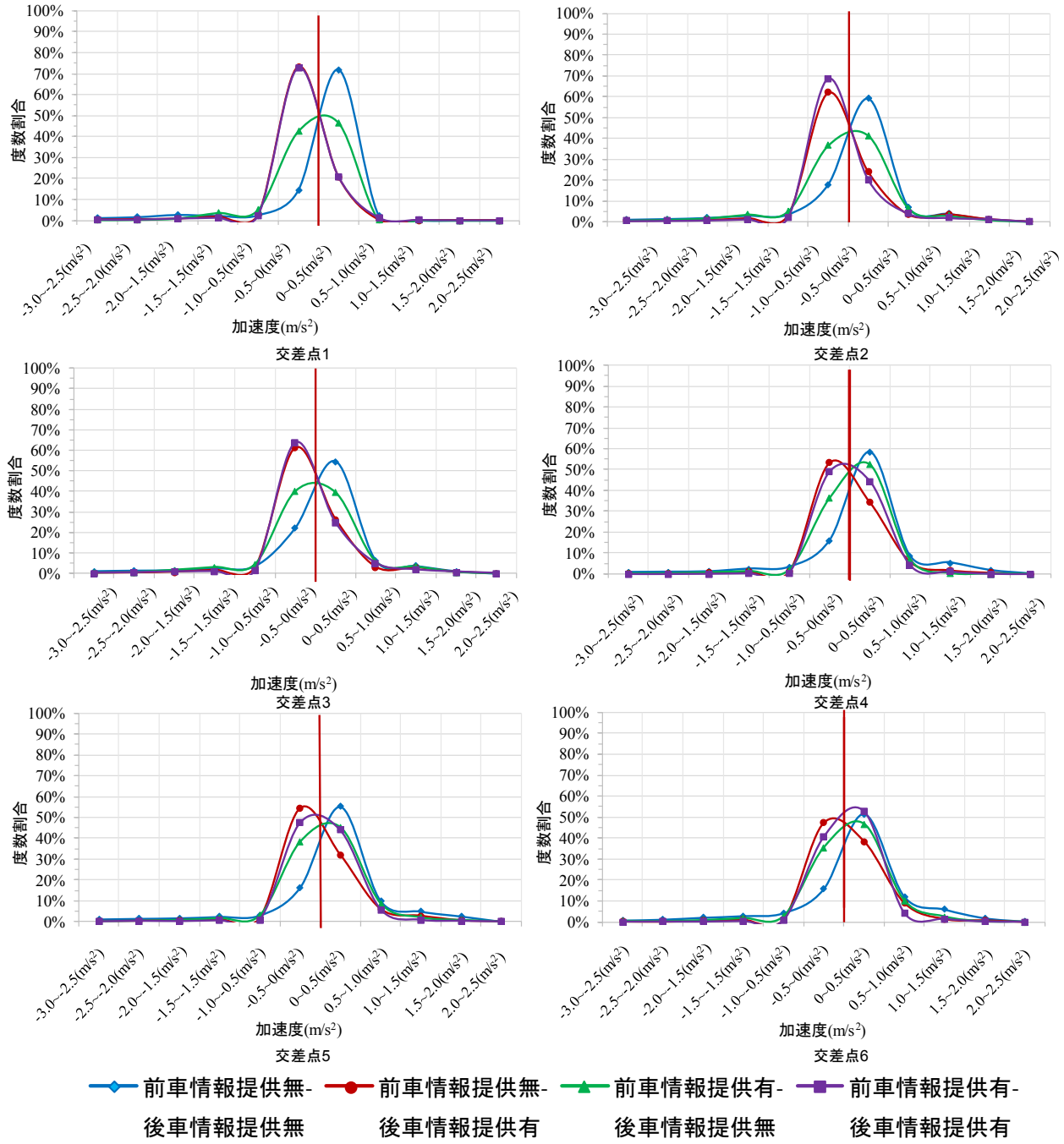


Fig. 6 Frequency distribution of following vehicle acceleration / deceleration ratio by information provision pattern in section 350 m from the intersection

v_1　：前方車の減速開始速度(m/s)

v_2　：前方車の減速開始時の追従車速度(m/s)

d　：前方車減速時の車間距離(m/s)

Δt　：反応遅れ時間(m/s)

a　：減速時の加速度(m/s^2)

PICUD の値は，高ければ高いほど安全で，低ければ低いほど危険であるといえる．特に，PICUD が 0 以下を示す場合は，前方車両が突然に急減速したとき，後続車両が同じく急減速を行ったとしても，衝突を回避できないことを意味する．

4.4　PICUD による潜在的衝突危険性の検討

Fig. 7 は，信号交差点から 500m の 50m 区間ごとの全被験者の PICUD の平均値を情報提供パターン別に表し

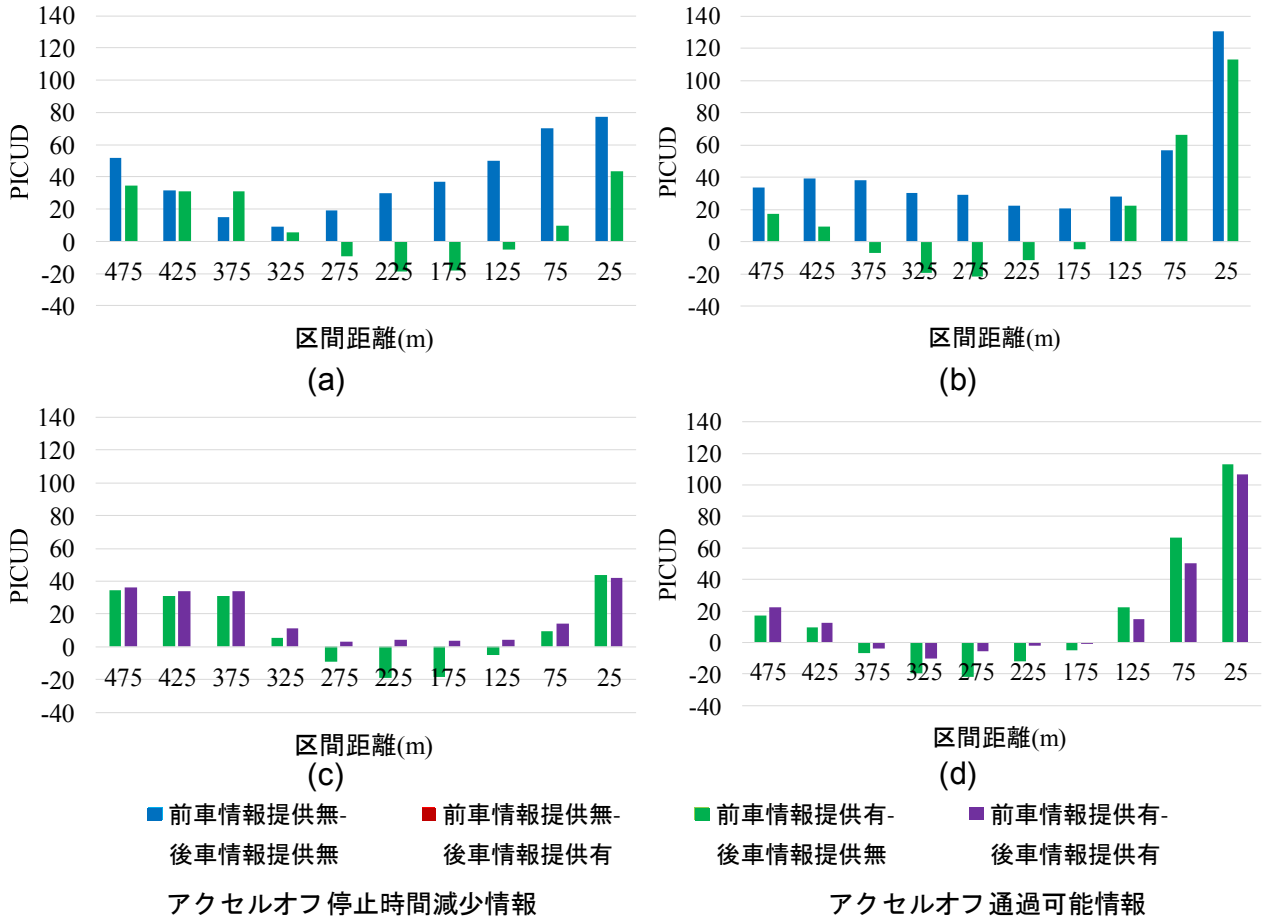


Fig. 7 Average PICUD by information provision pattern

た図である．Fig. 7 (a)，(c)が「アクセルオフ停止時間減少」情報提供時であり，Fig. 7 (b)，(d)が「アクセルオフ通過可能」情報提供時の区間平均 PICUD を示している．

「アクセルオフ停止時間減少」情報の提供を行う場合と比べて，「アクセルオフ通過可能」情報の提供を行う場合では，信号交差点付近における危険性が低減していることが見て取れる．これは，停止を行わないことでスムーズに信号交差点を通過し，交通の円滑化が図れていることを示唆している．

Fig. 7 (a)，(b)は，両車情報提供なしのパターンと前車のみ情報提供ありのパターンの比較を行った図である．これらの図より，前車のみ情報提供ありのパターンでは，危険性が増大してしまう可能性があることがわかる．これは，前車の予期せぬ挙動変化により追従する車両との車間距離が縮まることが要因であると思われる．特に，情報が提供された 350m 以降の区間において，衝突の危険性が増大しており，PICUD が 0 以下を示しているため，前方車両が突然に急減速したとき衝突する可能性が高いことになる

Fig. 7 (c)，(d)は，前車のみ情報提供ありのパターンと両車情報提供ありのパターンの比較を行った図である．これらの図から，前車のみ情報提供ありのパターンで，PICUD の値が 0 以下となっている区間では，両車情報提供ありのパターンの PICUD の値が 0 以上，もしくは前車のみ情報提供ありのパターンの値以上となっていることが見て取れる．これは，前車に対して情報提供を行うだけでなく，追従車両に対しても情報提供を行うことで，衝突の危険性を低減させることができることを示唆している．

しかしながら，両車情報提供なしのパターンと比べて，両車情報提供ありのパターンの方が，危険性が高いことが見て取れる．

4.5　CO_2 排出量の削減効果

本研究では，走行時間，走行距離，加速しているか否かという指標で CO_2 排出量を算出する大口[10]らの式を用いる．

Fig. 8 に，追従車両における情報提供パターン別の CO_2 排出量の被験者平均を示す．この図より，両車に情報提供を行わないパターンと比較し，追従車両のみに情報提

供を行うパターンで約 5%，前車のみに情報提供を行うパターンで約 3.5%，両車に情報提供を行うパターンで約 6%，追従車両からの CO_2 排出量が削減されていることがわかる．このことから，前方車両または追従車両への情報提供により，追従車両からの CO_2 排出量を削減できるといえる．

4.6　CO_2 排出量の定量的把握

Table. 1 は，情報提供が追従車両の CO_2 排出量にどれだけ影響しているかを把握するために重回帰分析を行い，その結果を示したものである．重回帰分析では，目的変数を運転実験で得た追従車両の CO_2 排出量とし，説明変数として，前車に対しての情報提供の有無，追従車両に対しての情報提供の有無，前車との平均車間距離を採用した．

結果として，重相関係数と F 値は，この分析が統計的に有意であることを示している．CO_2 排出量削減の要因としては，「前車への情報提供」，「追従車両への情報提供」「前車との平均車間距離が大きいこと」であることが見てとれる．

標準偏回帰係数から，この実験コースでは，前車に対しての情報提供を行うことで約 25(g-CO_2)，追従車に対しての情報提供を行うことで約 21(g-CO_2)の CO_2 排出量の削減が見込めることもわかる．

重回帰分析の結果から，追従車両の CO_2 排出量は，追従車両への情報提供に加え，前方車両にも情報提供を行うことで削減効果が大きくなることもわかる．

5.　おわりに

本研究では，信号交差点に接近する複数の車両が前方の信号交差点を円滑に走行するための情報を，リアルタイムで提供するシステムを考案した．本システムでは，「推奨速度」情報とアクセルオフ情報を提供し，これらの情報に被験者が従うことで，前方の信号交差点を通過，または，赤信号でのアイドリング時間の短縮が可能となる．

ドライビングシミュレータを用いた 25 名の被験者による追従車両の走行実験の結果，ドライバーが情報提供に従うことで加速の度合いが低減し，無駄な加速を行わなくなることが明らかとなったものの，前車のみに情報提供を行うパターンでは，衝突の危険性が増大していることがわかった．しかしながら，追従車両に対しても情報提供を行うことで，衝突の危険性を低減できることが示唆された．

実験から得られた情報提供パターン別の追従車両の被験者平均 CO_2 排出量の比較を行った結果として，両車に情報提供を行わないパターンと比較し，全ての情報提供を行うパターンにおいて，追従車両からの CO_2 排出量が削減されることが明らかとなり，追従車両の CO_2 排出量が最大で約 6%の削減がなされることがわかった．重回帰分析の結果から，追従車両の CO_2 排出量は，追従車両への情報提供に加え，前方車両にも情報提供を行うことで削減効果が大きくなることが示唆され，情報提供が CO_2 排出量の削減に寄与することが定量的に示された．

今後の研究として，前方車両との車間距離を確保するための注意喚起情報の提供や，情報提供位置を固定しない方法など，より最適な情報提供方法について検討を行っていく必要がある．

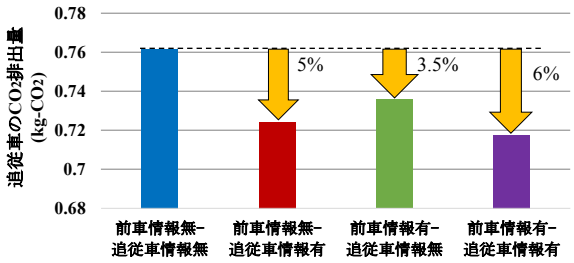


Fig. 8 Amount of CO_2 emissions from following vehicle by information provision pattern

Table. 1 Quantitative Evaluation of CO_2 Emission Reduction

	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t値
定数項	778.543		112.686**
前車への情報提供	-24.652	-0.357	-4.627 **
後車への情報提供	-20.591	-0.298	-3.897 **
車間距離	-0.813	-0.521	-6.607 **
重相関係数		0.462	
F 値		27.470	

* :5%有意性，** :1%有意性

謝辞

本研究は，科学研究費補助金・基盤研究 (C) (15K06262) を受けた研究成果の一部である．ここに記して，謝意を表す．

参考文献

1) Y. Iwata, H. Otake and M. Takagi: Results from Simulation Evaluation of Green Wave Advisory System, Proceedings of 19th ITS world Congress, p. 9, CD-ROM, 2012.
2) Y. Matsumoto, T. Oshima and R. Iwamoto: Effect of Information Provision around Signalized Intersection on

Reduction of CO2 Emission from Vehicles, Procedia - Social and Behavioral Sciences 111, pp. 1015-1024, 2014.

3) G. A. Ubiergo and W. Jin: Mobility and Environment Improvement of Signalized Networks through Vehicle-to-Infrastructure (V2I) Communications, Transportation Research Part C, Vol. 68, pp. 70-82, 2016.

4) k. Kircher, C. Fors and C. Ahlstrom: Continuous Versus Intermittent Presentation of Visual Eco-driving Advice, Transportation Research F 24, pp. 27-38, 2014.

5) R. F. T. Brouwer, A. Stuiver, T. Hof, L. Kroon, J. Pauwelussen and B. Holleman: Personalized Feedback and Eco-driving : An Explorative Study, Transportation Research C 58, pp. 760-771, 2015.

6) 西本崇，長澤俊範，松本修一，葛西誠，岩瀬幸一:ドライビングシミュレータを用いた情報提供における車両挙動解析－先行車両と先々行車両の比較－，第 52 回土木計画学研究・講演集，pp. 1760-1766，2015.

7) 松本修一，川島弘尚：前方車両情報が車群の燃費低減に与える影響に関する基礎的研究, 土木学会論文集 D3, Vol. 69, No. 5, pp. I_433-I_440, 2013.

8) D. Niu and J. Sun: Eco-driving Versus Green Wave Speed Guidance for Signalized Highway Traffic : A Multi-Vehicle Driving Simulator Study, Procedia - Social and Behavioral Sciences 96, pp. 1079-1090, 2013.

9) 中山達貴，中村俊之，宇野伸宏，山崎浩気，山村啓:ドライビングシミュレータを利用した赤信号切り替わり情報提供時の車両挙動分析，土木学会論文集 D3 特集号，Vol. 71, No. 5, pp. I_865-I_874, 2015.

10) 大口敬，片倉正彦，谷口正明:都市部道路交通における自動車二酸化炭素推定モデル，土木学会論文集，No. 695/IV-54, pp. 125-136, 2002.

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 日）

植物繊維製バイオフィルターによるアンモニアガス分解処理方法の検討

リー　ホアンイエン [1)]　　酒巻　史郎 [2)]

Ammonia gas treatment method using biofilter made of cellulose fiber

Hoang Yen LY[1)], Fumio SAKAMAKI[2)]

Abstract

Agricultural residues such as bio-manure and coconut of shell (coir) are wastes from agro-industry which has low value and requires some sustainable waste management method. In this research, a mixture of bio-manure fertilizer (compost) and coir is used as a biofilter media for an ammonia gas removal application. The aim of this research is to study the ammonia gas removal efficiency of such media. The experiments were conducted in laboratory-scale biofilters. Inlet ammonia gas concentrations were used which from 16 to 920 ppm. The filter bed had three layers (compost: 3cm, coir: 10cm, wood chips: 33cm). Empty Bed Retention Time (EBRT) of these experiments were used which is 60s[1)]. The moisture content of the biofilter media was maintained at 40 – 60% by adding water. The maximum ammonia gas removal efficiency over 90% was observed from the 16 – 530 ppm of the inlet ammonia gas concentration. When the concentration exceeds 530 ppm, the efficiency was below 90%. Effective treatment was 52% at the lowest concentrations 920 ppm. Addition, The experiments were evaluated the effect of time to effectively treatment ammonia gas, conduct experiments to maintain a concentration of 920 ppm input within three days. The time is one of the factors affecting ammonia gas treatment efficiency by biofilter system. However, this effect was not large. So, the important factor of the ammonia gas removal in biofiltration process was the inlet ammonia gas concentration. The experimental results showed that the mixture of bio-manure fertilizer (compost) and coir is an effective biofilter media for ammonia gas removal applications. However, the biofilter is more effective at low inlet ammonia gas concentration, while the time has no significant effect on the ammonia gas removal efficiency. Therefore, using residues as biofilter media for ammonia gas removal application is an alternative sustainable way to such manage argo-industry waste.

Key words: Biofiltration, biofilter media, ammonia gas, cellulose fiber

1.　はじめに

現在, アンモニアガスによる環境汚染は世界中で見られ，人の健康に悪影響を与えるだけでなく，大気環境も悪化させている．オランダでは家畜から発生するアンモニアガスにより土壌の劣化が進んでいる [2)3)]．

一方，ベトナムでは牧畜場やゴム加工などの生産過程中にアンモニアガスが大量に大気中に排出されており，排気濃度は数百 ppm に上がる場合もある [4)]．しかし，残念ながらアンモニアガスの処理システムを設置している企業はほとんどない．処理システムとして高効率の物理化学的方法があるが投資額が高く，その廃棄物処理も必要なため普及されてない．だからこそ，環境に優しく安価なアンモニア処理方法を検討することが重要である．その方法の一つとして微生物の生分解作用を利用したバイオフィルターを使用する方法があり，ドイツやオランダなどでは既に応用されている [2)]．

良いバイオフィルターでは微生物の増殖のために肥料として十分な栄養素を供給する必要があるが，コンポスト化された肥料だけではガスが流れにくく，空隙率を増やすために植物繊維などを追加する必要がある [5)]．そこで栄養素源としてコーヒーの残渣と，植

1) 名城大学大学院理工学研究科修士課程環境創造学専攻　2) 環境創造学科

1) Master Course of Environmental Science and Technology　2) Department of Environmental Science and Technology

物繊維としてベトナムでは農業廃棄物として安価に入手しやすいココナッツの皮を使用するアンモニアガス分解処理について検討した.

2. 研究方法

2.1. 原材料

アンモニア分解微生物としては土壌から採取したArthrobacter[6]を使用し，これをコーヒーの残渣に混入してコンポスト化した．コンポスト化したことによって微生物が豊富な栄養素を得ることができる.

しかし，コンポスト化された物だけではガスが流れにくく，空隙率を増やすために植物繊維などを追加する必要がある．そのためベトナムで入手しやすい農業残留物であるココナッツの皮と小木片を追加した.

アンモニアガスは塩化アンモニウム（NH_4Cl）に水酸化ナトリウム 50%水溶液を滴下して発生させた.



図 1　原材料コンポスト



図 2　原材料ココナッツの皮



図 3　原材料木片

2.2. アンモニア分解槽と流量設定

分解槽の底面は横（L）0.54m, 奥行き（B）0.3m である．槽中に植物繊維とコンポスト，木片を積み上げて分解層の高さ（H）を 0.46m に調整した．これらの厚みの設定は流量と加圧の関係について検討した先行実験結果[4]を参考にした.

また、処理大気の流量を設定するにあたって，大気滞留時間を 1 分[1]とするために流量（Q）を下記の式

から計算し，1242cm^3 s^{-1} とした．

$$Q = \frac{L \times B \times H}{T} = \frac{0.54 \times 0.3 \times 0.46}{1} = 0.0745(m^3/分)$$

$$= 1242cm^3s^{-1}$$

L ： 横 (m)

B: 奥行き(m)

H: 分解層の高さ (m)

T: 大気滞留時間 (分)

分解層中の各材料の高さ：

木片: 0.33m

ココナッツの皮: 0.1m

コンポスト: 0.03m

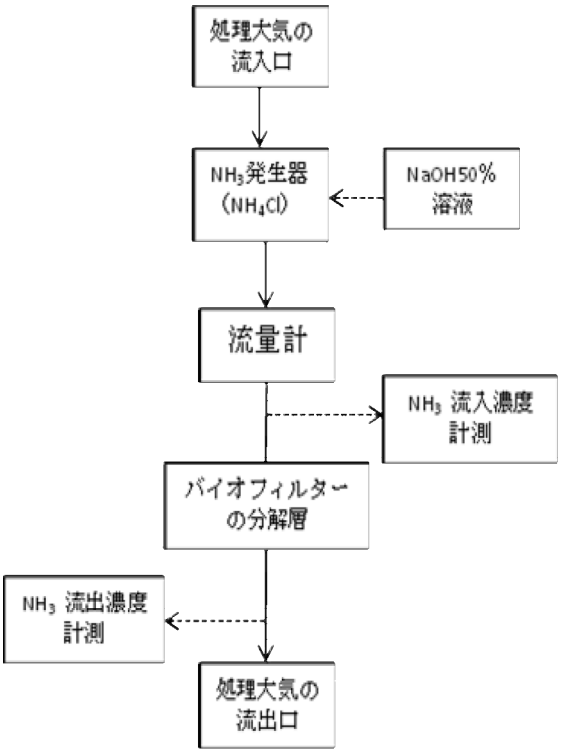


図 4　アンモニア分解装置の流路図



図 5　作成したアンモニア分解装置

実験中，分解層下部にフィルター材料中の水分が流出してたまるが，微生物への滋養分補充と調湿のためにこの水は次の分解実験前に分解層の上から噴霧してリサイクルした．この水の pH と通気の温湿度を計測した．

なお，代表的な実験条件を表 1 にまとめた．

表 1　代表的な実験条件

Parameters	**Experimental operation**
1. 処理大気の流量	1242　cm^3 s^{-1}
2. NH_3 発生濃度	16 ppm ～ 920 ppm
3. 湿度	45-60%
4. 大気滞留時間	60s
5. 分解層	0.54 x 0.3 x 0.46 (m)
6. コンポスト/木片/ココナッツの比	3:33:10
7. pH	6-8

3. 結果

3.1. 微生物の安定化時間の検討

コンポスト中の微生物はすぐには活性化せず，分解層全体に広がって，分解能力が安定化するための時間が必要である．本研究では，その安定化のために低濃度アンモニアガスを流して安定化に要する時間を検討した．pH が 6～8 になれば微生物の成長が十分となるとされている[7]ので，4 日ほど 10～12 ppm アンモニア濃度を流し続け，その間の pH 及び温湿度を測定し，その結果を表 2 にまとめた．

表 2　微生物の安定化時間の検討結果

日	流入 NH_3 濃度 (ppm)	温度 (°C)	湿度 (%)	pH
1	10.3	31	58	6.56
2	10.82	30.5	61.5	6.62
3	11.94	31.6	61	6.84
4	11.4	30.6	60.2	6.7

表 2 の pH 計測結果からみると初日から，R.V. Tyson [7]の示す微生物安定化 pH の範囲に入っているので安定化時間としては 1 日以上あれば十分であると考えた．

3.2. アンモニア濃度に対する分解処理効率の検討

アンモニア流入濃度を 16～920ppm まで変化させて，それぞれの濃度での分解処理効率を求めた．ここで分解処理効率は，アンモニアの流入・流出濃度を用いて次式で定義した．

$$分解効率(\%) = \frac{流入濃度 - 流出濃度}{流入濃度} \times 100$$

実験は初期濃度 16ppm で開始した.流通開始 3 時間後に流入前後のアンモニア濃度を計測し，この初期濃度での分解処理効率を求めた．なお，この際に温湿度と pH も計測した．計測終了後段階的にアンモニア流入濃度を増加させ，3 時間流通させた後で計測を繰り返した．設定濃度は，実際の俳出源濃度を反映して，16，20，35，45，55，65，75，85，95，105，165，200，250，300，370，420，470，530，570，610，650，690，730，790，840，920ppm とした．この実験中，分解層の温度は 30℃，pH は 6.5 に保たれていた．計測して得られた各アンモニア濃度に対する処理効率を図 6 に示した．

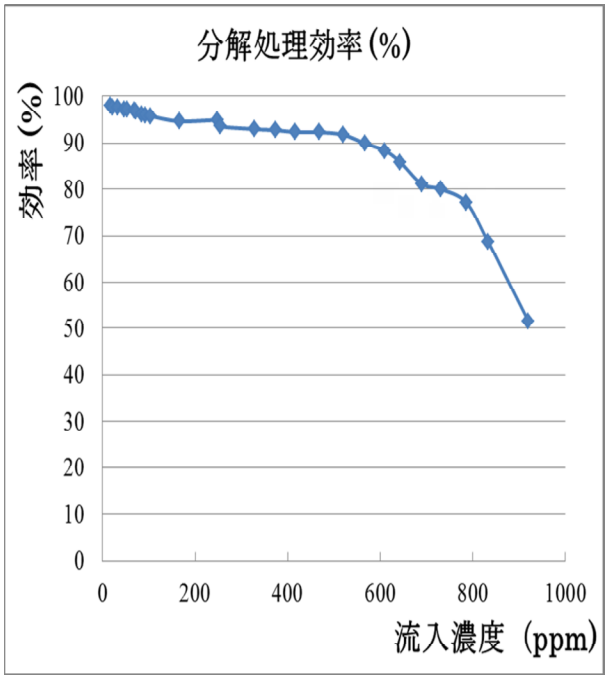


図 6　アンモニアガス濃度に対する処理効率の変化

図 6 から，処理効率は高いが，濃度が上がれば上がるほど処理効率が濃度に比例して低下していた．この図 6 の 165ppm 以下の濃度範囲部分を拡大して図 6a に示した．この濃度範囲では処理効率は 94%以上で，高効率で処理ができていると分かった．

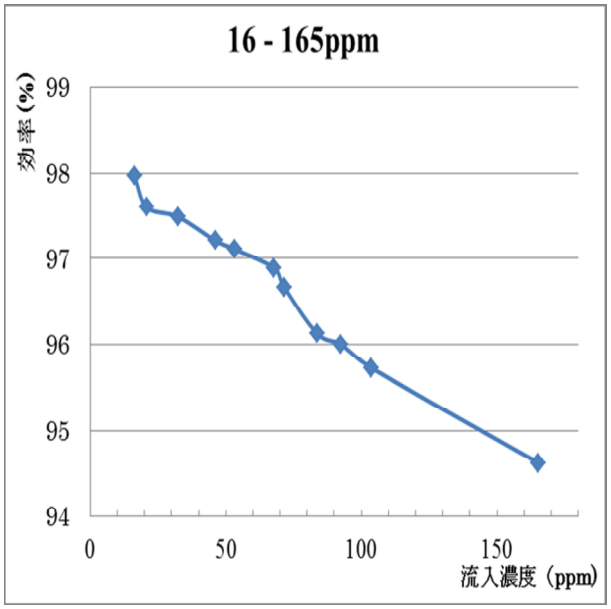


図 6a　16ppm ～165ppm のアンモニアガス濃度の処理効率

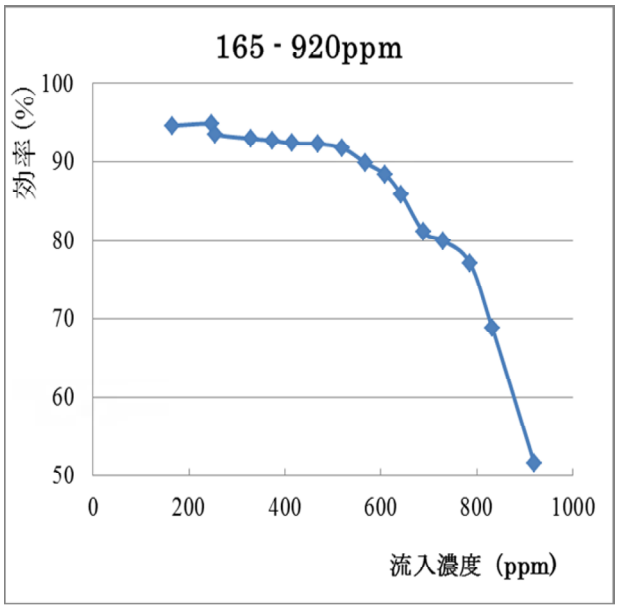


図 6b　165ppm～920ppm のアンモニアガス濃度の処理効率

図 6b では，165ppm 以上の結果を拡大して示した．165～530ppm の濃度範囲では処理効率は 90%以上を保っていたが，それ以上濃度が増加すると効率の低下傾向が認められ，最大濃度 920ppm での処理効率は 52%であった．

現在，ベトナムではアンモニアガスの排出基準が 72ppm 以下と設定されている．図 6 の処理効率曲線から 600ppm のガスの処理効率は 88%であるが，この場合の処理後のアンモニア濃度は 72ppm となる．従って，本装置を使えば 600ppm 以下のアンモニアガスならば排出基準（72ppm）以下に抑えることができる．

3.3.　分解処理効率の安定性の検討

分解処理効率の経時変化を検討するためにアンモニア濃度 920ppm のガスを 3 日間続けて処理した．この時の分解処理効率を図 7 に示した．

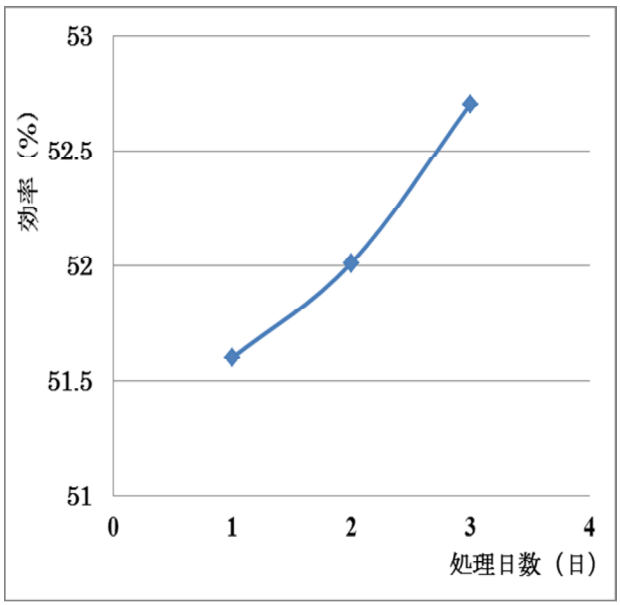


図 7　処理効率の経日変化図。

初日の処理効率は 51.6%，次の日は 52.0%，最後の日は 52.7% であった．若干の増加が見られるが，処理効率は 3 日間通して 52%と安定していた．

4.　まとめ

本装置を使うことによってアンモニアガス濃度 165ppm 以下に対しては処理効率 94%以上,530ppm 以下でも処理効率 90%以上であることを確認した．それ以上アンモニア濃度は高くなると処理効率が低下したが，600ppm 以下までのアンモニア排気ガスに対してはベトナム国内の排出基準以下までに処理できることが分かった．また，分解処理効率は少なくとも三日は安定であった．従って，本研究によりベトナム国

内での天然ゴム製造時に発生する悪臭アンモニアガスを安価で入手できる素材を用いて処理できる方法に目途をつけることができたと思われる．今後は，処理温度や気温等の環境変化に対する処理効率の依存性や安定性について更に検討を進めることが必要であろう．

謝辞

この研究に協力して頂いた Ass. Prof. Dr. Le Hung Anh に感謝いたします．

5. 参考文献

1) H. Taghipour et al., “Comparison of the biological NH_3 removal characteristics of a three stage biofilter with a one stage biofilter,” International Journal of Enviornmental Science and Technology.Vol. 3, No. 4, pp.417 – 424 Autum 2006.
2) Z.M. Shareefdeen, “Development of a Biofilter Media for Removal of HyrrogenSulphide,” Global nest journal, Vol. 11, No. 2, pp. 218–222, 2009.
3) Huub H.J. Cox and Marc A. Deshusses, “Chapter 4: Biotrickling filters,” Department of Chemical and Environmental Engineering, University of California at Riverside, USA, 2005.
4) レー　ティ　ハイ, “研究室の規模でバイオフィルターの処理効率を検討(ベトナム語記述論文)”,修士論文,ホーチミン工業大学,6 月 2012.
5) Ming-Shean Chou and Chia-Hsi Wang, “Treatment of Ammonia in Air Stream by Biotrickling Filter,” Aerosol and Air Quality Research, Vol. 7, No. 1, pp. 17 - 32, 2007.
6) ダン　マイ　テュエ　チャン, “NH_3 と H_2S 処理可能微生物を検討(ベトナム語記述論文)”,博士論文, ベトナム環境財源省,2005.
7) R.V. Tyson et al., “Reconciling pH for Ammonia Biofiltration and Cucumber Yield in a Recirculating Aquaponic System with Perlite Biofilters,” HortScience, Vol. 43, No. 3, pp. 719 – 724, Jun 2008.

（原稿受理日　平成 29 年 10 月 5 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29年度 ――

学術広報委員会

Records of Faculty Seminar(RIKO – DANWA – KAI)

―― 2017 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 423 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，企業の方々で，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の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 29 年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 419 回　小型・軽量のモバイル電子機器を可能にしたリチウムイオン電池の研究開発と世界初の商品化	**西　美緒**	ソニー（株）社友	29・3・30

講演要旨：今日，我々の生活の必需品となりつつある携帯電話，スマートフォンの誕生とその世界的な普及は，2014 年ノーベル物理学賞を受賞された赤崎・天野・中村らにより開発された低消費電力の白色 LED とともに，エネルギー密度の高いバッテリーの実用化が必要不可欠であった．そのためには，原子半径が水素の次に小さなリチウムを使うことが理想的であることは以前より知られていたが，化学活性が高い金属リチウムを安全に取り扱うことがきわめて困難であった．その中で，1980 年，J.B.Goodenough らは，リチウムコバルト酸化物（$LiCoO_2$）を使った正極材料を開発し，技術的なブレークスルーを起こす．今回の理工談話会の講師としてお招きする西美緒が率いたソニーの研究開発グループは，この正極材料を採用しつつ，安全性を高める様々な技術開発を加えることで，世界で初めてリチウムイオン 2 次電池の商品化に成功し，当時，ビデオレコーダの方式競争（ソニーが進めたベータ方式と，松下電器産業（現パナソニック）が進めた VHS 方式）の中で，極めて重要な商品であるハンディカムの小型化に成功することとなる．前述の技術開発は，我々の想像以上に大変なものであり，最近のボーイング社製新型飛行機である 787 やサムスン社の新型スマートフォンにおける問題は，電池の問題というより，充電方法など電池の使用方法に起因するものであり，2 度と起こしてはいけないものである．この世界で初めて商品化されたリチウムイオン 2 次電池は，その後，デジタルカメラ，ノート PC，医療機器などの様々なモバイル機器の誕生にも繋がっており，今日の我々の生活には必要不可欠なものとなりつつある．本講演では，我々の一般生活をも変えるインパクトのある材料研究がどのように行われたのかを，実際に伺うことができるので，特に材料研究を志す学生の皆さんに聴講することをお勧めします．様々な苦労話を含めて分かりやすく面白いお話を伺えると思います．

第 420 回　ヘルスケアとしてのガスセンサ技術	**申　ウソク**	国立研究開発法人 産業技術総合研究所	29・11・18

講演要旨：モバイル機器に埋め込まれたガスセンサで自分のニオイをスマホで見ることができる時代となった．ヘルスケア及び医療の分野においても，体温，血圧，脈拍数等の物理情報だけではなく，呼気等の生体ガスの化学情報を無侵襲で計測し，健康状態，代謝，腸内環境，がんといった病気の発症を診断，モニタリングできる技術が開発されている．既に，歯周炎の指標となる口臭，喘息の指標となる NO，糖尿病に関連する代謝物質を感知し計測する技術が実用化さ

れている．今回の理工談話会の講師，申ウソクが率いる産総研の研究開発グループは，電子セラミックスを中心としたガスセンサを開発し，検知器等のシステム開発に必要な様々な改良を加えている．これらの技術開発においては，革新的なセンサ材料とデバイス技術だけではなく医工連携による枠組みが不可欠である．最近は呼気水素を簡単に計測する検知器や世界で初めて肺がんをスクリーニングする呼気検知器のプロトタイプを試作し，臨床での実証実験を進めている．生体ガス分析技術において，分析機器は高価でかつ複雑である．対して，低コストで小型なガスセンサ技術は，数年後には，何処でも簡単に計測できるポイントオフケアを実現し，日常生活の必需品となるであろう．

第 421 回　FinTech とデジタルイノベーション【仮想通貨や AI がもたらす金融の変化】　**柴　田　　誠**　三菱東京 UFJ 銀行 デジタル企画部　29・12・2

講演要旨：金融機関では，伝票処理の機械化や窓口業務を ATM に移行するだけなく，各種審査業務や人相手のコンサルテーション業務など今まで人が処理していた業務にも，ICT 技術を活用する試みが広く行われています．さらに最近，仮想通貨という言葉を見聞きすることが多くなりました．貨幣として社会的な役割としての話題の他に，それを支えるブロックチェインはこれからの IoT を支える技術として，金融以外の分野でデータを管理する基盤技術に期待されています．これから大きく変化する事が予想される社会基盤の変動について紹介していただきます．

第 422 回　どう変わるインターネット社会 ーこれからの職場はどうなるか？ー　**梶 谷　通 稔**　株式会社ニュービジネスコンサルタント代表取締役社長　29・12・14

講演要旨：2017 年 1 月のダボス会議・国際経済フォーラムにおいて話題の中心は IoT・人工知能の AI・ビックデータによる第 4 次産業革命でした．あらゆるモノがインターネットにつながる「IoT」，そこで作り出される「ビックデータ」，人口知能（AI）・ディープラーニングによる自己学習で完全自動化を始める機会ロボット．人工知能の進化で，人にとって代わる仕事が顕在化し，100 年に一度あるかどうかという激変の時代がまさに始まろうとしています．「日本では，15 年以内に就労人口の 49％が人工知能の機械に取って代わられる」，とは NHK のクローズアップ現代が報じた内容です．また，「銀行の支店もそのうちなくなる」，とは麻生財務大臣がフィンテック・サミットで語った言葉です．インターネット社会における今日までの経緯，ならびにこれから予想される生活変化を解説し，来るべき激変時代をどのようにして迎え，どううまく波に乗っていけば良いのか，講師が各界からお墨付きをもらっている，半世紀にわたり調べあげてきた多くの偉大な先任や内外第一人者の資質や知恵，それらを生かした地頭力を参考に話を進めてまいります．

第 423 回　名古屋を中心とする中部地域の観光まちづくりの方向　**須　田　　寛**　JR 東海相談役　29・12・16

講演要旨：地域社会の発展のための手段として観光の果たす役割は大きく，今後も重要な成長分野として位置づけられている．本講演では，今後の中部地域の発展の方向として，人々に観光意志を起こさせる「動機」の必要性や，宿泊や交通インフラなどの「基盤施設」といった観光要素の関連を示し，より効果的な実現に向けた方向性について解説する．次に，観光の役割，すなわち観光は「文化的活動」であると同時に，「経済活動」でもあるという視点から，「観光立国日本」をめざした「新しい観光」のあり方を提案する．また，中部地域の観光の現状について，中部 9 県と首都圏や近畿圏など他地域との比較に基づき，中部地域における観光の特徴について紹介する．さらに，中部地域の観光の課題として，広域連携や国際観光の推進，観光ネットワークの構築，テーマ別観光の導入（産業，街道，都市），観光によるまちづくりの推進，観光産業の改革（生産性向上），観光における安全の確保について指摘する．

平成 29 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

研究代表者			研究課題
電気電子工学科	教授	平松美根男	グリーンイノベーション研究拠点形成プロジェクト

2. 文部科学省　科学技術試験研究（国家課題対応型研究開発推進事業）

研究代表者			研究課題
材料機能工学科	教授	竹内哲也	省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発（レーザーデバイス・システム領域）

3. 内閣府　戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）／革新的燃焼技術

研究代表者			研究課題
材料機能工学科	教授	宇佐美初彦	排気エネルギーの有効利用と機械摩耗損失の低減に関する研究開発／境界・混合潤滑領域における耐荷重性能の改善（表面塑性加工による摺動面およびその近傍の傾斜塑性化による耐荷重性能の向上）

4. 内閣府　戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）／インフラ・維持管理・更新・マネジメント技術

研究代表者			研究課題
メカトロニクス工学科	教授	福田敏男	マルチコプターによる計測データ解析に基づく異常診断技術の研究開発

5. 内閣府　戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）／革新的構造材料

研究代表者			研究課題
材料機能工学専攻	特任教授	新家光雄	革新的プロセスを用いた航空機エンジン用耐熱材料創製技術開発／種々の熱処理を施した Ti-17 のミクロ組織と力学的特性

6. 内閣府　革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）／タフ・ロボティクスチャレンジ

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	ロボットコンポーネント／ロボットの安定移動のための吸着コンポーネントの研究開発

7. 内閣府　革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）／バイオニックヒューマノイドが拓く新産業革命

研究代表者			研究課題
メカトロニクス工学科	教授	福田敏男	1-B 加工／微小血管・薄膜構造を有する精密脳モデルの研究開発

8. 経済産業省　中部経済産業局　地域中核企業創出・支援事業

研究代表者			研究課題
材料機能工学科	教授	上山　智	窒化ガリウム等次世代半導体の社会実装加速に向けた中間・後工程に係る高度な技術を有する企業群の拡大支援事業

9. 国土交通省　河川砂防技術研究開発公募／河川技術分野

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	パイピングに伴う堤防劣化を考慮した河川堤防評価技術の開発

10. 国土交通省　河川砂防技術研究開発公募／地域課題分野（河川）

研究代表者			研究課題
社会基盤デザイン工学科	教授	溝口敦子	多列砂州河道の特徴を踏まえた河道維持管理に関する研究（大井川）

11. 国土交通省　住宅・建築物技術高度化事業（住宅市場整備推進等事業費補助金）

研究代表者			研究課題
建築学科	教授	寺西浩司	高経年施設の維持保全最適化を目的とする耐久性（健全性）診断・点検・維持保全技術の開発

12. （国研）科学技術振興機構（JST）　研究成果展開事業（先端計測技術・機器開発プログラム）

研究代表者			研究課題
材料機能工学専攻	特任教授	福住俊一	革新的過度吸収測定手法 RIPT 法の開発

13. （国研）科学技術振興機構（JST）　戦略的創造研究推進事業（CREST）／分散協調型エネルギー管理システム構築のための理論及び基盤技術の創出と融合展開

研究代表者			研究課題
電気電子工学科	准教授	益田泰輔	太陽光発電予測に基づく調和型電力系制御のためのシステム理論構築／次々世代電力系統受給制御手法の開発

14. （国研）科学技術振興機構（JST）　戦略的創造研究推進事業（CREST）／新たな光機能や光物性の発現・利活用を基軸とする次世代フォトニクスの基盤技術

研究代表者			研究課題
材料機能工学科	准教授	岩谷素顕	深紫外領域半導体レーザの実現と超高濃度不純物・分極半導体の研究／紫外レーザの作製および評価

15. （国研）科学技術振興機構（JST）　国際科学技術共同研究推進事業／戦略的国際共同研究プログラム（SICORP）／（e-ASIA 共同研究プログラム）イノベーションに向けた先端融合（交通）

研究代表者			研究課題
社会基盤デザイン工学科	准教授	中村一樹	IITSL：スマートライフを実現する知的統合交通／都市空間データの可視化と空間の質の評価方法の開発

16. （国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）　高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発／革新的新構造太陽電池の研究開発

研究代表者			研究課題
材料機能工学科	准教授	岩谷素顕	高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発／革新的新構造太陽電池の研究開発

17. （国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）　次世代人工知能・ロボット中核技術開発／（革新的ロボット要素技術分野）次世代機能性材料

研究代表者			研究課題
メカトロニクス工学科	教授	福田敏男	機能性ポリマーを用いた移動ロボットの吸着機構の研究開発

18. （国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）　次世代ロボット中核技術開発／革新的ロボット要素技術分野

研究代表者			研究課題
メカトロニクス工学科	教授	野々村裕	次世代ロボットのためのマルチセンサ実装プラットフォーム／バーチャルユーザーによるオープン化の検討及びロボット用センサシステムの開発

19. （国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）　再生可能エネルギー熱利用技術開発／その他再生可能エネルギー熱利用トータルシステムの高効率化・規格化

研究代表者			研究課題
建築学科	准教授	吉永美香	太陽熱集熱システム最適化手法の研究開発

20.（国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクト／ロボットのプラットフォーム化技術開発（ソフトウェア）

研究代表者			研究課題
メカトロニクス工学科	准教授	大原賢一	人と協働して軽作業をするロボットプラットフォームの開発／コンビニエンスストアを対象としたロボットソフトウェアの開発

21.（国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）IoT 推進のための横断的技術開発プロジェクト

研究代表者			研究課題
情報工学科	教授	吉川雅弥	複製不可能デバイスを活用した IoT ハードウェアセキュリティ基盤の研究開発／ PUF 標準評価基盤の構築

22.（国研）量子科学技術研究開発機構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

研究代表者			研究課題
教養教育	教授	土屋文	照射影響評価

23.（国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA） PMM 研究公募共同研究

研究代表者			研究課題
環境創造学科	准教授	広瀬正史	２つの衛星搭載降水レーダによる高解像度降水気候値の評価

24.（国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA） 航空科学技術研究

研究代表者			研究課題
交通機械工学科	准教授	仙場淳彦	分布変形可能なモーフィング翼システムの開発に関する研究

25.（国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA)

研究代表者			研究課題
交通機械工学科	准教授	菅野望	スラスタ燃焼解析フィルムクーリングモデル検証のためのデータ取得および解析

26.（国研）国立長寿医療研究センター 長寿医療研究開発費

研究代表者			研究課題
メカトロニクス工学科	教授	福田敏男	高齢者の健康長寿促進のためのロボット開発研究／杖ロボットの開発

27.（国研）国立長寿医療研究センター 長寿医療研究開発費

研究代表者			研究課題
メカトロニクス工学科	教授	福田敏男	トレッドミル歩行中の杖ロボットキャンセレーションシステムの開発／杖ロボットの圧検知システム開発

28. 愛知県 知の拠点あいち重点研究プロジェクト（II 期）／近未来水素エネルギー社会形成技術開発プロジェクト・高効率エネルギー部材分野

研究代表者			研究課題
材料機能工学科	教授	上山智	省電力・高耐久ディスプレイの実現に向けたマイクロ LED 実装研究
	教授	竹内哲也	
	准教授	岩谷素顕	

29. 愛知県 知の拠点あいち重点研究プロジェクト（II 期）／近未来水素エネルギー社会形成技術開発プロジェクト・高効率エネルギー部材分野

研究代表者			研究課題
材料機能工学科	教授	竹内哲也	深紫外 280nm（UV-C）LED の開発・製品化

30. 愛知県 ITS 推進協議会　安全・安心な愛知づくりのための ITS 研究補助金

研究代表者			研究課題
社会基盤デザイン工学科	教　授	松本幸正	IoT 技術を利用した新たなバスロケーションシステムの開発と災害時情報配信システムへの展開

31.（公財）若狭湾エネルギー研究センター　公募型共同研究

研究代表者			研究課題
教養教育	教　授	土屋　文	ラジカル含有リチウム酸化物を用いた常温水分解法による水素発生システムの開発

32. 文部科学省科学研究費補助研究一覧

研究種目	研究代表者名			研究題目
基盤研究(C)	教養教育	教授	松村昌紀	タスク基盤の情報交換が生み出す言語能力創発の契機と学習者の発達軌跡
若手研究(B)	数学科	准教授	長郷文和	ノットコンタクトホモロジーの表現論的構造解析
基盤研究(A)	材料機能工学科	准教授	岩谷素顕	電子線励起・深紫外窒化物半導体レーザ
基盤研究(B)	情報工学科	教授	柳田康幸	空気媒体による触・嗅覚提示を用いた非視覚型拡張現実感の基盤技術
基盤研究(B)	材料機能工学科	教授	成塚重弥	ヘテロエピタキシャル成長プラットホーム実現に関する基礎的検討
基盤研究(C)	情報工学科	教授	渡邊晃	スマートフォンによる見守りシステム「分散型 TLIFES」の実現
基盤研究(C)	電気電子工学科	准教授	堀田一弘	テストサンプルの観点を用いた画像認識法の研究
基盤研究(C)	数学科	教授	江尻典雄	周期的極小曲面の変形空間の研究と応用
基盤研究(C)	数学科	教授	橋本英哉	クリフォード環と Cayley 数の幾何学への応用
基盤研究(C)	数学科	教授	鈴木紀明	核解析によるポテンシャル論の新展開
基盤研究(C)	数学科	教授	齊藤公明	超汎関数空間論の新展開と無限次元確率解析及び量子力学系理論への応用
基盤研究(C)	応用化学科	准教授	藤田典史	高感度オプトードのための分子集合体ケモセンサーの開発
基盤研究(C)	応用化学科	教授	大脇健史	光触媒の酸化作用制御による新規燃料合成方法の研究開発
基盤研究(C)	機械工学科	教授	久保貴	同軸噴流拡散場における混合現象の解明と制御に関する研究
基盤研究(C)	交通機械工学科	准教授	菅野望	含窒素推進薬の気相燃焼モデルの包括的構築
基盤研究(C)	社会基盤デザイン工学科	教授	松本幸正	信号情報提供に対する反応を考慮したネットワーク交通流円滑化と CO_2 削減効果の分析
基盤研究(C)	建築学科	教授	寺西浩司	材料分離および乾燥収縮を合理的に考慮できるコンクリートの調合設計法の確立
基盤研究(C)	建築学科	教授	岡田恭明	風力発電施設から発生する周期性変動音の物理的特性の解明と評価指標モデルの構築
若手研究(B)	情報工学科	准教授	鈴木秀和	無線ネットワークシステムの可視化による直感的機器管理制御フレームワークの構築
若手研究(B)	数学科	助教	植松哲也	不分岐コホモロジーと高次元の数論的体上の代数曲面に関する研究
若手研究(B)	建築学科	助教	米澤貴紀	習合神道儀礼の場の復原的研究―神道書の分析を通して―
新学術領域研究	電気電子工学科	准教授	堀田一弘	周辺情報に着目した細胞内画像中の粒子計数と追跡
基盤研究(A)	理工学研究科	教授	福住俊一	金属酸素錯体の基底状態と励起状態の多電子移動精密制御
基盤研究(A)	メカトロニクス工学科	教授	福田敏男	マグネットファイバーの局所磁場操作による３次元細胞組織の構築
基盤研究(B)	社会基盤デザイン工学科	教授	小高猛司	浸透条件下の盛土構造物の崩壊機構の解明と合理的な設計・照査法の提案
基盤研究(B)	材料機能工学科	准教授	赤堀俊和	異常硬化機構を利用したセミプレシャスマテリアル製歯科補綴物の新規な展開
基盤研究(B)	建築学科	教授	高井宏之	超高層住宅の孤立居住問題に対する計画・管理手法－アジア４都市の先進居住の知見活用
若手研究(A)	建築学科	准教授	松田和浩	木質高層建物を対象とした制振技術開発と制振設計法の提案
新学術領域研究	材料機能工学科	教授	上山智	多次元・マルチスケール特異構造の作製と作製機構の解明
特別研究員奨励費	理工学研究科	研究員	高橋奨	高周波デバイス用無機有機複合誘電体材料の創製に関する研究
基盤研究(C)	情報工学科	教授	田中敏光	ストロークとタップを使うスマートウォッチ向け文字入力手法と専用タッチボードの開発
基盤研究(C)	機械工学科	准教授	池本有助	運動に宿る身体表現仮説のロボットによる検証
基盤研究(C)	情報工学科	教授	高橋友一	避難誘導を例にした統計モデルによる社会シミュレーションの妥当性評価方法の検討
基盤研究(C)	数学科	教授	大西良博	Abel 函数論の基本函数 σ の熱方程式による特徴付けと一般加法公式の研究
基盤研究(C)	数学科	准教授	前野俊昭	半順序構造の組合せ論と量子対称性

基盤研究(C)	環境創造学科	教授	西山 桂	農作物の発光標識剤を目指した毒劇物フリーかつ発光波長可変な希土類ナノ粒子の開発
基盤研究(C)	材料機能工学科	教授	永田 央	炭素系複合材料を用いた光合成型物質変換反応の開発
基盤研究(C)	電気電子工学科	教授	中條 渉	イメージセンサと LED アレイによる双方向マルチアクセス可視光通信の高速化
基盤研究(C)	社会基盤デザイン工学科	准教授	渡辺孝一	鋼製橋脚を制震化するためのブレース接合構造に関する非線形性を考慮した設計法の提案
基盤研究(C)	環境創造学科	教授	道正泰弘	コンクリート塊の低品質再生骨材への再資源化に関する研究
挑戦的萌芽研究	社会基盤デザイン工学科	教授	小高猛司	膨潤性鉱物を主体とした地盤材料を記述するための土質力学の再構築
若手研究(B)	電気電子工学科	准教授	増山岳人	非同一マルコフ決定過程間での徒弟学習によるロボットの行動学習
基盤研究(C)特設	情報工学科	教授	吉川雅弥	IoT ハードウェアを指向した安全性を強化するハイブリッド認証システムに関する研究
外国人特別研究員奨励費	社会基盤デザイン工学科	教授	小高猛司 (Dr. GALLE HETTI ARACHCHIGE, J. J.)	膨潤性鉱物を含む地盤材料の理論的定式化
基盤研究(A)	材料機能工学科	教授	竹内哲也	高品位三原色光源実現に向けた青・緑色面発光レーザ
基盤研究(B)	材料機能工学科	特任教授	新家光雄	高酸素含有生体構造用準安定 β 型チタン合金の特異な高強度・高延性化メカニズムの解明
特別研究員奨励費	理工学研究科	DC2	野崎佑典	エナジーハーベストを用いたセキュアな子供の見守りシステムの開発
基盤研究(C)	情報工学科	准教授	坂野秀樹	3 次元声道形状と声帯音源の高精度抽出が可能な高品質音声分析変換合成方式の開発
基盤研究(C)	建築学科	准教授	高橋広人	三次元の波動伝播を考慮した広域表層地盤モデルの高精度化に関する研究
基盤研究(C)	電気電子工学科	PD	呉 準席	プラズマ処理水中の活性種を定量的かつその場測定を行う為の真空紫外吸収分光法の開発
基盤研究(C)	機械工学科	教授	來海博央	表面プラズモン共鳴を利用した高速広域ラマン分光応力イメージング装置の開発
基盤研究(C)	材料機能工学科	助教	今井大地	InN/GaN 短周期超格子による窒化物半導体レーザー導波光制御構造の高機能化
基盤研究(C)	建築学科	教授	鈴木博志	高齢者と地域社会の自立と連携を引き出す「サービス付き高齢者向け住宅」の供給方策
基盤研究(C)	教養教育	教授	土屋 文	全固体リチウムイオン二次電池の充放電時におけるリチウムイオン移動機構の解明
基盤研究(C)	教養教育	助教	神藤定生	組換えシアノバクテリアによる CO_2 を資源とする高効率なバイオエチレン創製
挑戦的研究(萌芽)	メカトロニクス工学科	教授	福田敏男	線虫の化学走性による尿中のガン物質有無の検出デバイスの開発

平成 29 年度受託研究一覧

受託研究担当者			研究課題
情報工学科	教授	柳田康幸	※
材料機能工学科	教授	宇佐美初彦	※
	准教授	榎本和城	リサイクルプラスチックの高強度化再生技術に関する研究
応用化学科	教授	大脇健史	※
	教授	丸山隆浩	※
交通機械工学科	准教授	菅野望	近赤外吸収スペクトル線形に対する雰囲気ガスの影響に関する研究
		菅章紀	※
機械工学科	教授	ペトロス・アブラハ	ニュートラル窒化処理による超ハイテン材用金型プロセス開発
社会基盤デザイン工学科	教授	葛漢彬	鋼橋に生じた疲労き裂原因の解明と対処法に関する研究（その 1）
	教授	松本幸正	くるりんばすの利用実態と利用者意識に関する調査研究
			はたっこ号利用実態及び利用促進に関する研究
	准教授	渡辺孝一	モーションタイトボルトの鋼構造摩擦接合への適用に関する実験的研究
建築学科	教授	岡田恭明	集合住宅用樹脂製排水設備から発生する流水音の評価に関する研究
	教授	武藤厚	愛知県立農業大学校追進館に係る技術調査及び資料保存業務
	准教授	谷田真	タイルデザインの研究
			下呂市「森と人の物語」推進プロジェクト
	准教授	生田京子	豊田市ものづくり創造拠点に関する意匠研究

（注）※ 印は委託者・共同研究機関からの要望により、研究内容等を掲載することを差し控えています。

平成 29 年度共同研究一覧

共同研究者			研究課題
情報工学科	教授	向井利春	※
	教授	山田啓一	※
	准教授	亀谷由隆	※
電気電子工学科	教授	伊藤昌文	※
	教授	辰野恭市	遠隔訪問ロボットの概念設計と試作
	教授	平松美根男	※
	教授	山中三四郎	EL 測定を用いた太陽光発電設備の異常診断に関する研究
	准教授	堀田一弘	※
			※
			※
	准教授	村田英一	集束電極一体型フィールドエミッタの電子軌道シミュレーションと試作
			LaB6 カーボン電子銃に関する共同研究
材料機能工学科	教授	宇佐美初彦	※
			※
			※
			※
			※
	教授	上山智	※
			※
			※
			※
	教授	竹内哲也	※
			※
			※
	教授	成塚重弥	※
			※
	教授	宮嶋孝夫	低抵抗 P 型 GaN を実現するドーピングサイエンスの研究
	准教授	赤堀俊和	※
	准教授	岩谷素顕	※
			※
			※
応用化学科	教授	大脇健史	光触媒の吸湿材料介在中における活性度把握
			光触媒作用の活性度アップ検討（大気圧プラズマ、水酸基ラジカル他）
	教授	永田央	両親媒性半導体高分子・導電性高分子の開発
			※
	教授	坂東俊治	カーボンナノブラン、カーボンナノホーン集合体等の分離技術の研究、及び、それらの物性評価

機械工学科	教授	ペトロス・アブラハ	※
	准教授	清水憲一	※
	准教授	塚田敦史	老人性白内障の視覚特性に配慮したサインディスプレイ設計支援システムに関する研究
交通機械工学科	教授	相馬仁	※
	准教授	菅章紀	高周波用無機複合プラスチック誘電体基板材料の開発
			※
メカトロニクス工学科	教授	大道武生	AGV のナビゲーションシステムに関する研究開発
	准教授	大原賢一	学習機能付画像認識システムによる、製品表面の欠陥検出技術
			RT ミドルウェアによるコンポーネント開発
			炭素繊維とセラミックスを応用したデバイス開発
			IoT 住宅 / 建材（パネル）の技術活用に関する共同研究
			IoT 住宅 / 建材の Web 接続技術に関する共同研究
社会基盤デザイン工学科	准教授	岩下健太郎	バサルト繊維シート接着コンクリートへの凍結融解の影響に関する共同研究
建築学科	准教授	高橋広人	※
			※
			※
	准教授	吉永美香	※
教養教育	教授	土屋文	飛行時間型反跳粒子検出法による LiCoO2 正極 /LATP 固体電解質界面におけるリチウムイオン伝導機構解析
	助教	内田雄介	※

(注)※ 印は委託者・共同研究機関からの要望により、研究内容等を掲載することを差し控えています。

平成29年度奨学寄付金一覧

寄付金受納者			件数
情報工学科	教授	渡邊 晃	1件
	教授	高橋友一	1件
	准教授	川澄未来子	1件
電気電子工学科	准教授	益田泰輔	1件
	助教	村上祐一	1件
材料機能工学科	教授	宇佐美初彦	2件
	教授	上山 智	2件
	准教授	赤堀俊和	1件
	助教	今井大地	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	野々村裕	1件
環境創造学科	教授	道正泰弘	1件
社会基盤デザイン工学科	教授	小髙猛司	2件
	教授	溝口敦子	1件
	准教授	渡辺孝一	1件
建築学科	教授	岡田恭明	1件
	准教授	松田和浩	2件
教養教育	准教授	景山伯春	1件

平 成 29 年

発 表 論 文 題 目

（＊印 環境関連論文題目を示す）

数学科

齊藤 公明

【学術論文】

L. Accardi, U. C. Ji, K. Saitô：“Analytic characterizations of infinite dimensional distributions,”Infinite Dimensional Analysis, Quantum Probability and Related Topics, World Sci. Pub. Co. Vol.20, No.2, pp.1750007-1 ～ 1750007-13（2017）

【その他】

K. Saitô：“Remark on a construction of a stochastic process generated by the exotic Laplacian.,”Joint research onInfinite Dimensional Analysis and Quantum Probability, Chungbuk National University, August 25-29, Korea（2017）(Invited Talk)

K. Saitô：“Powers of white noise associated with the product of distributions,”38th International conference on Infinite Dimension Analysis, Quantum Probability and Related Topics QP 38 Tokyo University of Science, October 2--6, p. 15（2017）(Invited talk)

鈴木 紀明

【学術論文】

H. Nakagawa and N. Suzuki：“Boundedness of Toeplitz operators on parabolic Hardy space,”Linear and Nonlinear Analysis Vol. 2, No.2, pp.229-235（2016）

H. Nakagawa and N. Suzuki：“Carleson inequalityies on parabolic Hardy spaces,”Hokkaido Math. J., Vol. 46, pp.1-14（2017）

長郷 文和

【学術論文】

F. Nagasato, M. Suzuki and Anh T. Tran：“On minimality of two-bridge knots,”International Journal of Mathematics, Vol. 28（2017）

【その他】

Fumikazu Nagasato and S. Suzuki：“Trace-free characters and abelian knot contact homology,”国際研究集会『The 2nd Pan Pacific International Conference on Topology and Applications』, Novotel Ambassador Busan, 韓国, 2017 年 11 月 14 日

F. Nagasato and S. Suzuki：“Ghost characters, character varieties and abelian knot contact homology,”国際研究集会『The 12th East Asian School of Knots and Related Topics』, 東京大学, 2017 年 2 月 13 日

F. Nagasato and S. Suzuki：“On a special SL(2, C)-representation of $\pi_1(\Sigma_2 K)$,”

国際研究集会『The 12th East Asian School of Knots and Related Topics』, 東京大学, 2017 年 2 月 13 日 .

前野 俊昭

【その他】

T. Maeno：“Polynomial expressions of auction functions,”情報セキュリティにおける数学的方法とその実践（2016）

前野俊昭：「多項式の組合せ論と Schubert 多項式」, 組合せ論サマースクール 2017（2017）

前野俊昭：「量子 Schubert calculus の最近の話題」, 信州大学数理科学談話会（2017）

情報工学科

佐川 雄二

【学術論文】

坂香太郎，田中敏光，佐川雄二：「スマートウォッチのバンドに付けて使う極小文字入力ボードの開発」，モバイル学会誌, Vol.8（1/2）, pp.23-30（2017）.

【その他】

榊原健斗，佐川雄二，田中敏光：「ヒントの量を考慮したテキストからのクイズ生成手法」，照明学会東海支部平成 28 年度若手セミナー予稿集, pp.29-30,（2017）.

髙橋優太，佐川雄二，田中敏光：「物語テキストにおける人物関係とその変化の解析手法」，照明学会東海支部平成 28 年度若手セミナー予稿集, pp.31-32,（2017）.

古井達也，佐川雄二，田中敏光：「電子書籍リーダにおけるシーンの印象を損ねない BGM 選曲手法」，照明学会東海支部平成 28 年度若手セミナー予稿集, pp.33-34,（2017）.

髙橋郁弥，佐川雄二，田中敏光：「ユーザの楽曲に対する嗜好の特徴をレビューを用いて推定する手法」，照明学会東海支部平成 28 年度若手セミナー予稿集, pp.35-36,（2017）.

山田浩貴，佐川雄二，田中敏光：「ツイートを対象とした感情解析手法」，照明学会東海支部平成 28 年度若手セミナー予稿集, pp.43-44,（2017）.

野澤拓矢，佐川雄二，田中敏光：「評判情報抽出を用いた飲食店に対するユーザの嗜好の特徴解析方法」，照明学会東海支部平成 28 年度若手セミナー予稿集, pp.47-48,（2017）.

宮原仁，佐川雄二，田中敏光：「ネットニュースへのコメント閲覧者のためのコメントの傾向分析手法」，平成 29 年度電気関係学会東海支部連合大会, G1-4（2017）.

相馬淳二，佐川雄二，田中敏光：「物語テキストを対象とした登場人物の相関図生成手法」，平成 29 年度電気関係学会東海支部連合大会, G2-3（2017）.

廣瀬吉紀，佐川雄二，田中敏光：「プロ野球の試合に対するネットコメントからのプレー情報抽出」，平成 29 年度電気関係学会東海支部連合大会, G2-4（2017）.

田中 敏光

【学術論文】

田中雄也，田中敏光，佐川雄二：「タタブレットの両側を把持した状態で親指のジェスチャーにより文字を入力する手法の提案」，電気学会論文誌 C, Vol.137, No.2, pp.370-378（2017.2）

坂香太朗，田中敏光，佐川雄二：「スマートウォッチのバンドに付けて使う極小文字入力ボードの開発」，モバイル学会誌 Vol.7 No.1/2, pp.15-22（2017/11）

秋田光平，田中敏光，佐川雄二：「入力領域縮小機能を追加したタブレット向けの親指ジェスチャーによる文字入力方式」，モバイル学会誌 Vol.7 No.1/2, pp.43-50（2017/11）

【その他】

安藤佑真，田中敏光，佐川雄二：「小型円形タッチデバイス向けの文字入力手法」，平成 28 年度電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会論文集, D-1-5（2017.3.3）

秦龍太郎，田中敏光，佐川雄二：「リアルタイムでの足跡表示に特化した影の生成手法」，平成 28 年度電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会論文集, D-3-1（2017.3.3）

秋田光平，田中敏光，佐川雄二：「親指ジェスチャーによる文字入力手法 －入力領域縮小機能の実装－」，成 28 年度電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会論文集, D-3-2（2017.3.3）

秋田光平，田中敏光，佐川雄二：「入力領域縮小機能を追加した親指ジェスチャーによる文字入力方法」，照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.3-4（2017.3.4）

榊原和功, 田中敏光, 佐川雄二:「雨量に応じたアスファルト路面の質感表示」，照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.23-24（2017.3.4）

大森礼将，田中敏光，佐川雄二：「ワイパー通過後のフロントガラスに残る拭きむらの CG 表示」，照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.25-26（2017.3.4）

榊原健斗，佐川雄二，田中敏光：「ヒントの量を考慮したテキストからのクイズ生成手法」，照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.27-28（2017.3.4）

髙橋優太，佐川雄二，田中敏光：「物語テキストにおける人物関係とその変化の解析手法」，照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.29-30（2017.3.4）

古井達也，佐川雄二，田中敏光：「電子書籍リーダにおけるシーンの印象を損ねない BGM 選曲手法」，

照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.31-32（2017.3.4）
髙橋郁弥，佐川雄二，田中敏光：「ユーザの楽曲に対する嗜好の特徴をレビューを用いて推定する手法」，照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.33-34（2017.3.4）
坂香太朗，田中 敏光，佐川 雄二：「スマートウォッチ用文字入力手法のための極小文字入力ボード開発」，照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.43-44（2017.3.4）
田中直幸，田中敏光，佐川雄二：「豪雨時のフロントガラスのリアルタイム表示 －ワイパーによる排水処理の実装－」，照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.47-48（2017.3.4）
杉浦圭亮，田中敏光，佐川雄二:「親指のジェスチャーにより手元を見ることなく文字入力する方法の開発」，照明学会東海支部若手セミナー予稿集, pp.49-50（2017.3.4）
坂香太朗，田中敏光，佐川雄二：「スマートウォッチのバンドに付けて使う極小文字入力ボードの開発」，シンポジウム「モバイル’17」論文集, 2122（2017.3.10）
秋田光平，田中敏光，佐川雄二：「入力領域縮小機能を追加したタブレット向けの親指ジェスチャーによる文字入力方式」，シンポジウム「モバイル’17」論文集，2123（2017.3.10）
尾崎尚人, 田中敏光, 佐川雄二:「画面の縁を使うスマートウォッチ向けの文字入力方法」, シンポジウム「モバイル’17」論文集，2124（2017.3.10）
田中直幸，田中敏光，佐川雄二：「豪雨時のワイパーによる排水のリアルタイム表示」，情報処理学会第 79 回全国大会講演論文集，講演番号 2X-01（2017.3.16）
田中直幸，田中敏光，佐川雄二：「ワイパーの排水を考慮した豪雨のリアルタイム表示」，電子情報通信学会 2017 年総合大会講演論文集, D-12-52（2017.3.25）
秋田光平，田中敏光，佐川雄二：「親指ジェスチャーによる文字入力手法の改良－入力領域の自動縮小機能の実装－」，電子情報通信学会 2017 年総合大会講演論文集, H-2-34（2017.3.24）
坂香太朗，田中敏光，佐川雄二：「スマートウォッチのバンドに付ける 1 辺 2cm の文字入力ボード」，電子情報通信学会 2017 年総合大会講演論文集, H-2-35（2017.3.24）
秋田光平，田中敏光，佐川雄二：「スマートウォッチ向けのスライドインを用いた文字入力手法」, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2017，5A2-1（2017-9-5）
坂香太朗，田中敏光，佐川雄二：「スライドインを用いたスマートウォッチ向け文字入力手法専用のタッチボード」，ヒューマンインタフェースシンポジウム 2017，6A1-1（2017-9-6）
田中直幸，田中敏光，佐川雄二：「豪雨時における乗用車のフロントガラスのリアルタイム表示」，映像情報メディア学会年次大会 2017 , 22C-4（2017-8-30）
坂香太朗，田中敏光，佐川雄二：「スライドインを用いた文字入力手法に対応したタッチボード開発」平成 29 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集 D4-2（2017-9-8）
田中直幸，田中敏光，佐川雄二：「豪雨時における乗用車のフロントガラスの CG 表現」，平成 29 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集 H5-4（2017-9-8）
秋田光平，田中敏光，佐川雄二：「画面の外からのスライドインを用いたスマートウォッチ向けの文字入力手法」，平成 29 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集 D3-6（2017-9-8）
藤中優，田中敏光，佐川雄二：「スマートウォッチ用文字入力ボードの評価」，平成 29 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集 D3-7（2017-9-8）
真野拓也，田中敏光，佐川雄二：「タブレット向けの親指のジェスチャーによる英数字入力手法」，平成 29 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集 D3-8（2017-9-8）
玉腰悠貴，田中敏光，佐川雄二:「親指のジェスチャーによる手元を見ない文字入力手法の開発」，平成 29 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集 D4-1（2017-9-8）
寺田晴菜，田中敏光，佐川雄二：「距離画像からの顔方向検出を用いた授業集中度評価」，平成 29 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集 G3-3（2017-9-8）
花井渉，田中敏光，佐川雄二：「足跡のリアルタイム表示のための影テクスチャの生成」，平成 29 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集 H2-1（2017-9-7）
栁瀬敦貴，田中敏光，佐川雄二：「観客の好みを反映したリプレイ映像の生成」，平成 29 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集 H2-2（2017-9-7）
藤吉祐汰，田中敏光，佐川雄二：「CG によるフロントガラスを滑り落ちる雪の表示 －雪片の結合と分離－」，平成 29 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集 H5-5（2017-9-8）
本多啓恭，田中敏光，佐川雄二：「屋内の床面と壁面に残る傷と汚れの表現」，平成 29 年度電気関係学会

東海支部連合大会予稿集 H5-6（2017-9-8）

宮原 仁，佐川雄二，田中敏光：「ネットニュースへのコメント閲覧者のためのコメントの傾向分析手法」，平成 29 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集 C1-4（2017-9-7）

相馬淳二，佐川雄二，田中敏光：「物語テキストを対象とした登場人物の相関図生成手法」，平成 29 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集 C2-3（2017-9-7）

廣瀬吉紀，佐川雄二，田中敏光：「プロ野球の試合に対するネットコメントからのプレー情報抽出」，平成 29 年度電気関係学会東海支部連合大会予稿集 C2-4（2017-9-7）

中野 倫明

【その他】

竹川周吾，中野倫明，山田宗男：「電磁コイルを用いた磁気刺激システムの構築と覚醒効果の検証」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集，第 1 部, [3]（2017-03）

塚田将司，中野倫明，山田宗男：「磁気プロトニクス原理に基づく理論周波数範囲外の磁気刺激によるドライバ覚醒効果の検証」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集，第 1 部, [4]（2017-03）

森下陽平，中野倫明，山田宗男：「磁気刺激と感覚刺激の組み合わせによる覚醒持続時間の検証」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集，第 1 部, [5]（2017-03）

石塚敦司, 中野倫明, 山田宗男：「ニューラルネットワークを用いた実環境下におけるながら歩行弁別手法の検討」, 照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集，第 1 部, [6]（2017-03）

伊藤正都，中野倫明，山田宗男：「ながら行動抑止を目的とした警告手法の検討」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集, 第 1 部, [7]（2017-03）

山本 匠，中野倫明，山田宗男：「実環境下でのながら状態誤検出防止に関する検討」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集，第 2 部, [8]（2017-03）

古川知樹，山田宗男，中野倫明：「自動車運転時の認知機能の評価とその自動化」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集, 第 2 部, [9]（2017-03）

森裕文，山田宗男，中野倫明：「ウォーキングによる高齢者の運転能力向上の検討」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集，第 2 部, [10]（2017-03）

永谷優樹，山田宗男，中野倫明：「高齢ドライバの注意配分の評価」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集，第 2 部, [11]（2017-03）

宮部真太朗，山田宗男，中野倫明：「高齢者の使い勝手を配慮した遂行機能の自動評価システム」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集，第 2 部, [12]（2017-03）

中野倫明：「《運転可否判断にかかわる高齢者の諸特性》2．運転シミュレータの効用と限界」, Modern Physician（特集：自動車運転を考える），37，2, pp.179-180（2017-02）

塚田将司，中野倫明，山田宗男：「生体磁気刺激による覚醒手段における磁界周波数依存性の検証」，平成 28 年度 電子情報通信学会東海支部 卒業研究発表会, P ポスター発表, P-1-6（2017-03）

伊藤正都，中野倫明，山田宗男：「実環境を想定したニューラルネットワークによるながら歩行識別手法の検討」，平成 28 年度 電子情報通信学会東海支部 卒業研究発表会, P ポスター発表, P-1-11（2017-03）

古川知樹，山田宗男，中野倫明：「自動車運転時の認知機能の評価システム」，平成 28 年度 電子情報通信学会東海支部 卒業研究発表会, P ポスター発表, P-1-25（2017-03）

山﨑初夫，山田宗男，中野倫明：「高齢者の自転車運転時の運転能力評価用自転車シミュレータの製作」, 名城大学総合研究所紀要, NO.22, pp.37-40（2017-03）

竹川周吾，久田勇貴，毛利佳之，中野倫明，山田宗男，毛利佳年雄：「生体磁気刺激による覚醒手法を備えたドライビングシミュレータによる覚醒効果の検証」，電子情報通信学会 2017 年総合大会，情報・システムソサイエティ特別企画 学生ポスターセッション予稿集, p151, ISS-SP-151（2017-03）

石塚敦司，中野倫明，山﨑初夫，山田宗男：「角度情報を用いたながら歩行検出手法の検討」，電子情報通信学会 2017 年総合大会，情報・システムソサイエティ特別企画 学生ポスターセッション予稿集, p152, ISS-SP-152（2017-03）

森下陽平, 毛利佳之, 中野倫明, 毛利佳年雄, 山田宗男：「感覚刺激と磁気刺激を組み合わせたドライバ覚醒手法における覚醒効果の持続時間における検証」, 電子情報通信学会 2017 年総合大会，情報・システムソサイエティ特別企画 学生ポスターセッション予稿集, p153, ISS-SP-153（2017-03）

伊藤正都，石塚敦司，山本 匠，山﨑初夫，中野倫明，山田宗男：「ながら状態抑止のための警告手法の検討」，電子情報通信学会 2017 年総合大会，情報・

システムソサイエティ特別企画 学生ポスターセッション予稿集, p154, ISS-SP-154（2017-03）

塚田将司，竹川周吾，久田勇貴，毛利佳之，中野倫明，毛利佳年雄，山田宗男：「ながら状態抑止のための警告手法の検討」，電子情報通信学会 2017 年総合大会，情報・システムソサイエティ特別企画 学生ポスターセッション予稿集, p155, ISS-SP-155（2017-03）

山本 匠，竹川周吾，久田勇貴，中野倫明，山田宗男，内田 敦，大仲幸司，室山智志：「面型 LED 照明を用いた塗装表面検査システムに関する検討」，電子情報通信学会 2017 年総合大会，情報・システムソサイエティ特別企画 学生ポスターセッション予稿集, p197, ISS-SP-197（2017-03）

毛利佳之，山田宗男，中野倫明，毛利佳年雄：「睡眠リバウンド現象を引き起こしにくい生体磁気刺激による新たな居眠り運転防止手法の検討」，2016 年度 交通予防安全コンソーシアム年次報告書, 技術報告, 1. 運転行動, (1), pp.2-8（2017-05）

木本圭哉，永谷優樹，山田宗男，中野倫明：「自動車運転時のドライバの注意配分の評価に関する検討」，2016 年度 交通予防安全コンソーシアム年次報告書, 技術報告，1. 運転行動, (5), pp.24-28（2017-05）

中野倫明：「高齢ドライバの運転意識や運転能力と今後求められる運転支援の対策」，車載テクノロジー, 4，4, pp.59-63（2017-04）

中野倫明，杉浦崇也，宮部慎太朗，山田宗男：「自動車運転を含む高齢者の日常生活に不可欠な認知機能の評価方法」，自動車技術会 2017 年春季大会学術講演会講演予稿集，105 ドライバの知覚・認知，感性・快適性，安全Ⅱ，493, pp.2694-2697（2017-05）

塚田将司, 竹川周吾, 中野倫明, 山田宗男, 毛利佳年雄:「生体磁気刺激によるドライバ覚醒手法における磁界強度依存性の検討」，平成 29 年度 電気・電子・情報関係学会 東海支部連合大会，ヒューマンインタフェースとシミュレーション, Po2-23（2017-09）

伊藤正都，石塚敦司，山本匠，中野倫明，山崎初夫，山田宗男：「SP の所持方向を考慮したながら歩行検出手法の検討」，平成 29 年度 電気・電子・情報関係学会 東海支部連合大会，ヒューマンインタフェースとシミュレーション, Po2-24（2017-09）

奥山博，柿本雄基，佐賀義洋，島達弥，山田宗男，中野倫明，山崎初夫：「自転車シミュレータの製作」，平成 29 年度 電気・電子・情報関係学会 東海支部連合大会，ヒューマンインタフェースとシミュレーション, Po2-25（2017-09）

塚田将司，竹川周吾，中野倫明，山田宗男，毛利佳年雄：「生体磁気刺激によるドライバ覚醒効果の信頼性向上に関する検討」第 15 回情報学ワークショップ WiNF2017 抄録集, 生体情報処理 1 , PC-39（2017-11）

日比敦士，塚田将司，中野倫明，山田宗男，毛利佳年雄：「生体磁気刺激を用いたドライバ覚醒手法における効果検証 －実験による疲労が検証結果に与える影響についての検討」第 15 回情報学ワークショップ WiNF2017 抄録集, 生体情報処理 1 , PC-40（2017-11）

林由英, 塚田将司, 中野倫明, 山田宗男, 毛利佳年雄:「生体磁気刺激を用いたドライバ覚醒手法における効果検証－実験手順が検証結果に与える影響についての検討－」第 15 回情報学ワークショップ WiNF2017 抄録集，生体情報処理 1 , PC-41（2017-11）

伊藤正都，石塚敦司，山本匠，山崎初夫，中野倫明，山田宗男：「ながら歩行抑止システムの実装およびその有効性に関する検証」第 15 回情報学ワークショップ WiNF2017 抄録集，生体情報処理 1 , PB-23（2017-11）

村山貴彦，伊藤正都，山崎初夫，中野倫明，山田宗男：「ニューラルネットワークを用いた「ながら自転車」検出手法の検討」第 15 回情報学ワークショップ WiNF2017 抄録集, 生体情報処理 1 , PB-24（2017-11）

塚田将司，竹川周吾，中野倫明，山田宗男，毛利佳年雄：「生体磁気刺激によるドライバ覚醒効果に関する検証－磁気刺激順序による効果の考察－」，第 15 回 ITS シンポジウム 2017 講演論文集, 対話セッション 3，3-C. ヒューマンファクタ，3-C-03（2017-12）

伊藤正都，石塚敦司，山本匠，山崎初夫，中野倫明，山田宗男：「ながら歩行抑止システムの構築及び有効性の検証」，第 15 回 ITS シンポジウム 2017 講演論文集, 対話セッション 3, 3-C. ヒューマンファクタ, 3-C-04（2017-12）

古川知樹，森 裕文，山崎初夫，山田宗男，中野倫明:「高齢ドライバの運転評価と安全運転への自覚促進の検討」，映像情報メディア学会 冬季大会 2017，ヒューマンインフォメーション 2 ［21C］, 21C-4（2017-12）

山田宗男，中野倫明：「超低周波微小交流磁界刺激による新たなドライバ覚醒手法」，電子情報通信学会，信学技報，スマートインフォメディアシステム研究会(SIS)［チュートリアル講演］(2017-12)

向井 利春

【著書】

向井利春：「触覚センサによる睡眠時状態検出とモニタリング技術」,『生体情報センシングとヘルスケアへの最新応用』, pp.234 243, 技術情報協会(2017)

向井利春：「IPMC アクチュエータ・センサシステムの構築」,『アクチュエータの新材料，駆動制御，最新応用技術』，第 10 章第 7 節, pp.404-409，技術情報協会(2017)

【学術論文】

K.Takashima, H.Kamizono, M.Takenaka, and T.Mukai：“Force sensor utilizing stiffness change of shape-memory polymer based on temperature,” *ROBOMECH Journal*, Vol.4, No.17，8pages（2017）

【その他】

Y.Ogishi and T.Mukai：“Proposal of a Method for Extracting Instantaneous Heart Rate from Pressure Time Series Measured from a Person on a Bed,” 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society(EMBC’17), 1page(2017)

S.Nishikawa and T.Mukai：“Proposal of a Method for Reducing Body Movement Artifacts from Photoplethysmographic Signals Using Accelerometers,” 39th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society（EMBC’17），1page（2017）

金井田峻太，高嶋一登，向井利春:「形状記憶ポリマーシートを用いた肘関節拮抗型姿勢維持装置の改良」, 第 17 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, pp.0755-0758（2016）

松尾卓也，高嶋一登，竹中慎，向井利春：「形状記憶ポリマーを用いた力覚センサの誤差補正のための温度制御と構造評価」，第 17 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, pp.0796-0800（2016）

松本翔平，高嶋一登，則次俊郎，向井利春：「複数枚の形状記憶ポリマーシートを用いた空気圧ゴム人工筋の動作制御」，第 17 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, pp.0735-0740（2016）

長田拡，高嶋一登，向井利春：「形状記憶ポリマーの温度による剛性変化を利用した触覚センサの製作と評価」，第 17 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, pp.0801-0805（2016）

服部成浩，高嶋一登，向井利春：「形状記憶ポリマーを用いたロボットアームの開発」，第 17 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，pp.0759-0762（2016）

大岸優大，向井利春：「ベッド上の触覚センサを用いた瞬時心拍数検出方法の提案」，第 14 回情報学ワークショップ(WiNF2016)，4pages（2016）

柳田 康幸

【学術論文】

神谷知樹，梶本裕之，佐藤克成，柳田康幸：「Haptic-Through Systems：被覆物透過型触覚伝達システムの提案」，日本バーチャルリアリティ学会論文誌，Vol.22, No.3, pp.359-368（2017）

【その他】

大石大典，柳田康幸：「渦輪衝突による香り場生成へ向けた軌道安定性の検討－空気砲の開口部形状による軌道安定性への影響－」，日本バーチャルリアリティ学会研究報告, Vol.22, No.SBR-1，発表番号 SBR2017-2, pp.195-200（2017）

山本拓弥，柳田康幸：「肋骨骨折時の疑似振動提示を行う胸骨圧迫シミュレータの研究－圧迫部位学習手法の提案－」，電子情報通信学会技術研究報告, Vol.116, No.494, MVE2016-66, pp.143-148（2017）

櫻井慎太郎，柳田康幸：「HMD 型テレイグジスタンスの映像シフトによる映像安定化手法 －提案手法の評価－」，電子情報通信学会技術研究報告, Vol.116, No.494, MVE2016-72, pp.173-176（2017）

鈴木諄，坂野秀樹，柳田康幸：「歩行状態対応型マイクスルーイヤホンの研究 －音楽プレイヤー使用時の外部音声と音楽再生レベルのバランスの検討－」, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.116, No.494, MVE2016-74, pp.183-186（2017）

T.Nakano and Y.Yanagida：“Conditions Influencing Perception of Wind Direction by the Head,” Proceedings of IEEE Virtual Reality 2017, pp.229-230（2017）

神谷知樹，佐藤克成，梶本裕之，柳田康幸：「Haptic-Through Systems の提案」, 日本バーチャルリアリティ学会第 18 回力触覚の提示と計算研究会，電気学会知覚情報研究会資料, PI-17-063, pp.45-50（2017）

柳田康幸：「五感を活用した次世代インタフェース技術とその応用」，日本テクノセンター技術セミナー（2017）

河合秀樹，柳田康幸：「衣料繊維におけるチクチク感と突出繊維密度の関係」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, B1-4（2017）

山本拓弥，柳田康幸：「肋骨骨折時の疑似振動提示を行う胸骨圧迫シミュレータの研究－学習 1 週間後の圧迫技能評価－」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, Po2-21（2017）

河合秀樹，柳田康幸：「衣料繊維突出制御を用いたチクチク感制御機構の設計」，第 22 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 発表番号 2D1-03（2017）
河合秀樹，神谷知樹，梶本裕之，佐藤克成，柳田康幸，中野拓哉：「Haptic-Through Systems の提案」，第 22 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集，発表番号 2H01-02（2017）[招待技術展示]
河合秀樹，原拓希，柳田康幸：「HMD 装着時の姿勢と視覚刺激による水平知覚の関係」，第 22 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集，発表番号 3B1-04（2017）
石川雄太，磯野尚史，柳田康幸：「仰向け HMD 体験時における身体動揺計測手法の検討」，第 22 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集，発表番号 3B1-05（2017）
鈴木諄，坂野秀樹，柳田康幸：「マイクスルーイヤホン使用時の外部音声と再生音楽の音量バランスの検討－擬似音楽と実音楽の違いによる影響の調査－」，第 22 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集，発表番号 3A2-03（2017）
山本拓弥，柳田康幸：「肋骨骨折時の疑似振動提示を行う胸骨圧迫シミュレータの研究－圧迫部位学習効果の持続性の評価－」，電子情報通信学会技術研究報告, Vol.117, No.252, MVE2017-26, pp.13-16（2017）

山田 啓一

【著書】

山田啓一：「車載カメラ画像からの歩行者の横断意図の推定」,『車載センシング技術の開発と ADAS，自動運転システムへの応用』，第 6 章 第 7 節, pp.329-333，技術情報協会（2017）

【その他】

熊本浩二，山田啓一：「道路シーン中の歩行者の置かれている状況の認識 - 歩行者の体向き推定の基礎検討 -」，情報処理学会第 79 回全国大会，4P-03（2017）
熊本浩二，山田啓一：「体の特徴点の位置関係を利用した単眼カメラ画像による歩きスマホの検出」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, G4-8（2017）
K.Kumamoto and K.Yamada：“CNN-based Pedestrian Orientation Estimation from a Single Image,” Proceedings of the 4th Asian Conference on Pattern Recognition,（2017）

山田 宗男

【その他】

竹川周吾，中野倫明，山田宗男：「電磁コイルを用いた磁気刺激システムの構築と覚醒効果の検証」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集, 第 1 部, [3]（2017-03）
塚田将司，中野倫明，山田宗男：「磁気プロトニクス原理に基づく理論周波数範囲外の磁気刺激によるドライバ覚醒効果の検証」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集，第 1 部, [4]（2017-03）
森下陽平，中野倫明，山田宗男：「磁気刺激と感覚刺激の組み合わせによる覚醒持続時間の検証」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集，第 1 部, [5]（2017-03）
石塚敦司, 中野倫明, 山田宗男:「ニューラルネットワークを用いた実環境下におけるながら歩行弁別手法の検討」, 照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集，第 1 部, [6]（2017-03）
伊藤正都，中野倫明，山田宗男：「ながら行動抑止を目的とした警告手法の検討」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集, 第 1 部, [7]（2017-03）
山本 匠，中野倫明，山田宗男：「実環境下でのながら状態誤検出防止に関する検討」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集，第 2 部, [8]（2017-03）
古川知樹，山田宗男，中野倫明：「自動車運転時の認知機能の評価とその自動化」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集, 第 2 部, [9]（2017-03）
森 裕文，山田宗男，中野倫明：「ウォーキングによる高齢者の運転能力向上の検討」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集，第 2 部, [10]（2017-03）
永谷優樹，山田宗男，中野倫明：「高齢ドライバの注意配分の評価」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集，第 2 部, [11]（2017-03）
宮部真太朗，山田宗男，中野倫明：「高齢者の使い勝手を配慮した遂行機能の自動評価システム」，照明学会東海支部 平成 28 年度 若手セミナー予稿集，第 2 部, [12]（2017-03）
塚田将司，中野倫明，山田宗男：「生体磁気刺激による覚醒手段における磁界周波数依存性の検証」，平成 28 年度 電子情報通信学会東海支部 卒業研究発表会, P ポスター発表, P-1-6（2017-03）
伊藤正都，中野倫明，山田宗男：「実環境を想定したニューラルネットワークによるながら歩行識別手法の検討」，平成 28 年度 電子情報通信学会東海支部 卒業研究発表会, P ポスター発表, P-1-11（2017-03）
古川知樹，山田宗男，中野倫明：「自動車運転時の認

知機能の評価システム」，平成 28 年度 電子情報通信学会東海支部 卒業研究発表会, P ポスター発表, P-1-25（2017-03）
竹川周吾，久田勇貴，毛利佳之，中野倫明，山田宗男，毛利佳年雄：「生体磁気刺激による覚醒手法を備えたドライビングシミュレータによる覚醒効果の検証」，電子情報通信学会 2017 年総合大会，情報・システムソサイエティ特別企画 学生ポスターセッション予稿集, p151, ISS-SP-151（2017-03）
石塚敦司，中野倫明，山﨑初夫，山田宗男：「角度情報を用いたながら歩行検出手法の検討」，電子情報通信学会 2017 年総合大会，情報・システムソサイエティ特別企画 学生ポスターセッション予稿集, p152, ISS-SP-152（2017-03）
森下陽平, 毛利佳之, 中野倫明, 毛利佳年雄, 山田宗男：「感覚刺激と磁気刺激を組み合わせたドライバ覚醒手法における覚醒効果の持続時間における検証」，電子情報通信学会 2017 年総合大会，情報・システムソサイエティ特別企画 学生ポスターセッション予稿集, p153, ISS-SP-153（2017-03）
伊藤正都，石塚敦司，山本 匠，山碕初夫，中野倫明，山田宗男：「ながら状態抑止のための警告手法の検討」，電子情報通信学会 2017 年総合大会，情報・システムソサイエティ特別企画 学生ポスターセッション予稿集, p154, ISS-SP-154（2017-03）
塚田将司，竹川周吾，久田勇貴，毛利佳之，中野倫明，毛利佳年雄，山田宗男：「ながら状態抑止のための警告手法の検討」，電子情報通信学会 2017 年総合大会，情報・システムソサイエティ特別企画 学生ポスターセッション予稿集, p155, ISS-SP-155（2017-03）
山本匠，竹川周吾，久田勇貴，中野倫明，山田宗男，内田敦，大仲幸司，室山智志：「面型 LED 照明を用いた塗装表面検査システムに関する検討」，電子情報通信学会 2017 年総合大会，情報・システムソサイエティ特別企画 学生ポスターセッション予稿集, p197, ISS-SP-197（2017-03）
毛利佳之，山田宗男，中野倫明，毛利佳年雄：「睡眠リバウンド現象を引き起こしにくい生体磁気刺激による新たな居眠り運転防止手法の検討」，2016 年度交通予防安全コンソーシアム年次報告書, 技術報告, 1. 運転行動, (1), pp.2-8（2017-05）
木本圭哉，永谷優樹，山田宗男，中野倫明：「自動車運転時のドライバの注意配分の評価に関する検討」，2016 年度 交通予防安全コンソーシアム年次報告書, 技術報告，1. 運転行動, (5), pp.24-28（2017-05）
中野倫明，杉浦崇也，宮部慎太朗，山田宗男：「自動車運転を含む高齢者の日常生活に不可欠な認知機能の評価方法」，自動車技術会 2017 年春季大会学術講演会講演予稿集，105 ドライバの知覚・認知，感性・快適性，安全Ⅱ，493, pp.2694-2697（2017-05）
塚田将司，竹川周吾，中野倫明，山田宗男，毛利佳年雄：「生体磁気刺激によるドライバ覚醒手法における磁界強度依存性の検討」，平成 29 年度 電気･電子･情報関係学会 東海支部連合大会，ヒューマンインタフェースとシミュレーション, Po2-23（2017-09）
伊藤正都，石塚敦司，山本匠，中野倫明，山﨑初夫，山田宗男：「SP の所持方向を考慮したながら歩行検出手法の検討」，平成 29 年度 電気・電子・情報関係学会 東海支部連合大会，ヒューマンインタフェースとシミュレーション, Po2-24（2017-09）
奥山博，柿本雄基，佐賀義洋，島達弥，山田宗男，中野倫明，山﨑初夫：「自転車シミュレータの製作」，平成 29 年度 電気・電子・情報関係学会 東海支部連合大会，ヒューマンインタフェースとシミュレーション, Po2-25（2017-09）
塚田将司，竹川周吾，中野倫明，山田宗男，毛利佳年雄：「生体磁気刺激によるドライバ覚醒効果の信頼性向上に関する検討」第 15 回情報学ワークショップ WiNF2017 抄録集, 生体情報処理 1 , PC-39（2017-11）
日比敦士，塚田将司，中野倫明，山田宗男，毛利佳年雄：「生体磁気刺激を用いたドライバ覚醒手法における効果検証 ―実験による疲労が検証結果に与える影響についての検討」第 15 回情報学ワークショップ WiNF2017 抄録集, 生体情報処理 1 , PC-40（2017-11）
林由英, 塚田将司, 中野倫明, 山田宗男, 毛利佳年雄：「生体磁気刺激を用いたドライバ覚醒手法における効果検証－実験手順が検証結果に与える影響についての検討－」第 15 回情報学ワークショップ WiNF2017 抄録集，生体情報処理 1 , PC-41（2017-11）
伊藤正都，石塚敦司，山本匠，山嵜初夫，中野倫明，山田宗男：「ながら歩行抑止システムの実装およびその有効性に関する検証」第 15 回情報学ワークショップ WiNF2017 抄録集，生体情報処理 1 , PB-23（2017-11）
村山貴彦，伊藤正都，山嵜初夫，中野倫明，山田宗男：「ニューラルネットワークを用いた「ながら自転車」検出手法の検討」第 15 回情報学ワークショップ WiNF2017 抄録集, 生体情報処理 1 , PB-24（2017-11）
塚田将司，竹川周吾，中野倫明，山田宗男，毛利佳年

雄：「生体磁気刺激によるドライバ覚醒効果に関する検証－「磁気刺激順序による効果の考察－」，第15回ITSシンポジウム2017講演論文集，対話セッション3, 3-C. ヒューマンファクタ, 3-C-03（2017-12）

伊藤正都，石塚敦司，山本匠，山﨑初夫，中野倫明，山田宗男：「ながら歩行抑止システムの構築及び有効性の検証」，第15回ITSシンポジウム2017講演論文集, 対話セッション3, 3-C. ヒューマンファクタ，3-C-04（2017-12）

古川知樹，森 裕文，山﨑初夫，山田宗男，中野倫明：「高齢ドライバの運転評価と安全運転への自覚促進の検討」，映像情報メディア学会 冬季大会2017，ヒューマンインフォメーション２［21C］, 21C-4（2017-12）

山田宗男，中野倫明：「超低周波微小交流磁界刺激による新たなドライバ覚醒手法」，電子情報通信学会，信学技報，スマートインフォメディアシステム研究会（SIS）［チュートリアル講演］（2017-12）

山本 修身

【学術論文】

山本修身，加藤貴之：「箱入り娘型スライディングパズルのためのパターンデータベースの構築とその性能評価」，電気学会論文誌 C, Vol.137, No.9, pp.1286-1295（2017）

【その他】

石河孝太，山本修身：「GPGPUを用いたDelaunay三角形分割の高速計算について」，第14回情報学ワークショップ，愛知県立大学長久手キャンパス C-20（2016）

石河孝太，山本修身：「単純なデータ構造を用いたCUDAのためのDelaunay三角形分割計算手法」，情報処理学会 第79回全国大会，名古屋大学東山キャンパス 6H-07（2017）

石河孝太，山本修身：「CUDAを用いたDelaunay三角形分割の計算について」，電子情報通信学会2017年総合大会，名城大学天白キャンパス D-1-6（2017）

伊藤康太, 山本修身：「5パズルのための評価関数の「学習」による構成」電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, 名古屋大学東山キャンパス, B1-3（2017）

山本修身：「空間分割によるボロノイ図の計算」幾何的数理モデル・アルゴリズムに関する研究会，明治大学中野キャンパス（2017）

吉川 雅弥

【学術論文】

池崎良哉，野崎佑典，吉川雅弥：「検算対策回路の特性を利用した電力解析攻撃とその評価」，電気学会論文誌 C, vol.136, no.12, pp.1621-1628，2016年12月

野崎佑典，池崎良哉，吉川雅弥：「軽量暗号Simeckに対する二重電磁波解析攻撃とその評価」，電気学会論文誌 C, vol.136, no.12, pp.1613-1620，2016年12月

野崎佑典，吉川雅弥：「改ざん検知暗号Minalpherに対する階層的電力解析手法とその評価」，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.7, no.2, pp.125-134，2017年5月

Y.Nozaki, T.Iwase, Y.Ikezaki, M.Yoshikawa：“Differential electromagnetic analysis for PRESENT and its evaluation with several selection functions,”Journal of International Council on Electrical Engineering, vol.7, issue 1, pp.137-141, June 2017.

Y.Nozaki, Y.Ikezaki, M.Yoshikawa：“Double Rounds Driven Electromagnetic Analysis Attack for a Lightweight Block Cipher Simeck and its Evaluation,”Electronics and Communications in Japan, vol.100, issue 12, pp.29-38, December 2017.

【その他】

野崎佑典，吉川雅弥：「極低電力暗号Midoriに対する電磁波解析とその評価」，第14回情報学ワークショップ WiNF2016 講演論文集, C-12, pp.1-7，2016年11月

池崎良哉，吉川雅弥：「物理的複製不可能関数PUFに対するディープラーニング攻撃の提案と評価」，第14回情報学ワークショップ WiNF2016 講演論文集, C-13, pp.1-4，2016年11月

野崎佑典，吉川雅弥：「Midoriに対するフォールト解析」，電子情報通信学会技術研究報告, IEICE-NLP, vol.116, no.353, pp.33-38，2016年12月

野崎佑典，吉川雅弥：「Minalpherに対する電磁波解析とその評価」，ハードウェアセキュリティフォーラム 2016, no.1，2016年12月

M.Yoshikawa and Y.Nozaki：“Tamper resistance evaluation of PUF in environmental variations,”Proc.of the 2016 IEEE Electrical Design of Advanced Packaging & Systems（EDAPS）, pp.119-121,（Hawaii, USA）, December 2016.

野崎佑典，吉川雅弥：「認証暗号TWINE-OTRに対する電力解析」，暗号と情報セキュリティシンポジウム講演論文集，3C1-3, pp.1-6，2017年1月

池崎良哉，吉川雅弥：「認証モジュールに対する深層学習攻撃」, 平成28年度計測自動制御学会関西支部・システム制御情報学会若手研究発表会講演論文集, D1-1, pp.106-107，2017年1月

長田英樹，吉川雅弥：「消費電力に着目したハードウェ

アトロイの検出手法の評価」，平成 28 年度計測自動制御学会関西支部・システム制御情報学会若手研究発表会講演論文集, D1-2, pp.108-109，2017 年 1 月

M.Yoshikawa and Y.Nozaki：“Hierarchical power analysis attack for falsification detection cipher,”Proc.of the 7th IEEE Annual Computing and Communication Workshop and Conference（CCWC 2017）, pp.1-6,（Las Vegas, USA）, January 2017.

野崎佑典，吉川雅弥：「疑似線形帰還シフトレジスタ PUF の実装方式の違いによる性能評価」，第 42 回東海ファジィ研究会予稿集, no.P1-13, pp.1-5，2017 年 2 月

池崎良哉，吉川雅弥：「Second Glitch PUF の耐タンパ性評価」，電子情報通信学会総合大会講演論文集, no.AS-3-1, pp.20-21，2017 年 3 月

野崎佑典，吉川雅弥：「実装方式の違いによるアービター PUF の機械学習攻撃耐性評価」，電子情報通信学会総合大会講演論文集, no.AS-3-3, pp.24-25，2017 年 3 月

Y.Ikezaki, Y.Nozaki, Y.Ikezaki, and M.Yoshikawa：“Hierarchical Deep Learning Attack for Authenticated Devices,”Proc.of the 2017 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing, pp.49-52, March 2017.

H.Nagata, Y.Ikezaki, Y.Nozaki, and M.Yoshikawa：“Hardware Trojan Detection Method based on Deep Learning,”Proc.of the 2017 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing, pp.53-56, March 2017.

Y.Nozaki, Y.Ikezaki, and M.Yoshikawa：“Two Stages Electromagnetic Analysis for an Authenticated Encryption,”Proc.of the 2017 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing, pp.189-192, March 2017.

T.Sato, Y.Nozaki, Y.Ikezaki, and M.Yoshikawa：“Secure In-vehicle System Using Authenticated Encryption SPECK-OTR,”Proc.of the 2017 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing, pp.241-244, March 2017.

T.Iwase, Y.Ikezaki, Y.Nozaki, and M.Yoshikawa：“Trojan for In-Vehicle System with Sensor Trigger and its Evaluation System,”Proc.of the 2017 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing, pp.245-248, March 2017.

Y.Nozaki and M.Yoshikawa：“Tamper Resistance Evaluation of PUF Implementation against Machine Learning Attack,”Proc.of the 2017 International Conference on Biometrics Engineering and Application, pp.31-36, April 2017.

野崎佑典，吉川雅弥：「認証暗号 MORUS に対する電力解析手法」，情報処理学会研究報告, IPSJ-CDS, vol.19, no.7, pp.1-6，2017 年 5 月

Y.Nozaki and M.Yoshikawa：“Power Analysis Attack for a Fast Authenticated Encryption MORUS,”Proc.of IEEE International Conference on Applied System Innovation, pp.365-368, May 2017

池崎良哉，吉川雅弥：「コネクテッドカー評価システムの開発」，2017 年電子情報通信学会 NOLTA ソサイエティ大会講演論文集, NLS-4，2017 年 6 月

Y.Nozaki, Y.Ikezaki, and M.Yoshikawa：“Evaluation of PLFSR PUF with Several Implementation Methods for FPGA,”Proc.of the 2017 IEEE International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai, pp.46-47, June 2017.

Y.Ikezaki, Y.Nozaki, and M.Yoshikawa：“Evaluation platform for the security of in-vehicle systems,”Proc. of the 2017 IEEE International Meeting for Future of Electron Devices, Kansai, pp.44-45, June 2017.

野崎佑典，吉川雅弥：「SIMON-JAMBU に対する電力解析攻撃」，電子情報通信学会技術研究報告, IEICE-NLP, vol.117, no.121, pp.67-72，2017 年 7 月

Y.Nozaki and M.Yoshikawa：“Statistical Fault Analysis for a Lightweight Cipher Midori,”Proc.of the 14th IEEE International Conference on Information and Automation, pp.236-241, July 2017.

野崎佑典，吉川雅弥：「耐タンパ PUF に対する電磁波解析の基礎検討」，情報処理学会研究報告, IPSJ-CDS, vol.20, no.9, pp.1-6，2017 年 8 月

野崎佑典，吉川雅弥：「小面積実装を指向した耐タンパ認証暗号とその評価」，第 43 回東海ファジィ研究会予稿集, no.10, pp.1-4，2017 年 8 月

池崎良哉，野崎佑典，吉川雅弥：「耐タンパ Lightweight PUF の実装と評価」，第 43 回東海ファジィ研究会予稿集, no.12, pp.1-4，2017 年 8 月

Y.Nozaki and M.Yoshikawa：“Power Analysis Attack for an Authenticated Encryption Offset Two Round,”Proc.of the 7th Annual IEEE International Conference on CYBER Technology in Automation, Control, and Intelligent Systems, pp.521-526, August 2017.

池崎良哉，吉川雅弥：「Lightweight PUF に対するハイブリッド機械学習攻撃」，平成 29 年度電気関係学会北陸支部連合大会講演論文集, E-29，2017 年 9 月

長田英樹，吉川雅弥：「畳み込みニューラルネット

ワークを用いたハードウェアトロイの 検出手法の検討」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集, C4-3，2017 年 9 月

柴垣和也，吉川雅弥：「Simon の耐タンパ回路実装に関する考察」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集, C4-4，2017 年 9 月

池崎良哉，吉川雅弥：「Lightweight PUF のサイドチャネル解析に関する基本検討」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集, C4-5，2017 年 9 月

野崎佑典，吉川雅弥：「TWINE の実装アーキテクチャについての検討」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集, C4-6，2017 年 9 月

Y.Ikezaki, Y.Nozaki, H.Nagata, and M.Yoshikawa：“FPGA Implementation Technique for Power Consumption Aware Tamper Resistance Accelerator of Lightweight PUF,”Proc.of the 2017 IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics（GCCE 2017）, pp.588-589,（Nagoya, Japan）, October 2017.

Y.Nozaki, Y.Ikezaki, H.Nagata, and M.Yoshikawa：“Power Analysis for a Lightweight Authenticated Encryption SIMON-JAMBU,”Proc.of the 2017 IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics（GCCE 2017）, pp.590-591,（Nagoya, Japan）, October 2017.

M.Yoshikawa and Y.Nozaki：“Electromagnetic Analysis Method for Ultra Low Power Cipher Midori,”Proc.of the 8th IEEE Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference（UEMCON 2017），1570382928, October 2017.

渡邊 晃

【著書】

渡邊晃：『ひと見守りテクノロジー』，第 2 章行動の見守り, pp.115-122，株式会社エヌ・ティー・エス（2017）

【学術論文】

加古将規，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「NTMobile を無限の規模に拡大できる仮想 IPv4 アドレス管理方式の提案」，情報処理学会論文誌, Vol.58, No.3, pp.pp.726-735（2017）.

【その他】

納堂博史，八里栄輔，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃:「実用化に向けた NTMobile フレームワークの実装と評価」，第 82 回 MBL・第 53 回 UBI 合同研究発表会, No.46, pp.1-8（2017）.

尾久史弥，納堂博史，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「NTMobile アダプタの実現方式の検討」，情報処理学会第 79 回全国大会講演論文集（2017）.

清水一輝，八里栄輔，納堂博史，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「NTMobile フレームワークの Java ラッパーの提案と実装」，情報処理学会第 79 回全国大会講演論文集（2017）.

菅沼良一，納堂博史，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「NTMobile におけるマルチキャスト機能の実現」，情報処理学会第 79 回全国大会講演論文集（2017）.

田中久順，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「ECHONET Lite 機器のセキュア遠隔制御システムの実装」，マルチメディア，分散，協調とモバイル（DICOMO2017）シンポジウム論文集, Vol.2017, pp.1695 − 1702（2017）.

宮崎祐哉，内藤克浩，鈴木秀和，渡邊晃：「ディジタル証明書認証を活用する移動透過通信技術の開発」，研究報告モバイルコンピューティングとパーベイシブシステム（MBL）, Vol.83, No.30, pp.1 − 8（2017）.

稲垣智，尾久史弥，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「NTMobile における RS を利用しない経路構築手法の提案」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会論文集（2017）.

鴨下友馬，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃:「エンドツーエンド通信を実現する NTMobile のセキュリティ対策，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会論文集（2017）.

黒宮魁人，清水一輝，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃:「スマートデバイスにおける NTMobile の経路生成方式の提案」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会論文集（2017）.

佐藤洸輔，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「NTMobile における移動透過性の実現」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会論文集（2017）.

小島海斗，渡邊晃：「心拍計測による異常検知及び通知システムの提案」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会論文集（2017）.

小島光野，尾久史弥，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「NTMobile アダプタの実現と評価」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会論文集（2017）.

後藤陸人，渡邊晃：「TLIFES を用いた安否確認システムの提案」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会論文集（2017）.

尾久史弥，納堂博史，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「NTMobile 機能を持つアダプタの実現方式の検討」，マルチメディア，分散，協調とモバイル

（DICOMO2017）シンポジウム（2017）.

清水一輝，八里栄輔，納堂博史，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「C 言語の通信ライブラリを呼び出す Java ラッパーの実現と評価」，マルチメディア，分散，協調とモバイル（DICOMO2017）シンポジウム（2017）.

菅沼良一，納堂博史，棚田慎也，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃:「リング状経路を用いたアプリケーションレイヤマルチキャストの提案」，マルチメディア，分散，協調とモバイル（DICOMO2017）シンポジウム（2017）.

F.Ogyu, H.Suzuki, K.Naito and A.Watanabe：“Development of an End-to-End Communication Adapter and Implementation,” The Tenth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking（2017）.

K.Shimizu, H.Suzuki, K.Naito and A.Watanabe：“Realization and Evaluation of Java Wrapper that calls the End-to-End Communication Library,” The Tenth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking（2017）.

R.Suganuma, H.Suzuki, K.Naito and A.Watanabe：“Proposal on Application Layer Multicast, Based on a Ring Shaped Route,”The Tenth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking（2017）.

Hisayoshi Tanaka, Hidekazu Suzuki, Katsuhiro Naito and Akira Watanabe：“Proposal for a Secure End-to-End Remote Control System for ECHONET Lite Home Appliances,”The 6th IEEE Global Conference on Consumer Electronics（GCCE2017）, pp.309 － 310（2017）.

尾久史弥，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「NTMobile アダプタの提案と実装」，第 15 回情報学ワークショップ（WiNF2017）（2017）.

清水一輝，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃:「エンドツーエンド通信ライブラリを使用可能にする Java ラッパーの実現と評価」，第 15 回情報学ワークショップ（WiNF2017）（2017）.

菅沼良一，納堂博史，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「IP アドレスに基づきリング状経路を生成するアプリケーションレイヤマルチキャストの提案」，第 15 回情報学ワークショップ（WiNF2017）（2017）.

黒宮魁人，清水一輝，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃:「スマートデバイスにおける NTMobile の経路生成方式の提案」，第 15 回情報学ワークショップ（WiNF2017）（2017）.

旭 健作

【その他】

Hiroki Kohara, Hideki Banno, and Kensaku Asahi：“Study on intelligibility improvement method based on subband waveform processing focusing on dynamic feature of speech,” The Journal of the Acoustical Society of America, vol.140, Issue 4, October, pp.3059（5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan，2aSPb18）（2016）

Masahiro Itou, Hideki Banno, and Kensaku Asahi：“A study on acoustic feature representing breathiness of singing voice based on vocal-fold vibration modeling,” The Journal of the Acoustical Society of America, vol.140, Issue 4, October, pp.3425（5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan，5pMU2）（2016）

Saki Umeda, Hideki Banno, and Kensaku Asahi：“Study on specific musical instrument sound extraction by clustering of nonnegative matrix factorization bases with linear predictive coding mel-cepstrum,” The Journal of the Acoustical Society of America, vol.140, Issue 4, October, pp.3426（5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan，5pMU7）（2016）

Chifumi Suzuki, Hideki Banno, Kensaku Asahi and Masanori Morise：“Study on relationship between subjective reproducibility of individuality and distance measure for vibrato of singing voice,” The Journal of the Acoustical Society of America, vol.140, Issue 4, October, pp.3428（5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan，5pMU16）（2016）

今枝勇太，旭健作，川澄未来子，渡邊晃：「ACC/CACC 技術を利用した渋滞改善効果の提案」，情報処理学会研究報告モバイルコンピューティングとパーベイシブシステム（MBL）, Vol.2016-MBL-81, No.6, pp.1-22（2016）

小原大輝，坂野秀樹，旭健作：「音声波形に対する動的特徴の強調処理を用いた明瞭性向上手法の改良」，日本音響学会 2017 年春季研究発表会講演論文集，CD-ROM，1-Q-31, p.56（2017）

梅田紗季，坂野秀樹，旭健作：「NMF に基づく楽音からの特定楽器音抽出手法における距離尺度による違いに関する調査」，日本音響学会 2017 年春季研究発

表会講演論文集, CD-ROM，1-Q-40, p.58（2017）
伊藤雅大，坂野秀樹，旭健作：「声帯音源波形を用いた歌唱音声の気息性表現手法に関する検討」，日本音響学会 2017 年春季研究発表会講演論文集, CD-ROM，1-Q-43, p.59（2017）
鈴木千文，坂野秀樹，旭健作，森勢将雅：「微細変動の有無が歌唱音声におけるビブラートの自然性に与える影響の調査」，日本音響学会 2017 年春季研究発表会講演論文集, CD-ROM，1-Q-44, p.59（2017）
小原大輝，坂野秀樹，旭健作：「動的特徴の強調を目的とした波形処理による明瞭性向上手法の改良」，電子情報通信学会技術報告, vol.117, no.189, SP2017-26, pp.33-36（2017）
梅田紗季，坂野秀樹，旭健作：「NMF に基づく特定楽器音抽出における楽器音の特性による性能の違いの調査」，電子情報通信学会技術報告, vol.117, no.189, SP2017-27, pp.37-38（2017）
平田秀平，旭健作：「注文板状態と出来高を用いた相場変動予測モデルに関する基礎検討」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, A1-9（2017）
川村雅也，旭健作：「並列可視光通信におけるちらつきの評価に関する基礎的検討」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, E5-3（2017）
山内瑛棋，旭健作：「QR コードへの付加的情報の付与手法に関する一検討」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, F1-1（2017）
小原大輝，坂野秀樹，旭健作：「帯域分割処理と波形処理を用いた音声の動的特徴強調による明瞭性向上手法の検討」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, M1-1（2017）
梅田紗季，坂野秀樹，旭健作：「NMF に基づく特定楽器音抽出における楽器音の特性による性能の違いの分析」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, M1-2（2017）
鈴木千文，坂野秀樹，旭健作，森勢将雅：「微細変動の有無が深さと速さの変化を含むビブラートに与える影響の調査」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, M1-3（2017）
石田開陸，青山基哉，旭健作：「機械学習を用いた音響認識による接近車両検出の基礎検討」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, M2-7（2017）
梅田紗季，坂野秀樹，旭健作：「NMF 基底のクラスタリングに基づく楽器音の特性による性能に関する検討」，日本音響学会 2017 年秋季研究発表会講演論文集, CD-ROM，1-R-36, p.72（2017）
鈴木千文，坂野秀樹，旭健作，森勢将雅：「微細変動の有無が歌唱音声におけるビブラートの自然性に与える影響の違いの調査」，日本音響学会 2017 年秋季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 1-R-38, p.73（2017）
小原大輝，坂野秀樹，旭健作：「帯域ごとの動的特徴分析結果に基づいた音声の明瞭性向上手法の改良」，日本音響学会 2017 年秋季研究発表会講演論文集, CD-ROM，1-R-47, p.75（2017）

宇佐見 庄五

【その他】

和田えみり，松本直也，臼田毅，宇佐見庄五：「KCQ プロトコルに対する量子利得評価のための信頼性関数と通信路容量の応用」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，E3-2（2017）
余語一輝，松本直也，臼田毅，宇佐見庄五：「2 元線形符号により符号化された量子信号に対する最小誤り率近似式の特性」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，E3-6（2017）
神野祐人，宇佐見庄五：「シンボルペア通信路におけるペア距離導出法の b-symbol 通信路への拡張」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，E5-1（2017）
神野祐人，宇佐見庄五：「b-symbol 通信路における最小距離についての考察」，電子情報通信学会 2017 ソサエティ大会，A-2-8（2017）

川澄 未来子

【その他】

尾山真一，川澄未来子：「照明認識視空間における Chroma の計測と考察,」，日本色彩学会誌，41（3）Supplement, , pp.152-153（2017）
森山なな，川澄未来子：「スイレンにおける視覚イメージと色彩の関係性」，日本色彩学会，41（3）Supplement, pp.83-85（2017）
黄峻，水月浩太郎，川澄未来子：「自動車フロントグリルに対する感性構造の日タイ比較」，日本色彩学会，41（3）Supplement, pp.149-151-85（2017）
尾山真一：「リアリティの高い色彩表示のための色彩変換システムの提案」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 予稿集 CD-ROM（2017）

森山なな，川澄未来子：「スイレンの視覚イメージと色彩の関係性の研究－グラデーションの花弁の効果－」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 予稿集 CD-ROM（2017）

黄峻，森達耶，山田和暉，川澄未来子：「自動車フロントグリルに対する感性構造の年代別比較」平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 予稿集 CD-ROM（2017）

黄峻，森達耶，山田和暉，川澄未来子：「自動車フロントグリルに対する感性構造の日タイ比較研究」フォーラム顔学 2017（2017）

黄峻，森達耶，山田和暉，川澄未来子：「自動車フロントグリルに対する日タイ感性構造の価値観別比較」，第 19 回日本感性工学会大会，E13（2017）

川澄未来子，仁科健：「日本とタイにおける感性品質向上のためのシルバーメタリック色の比較」，第 19 回日本感性工学会大会, D21（2017）

S.Oyama, M.Kawasumi：“Study on Effect of Changing RVSI on Colour Appearance,”ASSOCIATION INTERNATIONALE DE LA COULEUR 2017 JEJU（2017）

N.Moriyama, Kitirochana, M.Kawasumi：“Comparative Study on Visual Image Structure of Flower Products between Japanese and Thai People,”ASSOCIATION INTERNATIONALE DE LA COULEUR 2017 JEJU（2017）

黄峻，森達耶，山田和暉，川澄未来子：「自動車フロントグリルの形態要素が感性構造に与える効果の分析」, WiNF2017 情報学ワークショップ（2017）

A.Asano, S.Tasumi, C.Muraki Asano, K.Okajima, and M.Kawasumi：“Temporal transition enhances the consonance of color arranements,”Proc.Twenty-fifth Color and Imaging Conference（CIC25）, pp.240-244（2017）

A.Asano, S.Yamamoto, C.Muraki Asano, K.Okajima, M.Kawasumi, L.Li, and X.Y.Guo：“Visual distinguishability of confusing Chinese and Japanese character pairs in disturbed text alignments,” 20th Conference of the European Society ofr Cognitive Psycholoty（ESCoP2017）, No.1709（2017）

A.Asano, M.Yamada, C.Muraki Asano, K.Okajima, and M.Kawasumi：“Human affectiveness on color arrangements in geometrical figures,” 40th European Conference on Visual Perception（ECVP2017）, P.11（2017）

A.Asano, H.A.Nguyen, C.Muraki Asano, K.Okajima, M.Kawasumi, H.Tanaka, and Y.Hatakeyama：“Affective responses to regular / predictable / irregular curves measured by using a wearable vital sensor,”Arts & Perception Vol.5, p.373（2017）.

鈴木 秀和

【学術論文】

加古将規，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「NTMobile を無限の規模に拡大できる仮想 IPv4 アドレス管理方式の提案」，情報処理学会論文誌, Vol.58, No.3, pp.726-735（2017）

Wataru Nishio, Hidekazu Suzuki and Yukimasa Matsumoto：“Evaluation of location estimation method for bus location system based on wireless sensor networks,”Transportation Research Procedia, Vol.25, pp.3913-3925（2017）

【その他】

棚田慎也，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「暗号技術を用いたセキュアなグループ管理方式の提案」，第 14 回情報学ワークショップ（WiNF2016）論文集（2016）

Rina Umeyama and Hidekazu Suzuki：“iHAC：Smart Appliance Controller Using AR Technology,”Proceedings of the 35th IEEE International Conference on Consumer Electronics（ICCE2017）, pp.157-158（2017）

Mami Okada and Hidekazu Suzuki：“Implementation of Seamless Connection System for Bluetooth Low Energy Devices in Remote Locations,”Proceedings of the 35th IEEE International Conference on Consumer Electronics（ICCE2017）, pp.341-342（2017）

岡田真実，鈴木秀和：「遠隔地にある Bluetooth LE 機器のシームレス接続手法に関する研究」，映像情報メディア学会技術報告，Vol.41, No.5, pp.185-189（2017）

納堂博史，八里栄輔，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「実用化に向けた NTMobile フレームワークの実装と評価」, 情報処理学会研究報告モバイルコンピューティングとパーベイシブシステム（MBL）, No.2017-MBL-82, No.46, pp.1-8（2017）

江崎敬俊，梅山莉奈，鈴木秀和：「iHAC システムにおける異種プロトコル間の機器連携手法の提案」，第 79 回情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.2017, No.1，1S-03, pp.65-66（2017）

小久保由惟，梅山莉奈，鈴木秀和：「Monaca を利用した iHAC アプリケーションのハイブリッド化に関す

る設計」, 第 79 回情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.2017, No.1, 1S-04, pp.67-68（2017）
菅沼良一，納堂博史，鈴木秀和，渡邊晃，内藤克浩：「NTMobile におけるマルチキャスト機能の実現」, 第 79 回情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.2017, No.1, 1U-01, pp.283-284（2017）
金松友哉，大久保陽平，鈴木秀和，渡邊晃，内藤克浩:「NTMobile における通信制御機能の提案と実装」, 第 79 回情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.2017, No.1, 1U-02, pp.285-286（2017）
鈴木聡人, 山田貴之, 鈴木秀和, 渡邊晃, 内藤克浩:「Swift に対応した NTMobile フレームワークの設計」, 第 79 回情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.2017, No.1, 6U-01, pp.365-366（2017）
尾久史弥，納堂博史，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「NTMobile アダプタの実現方式の検討」, 第 79 回情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.2017, No.1, 6U-02, pp.367-368（2017）
清水一輝，八里栄輔，納堂博史，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「NTMobile フレームワークの Java ラッパーの提案と実装」, 第 79 回情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.2017, No.1, 6U-03, pp.369-370（2017）
上野大輝，岡田真実，鈴木秀和：「柔軟な設定変更が可能なレガシー家電機器用スマート化システムの設計」, 第 79 回情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.2017, No.1, 7U-01, pp.383-384（2017）
田中久順，山田貴之，大久保陽平，鈴木秀和：「ECHONET Lite 機器のセキュア遠隔制御システムの提案」, 第 79 回情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.2017, No.1, 7U-03, pp.387-388（2017）
米本拓馬，西尾航，鈴木秀和，松本幸正：「GTFS を用いたリアルタイムバス停ナビゲーションシステムの提案」, 第 79 回情報処理学会全国大会講演論文集, Vol.2017, No.1, 1V-07, pp.407-408（2017）
宮崎祐哉，内藤克浩，鈴木秀和，渡邊晃：「ディジタル証明書認証を活用する移動透過通信技術の開発」, 情報処理学会研究報告モバイルコンピューティングとパーベイシブシステム（MBL）, No.2017-MBL-83, No.30, pp.1-8（2017）
尾久史弥，納堂博史，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「NTMobile 機能を持つアダプタの実現方式の検討」, マルチメディア，分散，協調とモバイル（DICOMO2017）シンポジウム論文集, Vol.2017, No.2F-2, pp.402-408（2017）
清水一輝，八里栄輔，納堂博史，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「C 言語の通信ライブラリを呼び出す Java ラッパーの実現と評価」, マルチメディア，分散，協調とモバイル（DICOMO2017）シンポジウム論文集, Vol.2017, No.2F-3, pp.409-415（2017）
田中久順，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「ECHONET Lite 機器のセキュア遠隔制御システムの実装」, マルチメディア，分散，協調とモバイル（DICOMO2017）シンポジウム論文集, Vol.2017, No.8E-4, pp.1695-1702（2017）
菅沼良一，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「リング状経路を用いたアプリケーションレイヤマルチキャストの提案」, マルチメディア，分散，協調とモバイル（DICOMO2017）シンポジウム論文集, Vol.2017, No.8F-2, pp.1715-1720（2017）
岡田真実，鈴木秀和：「Bluetooth over DTLS による宅内 Bluetooth 機器向け遠隔接続システムの評価」, 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）, No.2017-CDS-20, No.8, pp.1-8（2017）
横地リー紫音，岡田真実，林宏輔，鈴木秀和：「マルチプラットフォーム対応 iHAC アプリケーションの基本検証」, 平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集, No.B4-9（2017）
稲垣智，尾久史弥，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「NTMobile における RS を利用しない経路構築手法の提案」, 平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集, No.C3-1（2017）
佐藤洸輔，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「NTMobile における移動透過性の実現」, 平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集, No.C3-2（2017）
小島光野，尾久史弥，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃：「NTMobile アダプタの実現と評価」, 平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集, No.C3-3（2017）
鴨下友馬，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃:「エンドツーエンド通信を実現する NTMobile のセキュリティ対策」, 平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集, No.C3-4（2017）
黒宮魁人，清水一輝，鈴木秀和，内藤克浩，渡邊晃:「スマートデバイスにおける NTMobile の経路生成方式の提案」, 平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集, No.C3-5（2017）
保下拓也，吉松彰宏，鈴木秀和，松本幸正：「バスロケーションシステムにおける位置情報圧縮手法の検討」, 平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集, No.D1-3（2017）
吉松彰宏，保下拓也，鈴木秀和，松本幸正：「IoT バ

スロケーションシステムにおける電子ペーパーを利用した情報配信の検討」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集, No.D1-4（2017）

稲垣有紗，鈴木秀和，松本幸正：「標準的なバス情報フォーマットに対応した GTFS データ生成システムの検討」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集, No.D1-5（2017）

柳瀬知広，田中久順，鈴木秀和：「IoT デバイスの柔軟なホスト名自動生成手法の検討」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集, No.E2-4（2017）

林宏輔，岡田真実，横地リー紫音，鈴木秀和：「環境情報に基づいて異種規格の IoT デバイス連携をサポートする iHAC Hub の検討」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集, No.E2-6（2017）

Fumiya Ogyu, Hidekazu Suzuki, Katsuhiro Naito and Akira Watanabe：“Development of an End-to-End Communication Adapter and Implementation,” Proceedings of the 10th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking（ICMU2017）, pp.67-68（2017）

Kazuki Shimizu, Hidekazu Suzuki, Katsuhiro Naito and Akira Watanabe：“Realization and Evaluation of Java Wrapper That Calls the End-to-End Communication Library,” Proceedings of the 10th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking（ICMU2017）, pp.69-70（2017）

Ryoichi Suganuma, Hidekazu Suzuki, Katsuhiro Naito and Akira Watanabe：“Proposal on Application Layer Multicast, Based on a Ring Shaped Route,” Proceedings of the 10th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking（ICMU2017）, pp.79-80（2017）

Hisayoshi Tanaka, Hidekazu Suzuki, Katsuhiro Naito and Akira Watanabe：“Proposal for a Secure End-to-End Remote Control System for ECHONET Lite Home Appliances,” Proceedings of the 6th IEEE Global Conference on Consumer Electronics（GCCE2017）, pp.309-310（2017）

坂野 秀樹

【その他】

Hiroki Kohara, Hideki Banno, and Kensaku Asahi：“Study on intelligibility improvement method based on subband waveform processing focusing on dynamic feature of speech,” The Journal of the Acoustical Society of America, vol.140, Issue 4, October, pp.3059（5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan，2aSPb18）(2016)

Masahiro Itou, Hideki Banno, and Kensaku Asahi：“A study on acoustic feature representing breathiness of singing voice based on vocal-fold vibration modeling,” The Journal of the Acoustical Society of America, vol.140, Issue 4, October, pp.3425（5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan，5pMU2）(2016)

Saki Umeda, Hideki Banno, and Kensaku Asahi：“Study on specific musical instrument sound extraction by clustering of nonnegative matrix factorization bases with linear predictive coding mel-cepstrum,” The Journal of the Acoustical Society of America, vol.140, Issue 4, October, pp.3426（5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan，5pMU7）(2016)

Chifumi Suzuki, Hideki Banno, Kensaku Asahi and Masanori Morise：“Study on relationship between subjective reproducibility of individuality and distance measure for vibrato of singing voice,” The Journal of the Acoustical Society of America, vol.140, Issue 4, October, pp.3428（5th Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan，5pMU16）(2016)

鈴木諄，坂野秀樹，柳田康幸：「歩行状態対応型マイクスルーイヤホンの研究 －音楽プレイヤー使用時の外部音声と音楽再生レベルのバランスの検討－」，電子情報通信学会技術研究報告, vol.116, no.494, MVE2016-74, pp.183-186（2017）

小原大輝，坂野秀樹，旭健作：「音声波形に対する動的特徴の強調処理を用いた明瞭性向上手法の改良」，日本音響学会 2017 年春季研究発表会講演論文集, CD-ROM，1-Q-31, p.56（2017）

梅田紗季，坂野秀樹，旭健作：「NMF に基づく楽音からの特定楽器音抽出手法における距離尺度による違いに関する調査」，日本音響学会 2017 年春季研究発表会講演論文集, CD-ROM，1-Q-40, p.58（2017）

伊藤雅大，坂野秀樹，旭健作：「声帯音源波形を用いた歌唱音声の気息性表現手法に関する検討」，日本音響学会 2017 年春季研究発表会講演論文集, CD-ROM，1-Q-43, p.59（2017）

鈴木千文，坂野秀樹，旭健作，森勢将雅：「微細変動

の有無が歌唱音声におけるビブラートの自然性に与える影響の調査」，日本音響学会 2017 年春季研究発表会講演論文集, CD-ROM，1-Q-44, p.59（2017）
小原大輝，坂野秀樹，旭健作：「動的特徴の強調を目的とした波形処理による明瞭性向上手法の改良」，電子情報通信学会技術報告, vol.117, no.189, SP2017-26, pp.33-36（2017）
梅田紗季，坂野秀樹，旭健作：「NMF に基づく特定楽器音抽出における楽器音の特性による性能の違いの調査」，電子情報通信学会技術報告, vol.117, no.189, SP2017-27, pp.37-38（2017）
小原大輝，坂野秀樹，旭健作：「帯域分割処理と波形処理を用いた音声の動的特徴強調による明瞭性向上手法の検討」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, M1-1（2017）
梅田紗季，坂野秀樹，旭健作：「NMF に基づく特定楽器音抽出における楽器音の特性による性能の違いの分析」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, M1-2（2017）
鈴木千文，坂野秀樹，旭健作，森勢将雅：「微細変動の有無が深さと速さの変化を含むビブラートに与える影響の調査」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集, CD-ROM, M1-3（2017）
鈴木諄，坂野秀樹，柳田康幸：「マイクスルーイヤホン使用時の外部音声と再生音楽の音量バランスの検討－擬似音楽と実音楽の違いによる影響の調査－」，第 22 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集，CD-ROM，3A2-03（2017）
梅田紗季，坂野秀樹，旭健作：「NMF 基底のクラスタリングに基づく楽器音の特性による性能に関する検討」，日本音響学会 2017 年秋季研究発表会講演論文集, CD-ROM，1-R-36, p.72（2017）
鈴木千文，坂野秀樹，旭健作，森勢将雅：「微細変動の有無が歌唱音声におけるビブラートの自然性に与える影響の違いの調査」，日本音響学会 2017 年秋季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 1-R-38, p.73（2017）
小原大輝，坂野秀樹，旭健作：「帯域ごとの動的特徴分析結果に基づいた音声の明瞭性向上手法の改良」，日本音響学会 2017 年秋季研究発表会講演論文集，CD-ROM，1-R-47, p.75（2017）

電気電子工学科

伊藤 昌文

【学術論文】

T.Kobayashi, N.Iwata, J.-S.Oh, H.Hashizume, T.Ohta, K.Takeda, K.Ishikawa, M.Hori and M.Ito：“Bactericidal pathway of *Escherichia coli* un buffered saline treated with oxygen radicals,”J.Phys.D：Appl.Phys.Vol.50, pp.155208-1-7（2017-3）; https://doi.org/10.1088/1361-6463/aa61d7 査読有

A.Ando, K.Takeda, T.Ohta, M.Ito, M.Hiramatsu, K.Ishikawa, H.Kondo, M.Sekine, T.Suzuki, S.Inoue, Y.Ando, and M.Hori：“Characteristics of optical emissions of arc plasma processing for high-rate synthesis of highly crystalline single-walled carbon nanotubes,” Japanese Journal of Applied Physics, vol.56, pp.035101 -1- 035101 -5（2017-3）査読有

R.Furuta, N.Kurake, K.Ishikawa, K.Takeda, H.Hashizume, H.Kondo, T.Ohta, M.Ito, M.Sekine, M.Hori, Intracellular-molecular changes in plasma-irradiated budding yeast cells studied using multiplex coherent anti-Stokes Raman scattering microscopy, ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY 19, pp.13438-13442（2017-4）; DOI：10.1039/C7CP00489C 査読有

E.J Szili, N.Gaur, S.-H.Hong, Hi.Kurita, J.-S.Oh, M.Ito, A.Mizuno, A.Hatta, A.J Cowin, D.B Graves, and R.D Short：“The assessment of cold atmospheric plasma treatment of DNA in synthetic models of tissue fluid, tissue and cells,”J.Phys.D：Appl.Phys.Vol.50, pp.274001-1-15,（2017-5）; https://doi.org/10.1088/1361-6463/aa7501 査読有

石川健治，近藤隆，竹田圭吾，呉準席，橋爪博司，田中宏昌，近藤博基，太田貴之，伊藤昌文，関根誠，堀勝：「電子スピン共鳴法を活用したプラズマバイオ反応プロセスの診断,” プラズマ・核融合学会誌, 小特集「大気圧プラズマ－液相反応プロセスにおける診断技術の進展」, vol.93, pp.246-252（2017-5）（解説）

J.-S.Oh, E.J.Szili, S.-H.Hong, N.Gaur, T.Ohta, M.Hiramatsu, A.Hatta, R.D.Short, and M.Ito：“Mass Spectrometry Analysis of the Real-Time Transport of Plasma-Generated Ionic Species Through an Agarose Tissue Model Target,”Journal of Photopolymer Science and Technology, Vol.30, pp.317-323（2017-06-26）；
https://www.jstage.jst.go.jp/article/photopolymer/30/3/30_317/_pdf 査読有

R.Furuta, N.Kurake, K.Takeda, K.Ishikawa, T.Ohta, M.Ito, H.Hashizume, H.Tanaka, H.Kondo, M.Sekine, M.Hori：“Lipid droplets exhaustion with caspases activation in HeLa cells cultured in plasma-activated medium observed by multiplex coherent anti-Stokes Raman scattering microscopy,”Biointerphases, Vol.12, 031006-1-8（2017-8）; http://dx.doi.org/10.1116/1.4997170 査読有

橋爪博司，田中宏昌，堀勝，伊藤昌文：「大気圧プラズマ処理における殺菌・医療・バイオ分野への応用」, 工業材料, Vol.65, No.10, 27-30（2017-10）（解説）

M.Ito, J.-S.Oh, T.Ohta, M.Shiratani, M.Hori：“Current status and future prospects of agricultural applications using atmospheric-pressure plasma technologies,” Plasma Process Polym., e1700073-1–15（2017-10）; https://doi.org/10.1002/ppap.201700073（Review Paper）査読有

K.Sakai, S.Kojiya, J.Kamijo, Y.Tanaka, K.Tanaka, M.Maebayashi, J.-S Oh, M.Ito, M.Hori, M.Shimizu, M.Kato：“Oxygen-radical pretreatment promotes cellulose degradation by cellulolytic enzymes,” Biotechnology for Biofuels, to be published in Dec.（2017-12）査読有

【その他】（国際会議）

（Invited）M.Hori, M.Sekine, K.Ishikawa, H.Kondo, K.Takeda, H.Hashizume, H.Tanaka, F.Kikkawa, M.Mizuno and M.Ito, Interaction of Plasma with Cells for Agriculture and Biomedical Applications, 3rd International Workshop on Advanced Plasma Technology and Applications, Jan.11-14（2017-1）, Nong Lam University, Hochiminh, Vietnam

K.Yamamasu, K.Yamashita, T.Ohta, M.Ito and M.Hori：“Measurement of active oxygen / nitrogen species in plasma treated water for promoting growth of crops ,” International Conference on Plasma Medical Science Innovation（ICPMSI）2017, P-14,（2017-2）

T.Kobayashi, J.-S.Oh, H.Hashizume, T.Ohta, K.Ishikawa, M.Hori and M.Ito：“MEASUREMAENT OF HOO IN OXYGEN-RADICAL-TREATED WATER USING ELECTRON SPIN RESONANCE,”International Conference on Plasma Medical Science Innovation（ICPMSI）2017, P-13,（2017-2）

K.Iga, J.-S.Oh, M.Ito, M.Hiramatsu and T.Ohta：“AMBIENT MASS SPECTROMETRIC INVESTIGATION OF AN ADDITIONAL O2 IN AN ATMOSPHERIC-PRESSURE He PLASMA JET,” International Conference on Plasma Medical Science Innovation（ICPMSI）2017, P-16,（2017-2）

R.Furuta, K.Ishikawa, H.Hashizume, H.Tanaka, K.Takeda, T.Ohta, H.Kondo, M.Ito, M.Sekine and M.Hori：“Intracellular changes of reactive oxygen and nitrogen species in HeLa Cells induced by plasma-activated Medium ,”International Conference on Plasma Medical Science Innovation（ICPMSI）2017, P-5,（2017-2）

T.Kondo, R.Tero, H.Hashizume, H.Kondo, M.Hori and M.Ito：“In-situ observation of interaction between reactive species in radical-irradiated solutions and molecule diffusion in supported lipid bilayer,”Taiwan-Japan Joint Workshop of 5th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications（WEEEA）, 5th International Workshop for Nano-Carbon Workshop（IWNC）and 7th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology（IWPBST）, p.9,（2017-3）, Nagoya Dome-Mae Campus, Meijo University, Nagoya

T.Kobayashi, J.-S Oh, H.Hashizume, T.Ohta, K.Ishikawa, M.Hori, M.Ito：“Inactivation Mechanism of E.coli in Liquids Using Oxygen Radical Source,”Taiwan- Japan Joint Workshop of 5th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications（WEEEA）, 5th International Workshop for Nano-Carbon Workshop（IWNC）and 7th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology（IWPBST）, p.10,（2017-3）, Nagoya Dome-Mae Campus, Meijo University, Nagoya

M.Okachi, J.-S.Oh, H.Hashizume, M.Hori, M.Ito：“Proliferative effect of budding yeast cells in culture medium irradiated with nitric oxide radicals,”Taiwan-Japan Joint Workshop of 5th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications（WEEEA）, 5th International Workshop for Nano-Carbon Workshop（IWNC）and 7th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology（IWPBST）, p.11,（2017-3）, Nagoya Dome-Mae Campus, Meijo University, Nagoya

H.Ito, T.Ohta, K.Ishikawa, M.Hiramatsu, M.Hori：“Novel soft ionization method for mass spectrometry using a carbon nanomaterial,”Taiwan- Japan Joint Workshop of 5th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications（WEEEA）, 5th International Workshop for Nano-Carbon Workshop（IWNC）and 7th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology（IWPBST）, p.12,（2017-3）, Nagoya Dome-Mae Campus, Meijo University, Nagoya

K.Iga, J.-S.Oh, M.Ito, M.Hiramatsu, T.Ohta：“Measurement of Positive and Negative Ions in He Plasma Jet Using an Ambient Mass Spectrometry,”Taiwan- Japan Joint Workshop of 5th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications（WEEEA）, 5th International Workshop for Nano-Carbon Workshop（IWNC）and 7th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology（IWPBST）, p.14,（2017-3）, Nagoya Dome-Mae Campus, Meijo University, Nagoya

K.Yamamasu, K.Yamashita, T.Ohta, M.Ito, M.Hori：“Measurement of reactive oxygen/nitrogen species in plasma-treated water,”Taiwan- Japan Joint Workshop of 5th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications（WEEEA）, 5th International Workshop for Nano-Carbon Workshop（IWNC）and 7th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology（IWPBST）, p.21,（2017-3）, Nagoya Dome-Mae Campus, Meijo University, Nagoya

T.Koizumi, T.Murata, M.Hori, M.Ito：“Analysis of apoptosis induction using radical-irradiated medium on melanoma cells,”Taiwan- Japan Joint Workshop of 5th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications（WEEEA）, 5th International Workshop for Nano-Carbon Workshop（IWNC）and 7th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology（IWPBST）, p.24,（2017-3）, Nagoya Dome-Mae Campus, Meijo University, Nagoya

Y.Tanaka, H.Hashizume, J.-S.Oh, K.Ishikawa, T.Ohta, M.Hori, and M.Ito：“Evaluation of lipid peroxidation in mold spore treated with oxygen radicals,”Taiwan-Japan Joint Workshop of 5th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications（WEEEA）, 5th International Workshop for Nano-Carbon Workshop（IWNC）and 7th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology（IWPBST）, p.26,（2017-3）, Nagoya Dome-Mae Campus, Meijo University, Nagoya

Y.Shimono, J.-S.Oh, Y.Komori, M.Hori and M.Ito：“Inactivation of Pseudomonas aeruginosa using atmspheric-pressure oxygen radical source,” 9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials/10th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science（ISPlasma2017/IC-PLANTS2017）(2017-3),

Chubu University, Kasugai

T.Kobayashi, J.-S.Oh, H.Hashizume, T.Ohta, K.Ishikawa, M.Hori, M.Ito：“Inactivation Mechanism of E.coli in Liquid Phase Treated with Neutral Oxygen Radicals,” 9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials/10th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science（ISPlasma2017/IC-PLANTS2017）(2017-3), Chubu University, Kasugai

M.Okachi, J.-S.Oh, H.Hashizume, M.Hori, M.Ito：“Effects of nitric oxygen radicals on growth promotion of budding yeast cells,” 9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials/10th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science（ISPlasma2017/IC-PLANTS2017）(2017-3), Chubu University, Kasugai

Y.Tanaka, H.Hashizume, J.-S.Oh, K.Ishikawa, T.Ohta, M.Hori, and M.Ito：“Dependence of mold spores on oxidative stress through oxygen atoms,” 9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials/10th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science（ISPlasma2017/IC-PLANTS2017）(2017-3), Chubu University, Kasugai

T.Kondo, R.Tero, H.Hashizume, H.Kondo, M.Hori and M.Ito：“In situ observation of supported lipid bilayer treated with solutions irradiated with oxygen radicals,” 9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials/10th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science（ISPlasma2017/IC-PLANTS2017）(2017-3), Chubu University, Kasugai

T.Koizumi, T.Murata, M.Hori, M.Ito：“Inactivation mechanism of melanoma cells using medium irradiated by oxygen radicals,” 9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials/10th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science（ISPlasma2017/IC-PLANTS2017）(2017-3), Chubu University, Kasugai

J.-S.Oh, K.Iga, K.Ogawa, E.J.Szili, A.Hatta, R.D.Short, T.Ohta, M.Hiramatsu, M.Hori, M.Ito：“Ambient mass spectrometric diagnosis of an atmospheric pressure He plasma jet,” 9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials/10th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science（ISPlasma2017/IC-PLANTS2017）(2017-3), Chubu University, Kasugai

K.Yamamasu, K.Yamashita, T.Ohta, M.Ito, and M.Hori：“Behavior of reactive oxygen/nitrogen species in plasma-treated water,” 9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials/10th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science（ISPlasma2017/IC-PLANTS2017）(2017-3), Chubu University, Kasugai

R.Furuta, K.Ishikawa, H.Hashizume, H.Tanaka, K.Takeda, T.Ohta, H.Kondo, M.Ito, M.Sekine and M.Hori, Plasma-activated Medium Induced Intracelluar Changes of HeLa Cells, 9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials/10th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science（ISPlasma2017/IC-PLANTS2017）(2017-3), Chubu University, Kasugai

H.Iwata, T.Ohta, Masafumi Ito, M.Hiramatsu, H.Kondo and M.Hori, Investigation of Ionomer Concentration on the performance of Polymer Electrolyte Fuel Cell Using Cabon Nanowalls, 9th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials/10th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science（ISPlasma2017/IC-PLANTS2017）(2017-3), Chubu University, Kasugai

T.Kobayashi, J.-S.Oh, H.Hashizume, T.Ohta, K.Ishikawa, M.Hori, M.Ito, Measurement of HOO• in oxygen-radical-treated water using electron spin resonance, International Conference on Plasma Medical Science Innovation（ICPMSI）(2017-3), Nagoya University, Nagoya

T.Koizumi, T.Murata, M.Hori, M.Ito, Apoptosis induction of melanoma cells treated with radical-irradiated medium, International Conference on Plasma Medical Science Innovation（ICPMSI）(2017-3), Nagoya University, Nagoya

（Invited）M.Ito, M.Okachi, J.-S.Oh, H.Hashizume, M.Hori：“Growth enhancement of cells and plants through plasma-generated radicals,”The 22nd Korea-Japan Workshop on Advanced Plasma Processes and Diagnostics and The 9th Workshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-Nano Materials,（2017-4）Sungkyunkwan University, Korea

M.Takeno, Y.Tanaka, H.Hashizume, J.-S.Oh, M.Hori and M.Ito：“Verification of mold spores with oxygen radicals using fluorescence reagents,”The 22nd Korea-Japan Workshop on Advanced Plasma Processes and Diagnostics and The 9thWorkshop for NU-SKKU Joint Institute for Plasma-Nano Materials,（2017-4）Sungkyunkwan University, Korea

（Invited）J.-S.Oh, K.Iga, T.Ohta, M.Hiramatsu, M.Ito “Threshold ionization mass spectrometric diagnosis of an atmospheric-pressure helium microplasma jet,” International Workshop on Microplasmas 2017, June 6-9（2017-6）, Garmisch-Partenkirchen, Germany

（Invited）T.Ohta, M.Ito：“Growth enhancement of radish sprout by using plasma-treated water,” The 7th International Symposium on Plasma Biosciences（ISPB2017-7）June 27 – 29,（2017-6）Ramada Plaza Jeju Hotel, Jeju, Korea

J.-S.Oh, E.J.Szili, S.-H.Hong, N.Gaur, T.Ohta, M.Hiramatsu, A.Hatta, R.D.Short, and M.Ito：“Mass Spectrometry Analysis of the Real-Time Transport of Plasma-Generated Ionic Species Through an Agarose Tissue Model Target,” 34th International Conference of Photopolymer Science and Technology, June 26-29 2017, Chiba, Japan

M.Ito, M.Okachi, J.-S.Oh, H.Hashizume, M.Hori “Effect of nitric oxide radicals on the proliferation of budding yeast,”XXXIII International Conference on Phenomena in Ionized Gases, 9-14 July 2017, Estoril/Lisbon, Portugal

J.-S.Oh, M.Okachi, T.Kobayashi, T.Ohta, M.Hiramatsu, M.Hori, M.Ito “Threshold ionization mass spectrometry for the measurement of nitric oxide（NO）generated by an atmospheric-pressure radical source,” 23rd International Symposium on Plasma Chemistry, July 30-August 4（2017）, Montréal, Canada

J.-S.Oh, M.Okachi, T.Kobayashi, T.Ohta, M.Hiramatsu, M.Hori and M.Ito：“Threshold ionization mass spectrometry for the measurement of nitric oxide（NO）generated by an atmospheric-pressure radical source,” International Union of Materials Research Societies, The 15th International Conference on Advanced Materials（IUMRS-ICAM2017）C5-O01-005, August 27-September 1,（2017-9）Kyoto University, Kyoto, Japan

T.Ohta, R.Furuta, N.Kurake, K.Ishikawa, K.Takeda, H.Hashizume, H.Kondo, M.Ito, and M.Hori：“Observation of intracellular-molecular changes in plasma-irradiated cells using multiplex coherent anti-Stokes Raman scattering microscopy,”The 11th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering（AEPSE 2017）September 11-15（2017-9）Jeju International Convention Center, Jeju, Korea

Yuta Tanaka, Jun-Seok Oh, Hiroshi Hashizume, Masashi Kato, Masaru Hori and Masafumi Ito：“Oxygen radical treatment of Aspergillus flavus spores,”The 11th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering（AEPSE）, S9-OR06,（2017-9）Jeju International Convention Center, Jeju, Korea

M.Okachi, J.-S.Oh, H.Hashizume, M.Hori, M.Ito：“Proliferative effects of budding yeast cells irradiated with nitric oxide radicals and oxygen radicals,”The 11th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering（AEPSE2017）(2017-9), Jeju International Convention Center , Jeju, Korea

T.Koizumi, T.Murata, M.Hori, M.Ito：“Apoptosis induction of melanoma cells treated with oxygen radical-irradiated medium,”The 11th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering（AEPSE2017）(2017-9), Jeju International Convention Center , Jeju, Korea

T.Kondo, J.-S.Oh, R.Tero, H.Hashizume, H.Kondo, M.Hori and M.Ito：“In-situ observation of molecular diffusion of supported lipid bilayer irradiated oxygen radicals,”S9-OR08, The 11th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering（AEPSE2017）, September 11-15（2017-9）Jeju International Convention Center, Jeju, Korea

M.Takeno, J.-S.Oh, H.Hashizume, M.Hori and M.Ito：“Effects of oxygen radical treatment on purple photosynthetic bacteria,”The 11th Anniversary Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering（AEPSE2017）, p.77, September 11-15（2017-9）, Jeju International Convention Center, Jeju, Korea

Y.Kitada, T.Hayashi, K.Ishikawa, M.Hori, M.Ito：“Visible light absorption spectrometry of aqueous extract of raw horse meat irradiated with oxygen radicals ,”The 11th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering, p76（S9-PO10）,（2017-9）, Jeju International Convention Center, Jeju, Korea

J.-S.Oh, Y.Nakai, M.Hiramatsu, M.Hori and M.Ito：“Spatial distribution of ionic species in plasma plume

of an atmospheric pressure He plasma jet,"The 39th International Symposium on Dry Process (DPS2017), P-68, November 16-17 (2017-11) Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan

A.Ando, K.Takeda, T.Ohta, M.Ito, M.Hiramatsu, K.Ishikawa, H.Kondo, M.Sekine, T.Suzuki, S.Inoue, Y.Ando, and M.Hori:"Characterization of arc plasma for syntheses of highly crystalline single-walled carbon nanotubes (SWNTs),"The 39th International Symposium on Dry Process (DPS2017), P-24, November.16-17 (2017-11) Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan

(Invited) T.Ohta, M.Ito and M.Hori:"Growth promotion for agriculture stimulated by atmospheric pressure plasma,"the 10th EU-Japan Joint Symposium on Plasma Processing (JSPP2017) December 4-7, (2017-12) Bankoku Shinryokan, Okinawa, Japan

(Invited) M.Ito:"Growth control of microorganisms using non-equilibrium atmospheric-pressure radical source,"The 10th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology (APSPT-10), December 15-17 (2017-12) Taoyuan, Taiwan

Y.Tanaka, J.-S Oh, H.Hashizume, M.Kato, T.Ohta, M.Hori and M.Ito:"Verification of promoting effect of Aspergillus spores using oxygen radical,"The 10th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology (APSPT-10), December 15-17 (2017-12) Taoyuan, Taiwan

M.Takeno, J.-S.Oh, H.Hashizume, M.Hori, M.Ito:"Promotion effects of radical irradiation on growth of purple photosynthetic bacteria,"The 10th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology (APSPT-10), December 15-17 (2017-12) Taoyuan, Taiwan

T.Koizumi, T.Murata, M.Hori, and M.Ito:"Activation of caspase signaling pathway in melanoma cells treated with oxygen radical-irradiated medium,"The 10th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology (APSPT-10), December 15-17 (2017-12) Taoyuan, Taiwan

Y.Kitada, J.-S.Oh, T.Hayashi, K.Ishikawa, M.Hori, M.Ito:"Comparison of aqueous extracts of raw horse meats irradiated with various radicals,"The 10th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology (APSPT-10), December 15-17 (2017-12) Taoyuan, Taiwan

T.Kondo, J.-S.Oh, R.Tero, H.Hashizume, H.Kondo, M.Hori, M.Ito:"In-situ observation of molecular diffusions of supported lipid bilayers in DDW and PBS irradiated with oxygen radicals,"The 10th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology (APSPT-10), December 15-17 (2017-12) Taoyuan, Taiwan

M.Okachi, J.-S.Oh, H.Hashizume, M.Hori, M.Ito:"Reaction mechanism in solutions irradiated with nitic oxide radicals,"The 10th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology (APSPT-10), December 15-17 (2017-12) Taoyuan, Taiwan

Y.Tanaka, J.-S Oh, H.Hashizume, M.Kato, T.Ohta, M.Hori and M.Ito:"Control of Enzyme Activity of Aspergillus using Oxygen-Radical Treatment,"Taiwan-Japan Joint Workshop of 6th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications, 6th International Work shop for Nano-Carbon and Workshop and 8th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology (2017-12), Chung-Yuan Christian University, Taiwan

T.Koizumi, T.Murata, M.Hori, and M.Ito:"Activation of apoptosis signalling pathway in melanoma cells treated with oxygen-radical-irradiated medium,"Taiwan-Japan Joint Workshop of 6th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications, 6th International Work shop for Nano-Carbon and Workshop and 8th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology (2017-12), Chung-Yuan Christian University, Taiwan

M.Okachi, J.-S.Oh, H.Hashizume, M.Hori, M.Ito:"Elucidation of growth-promotion factor of budding yeast cells in liquids irradiated with nitric oxide or oxygen radicals,"Taiwan-Japan Joint Workshop of 6th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications, 6th International Work shop for Nano-Carbon and Workshop and 8th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology (2017-12), Chung-Yuan Christian University, Taiwan

Y.Kitada, J.-S.Oh, T.Hayashi, K.Ishikawa, M.Hori, M.Ito:"Inactivation of E.coli on raw horse meat treated with hydrogen radicals,"Taiwan-Japan Joint Workshop of 6th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications, 6th International Work shop for Nano-Carbon and Workshop and 8th International Workshop

for Plasma-bio Science and Technology（2017-12）, Chung-Yuan Christian University, Taiwan

M.Takeno, J.-S.Oh, H.Hashizume, M.Hori and M.Ito：“Growth-promotion effects of radical irradiation on purple photosynthetic bacteria,”Taiwan-Japan Joint Workshop of 6th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications，6th International Work shop for Nano-Carbon and Workshop and 8th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology（2017-12）, Chung-Yuan Christian University, Taiwan

N.Iwata, J.-S.Oh, M.Ito：“Time evolutions of RONS concentration and sterilization effect in radical-activated water,”Taiwan-Japan Joint Workshop of 6th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications，6th International Work shop for Nano-Carbon and Workshop and 8th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology（2017-12）, Chung-Yuan Christian University, Taiwan

T.Nagase, Y.Komori, J.-S.Oh, M.Ito“Inactivation of *Pseudomonas aeruginosa* through indirect irradiation of oxygen radicals,”Taiwan-Japan Joint Workshop of 6th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications，6th International Work shop for Nano-Carbon and Workshop and 8th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology（2017-12）, Chung-Yuan Christian University, Taiwan

K.Ogawa, T.Koizumi, T.Murata, M.Hori, and M.Ito“Mitochondria disfunction in melanoma cells treated with oxygen-radical-irradiated medium,”Taiwan-Japan Joint Workshop of 6th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications，6th International Work shop for Nano-Carbon and Workshop and 8th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology（2017-12）, Chung-Yuan Christian University, Taiwan

【その他】（国内学会）

R.Furuta, K.Ishikawa, H.Hashizume, H.Tanaka, K.Takeda, T.Ohta, H.Kondo, M.Ito, M.Sekine, M.Hori：「Intracellular Response Analysis of HeLa Cells Treated with Plasma-Activated Medium」，第 34 回プラズマプロセシング研究会（SPP34）/ 第 29 回プラズマ材料科学シンポジウム（SPSM29），16aA1（2017-1）

T.Kobayashi, J.-S.Oh, H.Hashizume, T.Ohta, K.Ishikawa, M.Hori, M.Ito：「Influence of pH on Inactivation of E-coli in Oxygen-Radical Treated Water」，第 34 回プラズマプロセシング研究会（SPP34）/ 第 29 回プラズマ材料科学シンポジウム（SPSM29），17aA3（2017-1）

H.Iwata, T.Ohta, M.Ito, M.Hiramatsu, H.Kondo, M.Hori：「Power Generation Characteristics of Polymer Electrolyte Fuel Cell Using Carbon Nanowalls」，第 34 回プラズマプロセシング研究会（SPP34）/ 第 29 回プラズマ材料科学シンポジウム（SPSM29），17aB4（2017-1）

Y.Tanaka, J.-S.Oh, H.Hashizume, T.Ohta, M.Hori, M.Ito：「Fluorescence Microscopy of Penicillium Digitatum Spores Irradiated with Oxygen Radicals」，第 34 回プラズマプロセシング研究会（SPP34）/ 第 29 回プラズマ材料科学シンポジウム（SPSM29），18aB4（2017-1）

J.-S.Oh, K.Iga, T.Ohta, M.Hiramatsu, M.Ito：「Threshold Ionization Mass Spectrometry for Measuring Short-living Reactive Neutral Species in Atmospheric-pressure He Plasma Jet」，第 34 回プラズマプロセシング研究会（SPP34）/ 第 29 回プラズマ材料科学シンポジウム（SPSM29），18pA5（2017-1）

伊藤 寛納, 太田貴之, 石川健治, 平松美根男, 伊藤昌文, 堀勝：「カーボンナノウォールを用いた新規表面支援レーザー脱離 / イオン化質量分析法の開発と生体試料平成 28 年度レーザー学会中部支部若手研究発表会,（2017-1）

（招待講演）伊藤昌文:「ラジカルによる菌の成長制御」，第１９回プラズマ医療サイエンスの扉，2017 年 2 月 17 日，名古屋大学 IB015 室

（招待講演）呉準席，伊藤昌文：「プラズマジェットを用いたプラズマ医療応用」，千葉工業大学プラズマフォーラム，千葉工業大学,（2017-3）

（招待講演）呉準席，八田章光，伊藤昌文，紫外吸収分光を用いた液中のラジカル測定, NAIST 異分野融合ワークショップ，奈良先端科学技術大学院大学,（2017-3）

二村文悟，伊藤昌文，小森由美子，低温大気圧プラズマによる黄色ブドウ球菌毒素の不活化の検討，日本薬学会第 137 年会,（2017-3）仙台

呉準席，伊賀 一憲，太田貴之，平松美根男，伊藤昌文：「Ambient mass spectrometric study of atmospheric-pressure micro-plasma jets：Effect of metastable atoms on the creation of short-living species」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会，14p-P1-8（2017-3）

山桝研士郎, 山下郷志郎, 太田貴之, 伊藤昌文, 堀勝:「プラズマ処理水中の化学種の解析」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会，14p-P9-21（2017-3）

田中優太，呉準席，加藤雅士，橋爪博司，太田貴之，堀勝，伊藤昌文：「酸素ラジカル照射されたコウジカビ胞子の不活化と形態変化」，第 64 回応用物理学

会春季学術講演会，16a-313-12（2017-3）

岩田紘明，太田貴之，伊藤昌文，平松美根男，近藤博基，堀勝：「カーボンナノウォールを用いた固体高分子形燃料電池の高効率化」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会，16a-315-5（2017-3）

古田凌，石川健治，橋爪博司，田中宏昌，竹田圭吾，太田貴之，近藤博基，伊藤昌文，関根誠，堀勝：「マルチプレックス CARS によるプラズマと細胞の相互作用の観察」, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会，16a-313-7（2017-3）

伊賀一憲，呉準席，伊藤昌文，平松美根男，太田貴之：「閾値イオン化質量分析法を用いた He/O2 大気圧プラズマジェット中の活性種の診断」，電気学会プラズマ研究会, PST-17-060（2017-8）

北田悠人，呉準席，林利哉，石川健治，堀勝，伊藤昌文：「ラジカル照射を用いた馬肉の色調変化を抑えた殺菌手法の検討」，応用物理学会 第 11 回プラズマエレクトロニクスインキュベーションホール, P2（2017-8）国立中央青少年交流の家，静岡

小泉貴義，村田富保，堀勝，伊藤昌文：「ラジカル照射培養液によるメラノーマ細胞におけるアポトーシス誘導」,「応用物理学会 第 11 回プラズマエレクトロニクスインキュベーションホール」, P4（2017-8）国立中央青少年交流の家，静岡

嶽野正和，呉準席，橋爪博司，堀勝，伊藤昌文「酸素ラジカル照射における紅色光合成細菌の成長制御」, 第 11 回プラズマエレクトロニクスインキュベーションホール, P6（2017-8），国立中央青少年交流の家，静岡

岩田紘明，太田貴之，伊藤昌文，平松美根男，近藤博基，堀勝：「カーボンナノウォールを触媒層として用いた固体高分子形燃料電池の発電特性」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, DVDROM（8a-A402-3）（2017-9）福岡国際会議場，福岡

呉準席，小川広太郎，平松美根男，伊藤昌文，八田章光：「水中溶存酸素の紫外吸収分光測定」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, DVDROM（8a-PB3-1）（2017-9）福岡国際会議場，福岡

田中優太，呉準席，加藤雅士，橋爪博司，太田貴之，堀勝，伊藤昌文：「酸素ラジカル照射を用いて不活化されたカビ胞子の蛍光染色評価と電子顕微鏡像解析」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会，DVDROM（6p-S22-6）（2017-9）福岡国際会議場，福岡

北田悠人，呉準席，林利哉，石川健治，堀勝，伊藤昌文：「水素ラジカル照射を用いた還元処理による馬肉の色調変化」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, DVDROM（5a-S22-5）（2017-9）福岡国際会議場，福岡

近藤大成，呉準席，手老龍吾，橋爪博司，近藤博基，堀勝，伊藤昌文：「酸素ラジカル内活性種と脂質二重膜の相互作用の蛍光像その場観察」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, DVDROM（5a-S22-1）（2017-9）福岡国際会議場，福岡

小泉貴義，村田富保，堀勝，伊藤昌文：「酸素ラジカル照射培養液を用いたメラノーマ細胞におけるアポトーシス誘導因子の活性化への影響」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会，5a-S22-3（2017-9）福岡国際会議場，福岡

岡地正嗣，呉準席，橋爪博司，堀勝，伊藤昌文「一酸化窒素ラジカル照射による出芽酵母の増殖効果」, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会，5s-S22-8（2017.9.5-9.8）福岡国際会議場，福岡

嶽野正和，呉準席，橋爪博司，堀勝，伊藤昌文「紅色光合成細菌に対する酸素ラジカル照射の影響」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会予稿集, DVDROM（5a-S22-6）（2017-9），福岡国際会議場，福岡

岡地正嗣，呉準席，橋爪博司，堀勝，伊藤昌文：「一酸化窒素ラジカル照射量の制御による出芽酵母の成長促進効果」第 5 回応用物理学会名古屋大学スチューデントチャプター東海地区学術講演会, PP26（2017.10.28-10.29）名古屋大学，名古屋

小泉貴義，村田富保，堀勝，伊藤昌文：「メラノーマ細胞に対する酸素ラジカル照射培養液を用いたアポトーシスシグナル因子の活性化」，第 5 回応用物理学会スチューデントチャプター東海地区学術講演会,（2017-10-29）名古屋大学，名古屋

近藤大成，呉準席，手老龍吾，橋爪博司，近藤博基，堀勝，伊藤昌文：「DDW と PBS 中の酸素ラジカル照射支持脂質二重膜のその場観察」，第 5 回応用物理学会スチューデントチャプター東海地区学術講演会, PP24,（2017-10）名古屋大学，名古屋

北田悠人，呉準席，林利哉，石川健治，堀勝，伊藤昌文：「各種中性活性種を用いた馬肉の還元処理法の検討」，第 5 回応用物理学会名古屋大学スチューデントチャプター東海地区学術講演会, B1,（2017-10）名古屋大学，名古屋

嶽野正和，呉準席，橋爪博司，堀勝，伊藤昌文「酸素ラジカル照射による紅色光合成細菌の促進条件の調査」，名古屋大学スチューデントチャプター, PP28（2017-10），名古屋大学，名古屋

田中優太，呉準席，加藤雅士，橋爪博司，太田貴之，堀勝，伊藤昌文「酸素ラジカル処理されたコウジカビ胞子群の成長制御」, Plasma Conference 2017, 22Fp-05 (2017-11) 姫路商工会議所，姫路

岡地正嗣，呉準席，橋爪博司，堀勝，伊藤昌文：「酸化窒素ラジカル照射溶液中での出芽酵母増殖因子の解 明 」, Plasma Conference 2017，22Fp-07（2017-11）姫路商工会議所，姫路

小泉貴義，村田富保，堀勝，伊藤昌文：「酸素ラジカル照射培養液で処理したメラノーマ細胞におけるアポトーシス誘導因子の活性化」, Plasma Conference 2017，22Fp-03（2017-11）姫路商工会議所，姫路

近藤大成，呉準席，手老龍吾，橋爪博司，近藤博基，堀勝，伊藤昌文：「DDW と PBS 中での脂質二重膜蛍光像への酸素ラジカル照射の影響のその場観察」, Plasma Conference 2017，24P-110（2017-11）姫路商工会議所，姫路

北田悠人，呉準席，林利哉，石川健治，堀勝，伊藤昌文：「各種ラジカル照射された馬肉水抽出液の可視吸光分光測定」, Plasma Conference 2017，24P-106, (2017-11) 姫路商工会議所，姫路

嶽野正和，呉準席，橋爪博司，堀勝，伊藤昌文：「紅色光合成細菌に対するラジカル照射の増殖促進効果」, Plasma Conference 2017，24P-103（2017-11），姫路商工会議所，姫路

【その他】(中高生向け公開講演会)

（招待講演）伊藤昌文：「プラズマで人類を救おう！」，ときめき☆ときめきサイエンス「のぞいてみようプラズマと生物と医療の不思議な世界」, http://www.jsps.go.jp/hirameki/ht29000/ht29180.pdf 児玉 哲司

【その他】

川﨑忠寛, 吉田竜視, 加藤丈晴, 野間口恒典, 揚村寿英, 児玉哲司，富田正弘，生田孝：「電界型 球面・色収差補正器の開発」，日本電子顕微鏡学会第 73 回学術講演会発表要旨集, p.22（2017）

小國宏樹，児玉哲司，川﨑忠寛，生田孝：「電界レンズによる球面収差補正器の基本特性」，日本電子顕微鏡学会

第 73 回学術講演会発表要旨集, p.154（2017）

小國宏樹，児玉哲司，川﨑忠寛，生田孝：「電界レンズによる球面収差補正器の基本特性２」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集，H1-3（2017）

中條 渉

【学術論文】

近藤那樹，北岡涼太郎，水野翔太，中條渉：「逐次推定法を用いたイメージセンサ可視光通信の同期方式」，電子情報通信学会論文誌 B, Vol.J100-B, No.2, pp.77-89（2017）

【その他】

近藤那樹，北岡涼太郎，中條渉：「広角レンズと LED を用いた双方向イメージセンサ可視光通信のアイソレーション特性」，電子情報通信学会 ITS 研究会, Vol.116, No.43, ITS2016-75, pp.411-415（2017）

北岡涼太郎, 近藤那樹, 中條渉:「最大パーセントフリッカ条件下でのイメージセンサ可視光通信のちらつき防止変調」，電子情報通信学会 ITS 研究会, Vol.116, No.43, ITS2016-76, pp.417-420（2017）

陣田拓哉：「逐次推定法によるイメージセンサ可視光通信のシンボル同期改善」，平成 28 年度電子情報通信学会東海支部卒業研究発表会, P-1-14（2017）

渡邉誠司，近藤那樹，中條渉：「受信シンボルの周期性を用いたイメージセンサ可視光通信の同期法」, 2017 年電子情報通信学会総合大会, A-9-11（2017）

陣田拓哉, 近藤那樹, 中條渉:「逐次推定法によるイメージセンサ可視光通信のシンボル同期改善」，2017 年電子情報通信学会総合大会, A-9-12（2017）

陣田拓哉，近藤那樹，中條渉：「イメージセンサ可視光通信のシンボル同期法の比較」，電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会, Vol.117, No.51, WBS2017-3, pp.13-17（2017）

陣田拓哉，中條渉：「長周期受信シンボルパターンによるイメージセンサ可視光通信のシンボル同期」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, E5-4（2017）

陣田拓哉，木下雅裕，中條渉：「サブキャリア変調による 256QAM イメージセンサ可視光通信」，2017 年電子情報通信学会ソサイエティ大会, A-9-6（2017）

陣田拓哉，新帯康生，中條渉:「ローリングシャッターによるイメージセンサ可視光通信の高速シンボル同期」，電子情報通信学会ワイドバンドシステム研究会, Vol.117, No.234, WBS2017- 24, pp.7-10（2017）

T.Zinda and W.Chujo：“Symbol Synchronization Method of Image-Sensor Visible Light Communication Using Rolling Shutter,”2017 IEEE 6th Global Conference on Consumer Electronics, pp.77-78, Nagoya, Japan（2017）

T.Kondo, T.Zinda and W.Chujo：“Wide-Angle Isolation Characteristics of Full-Duplex Image-Sensor Visible Light Communication,”2017 International Symposium on Antennas and Propagation, pp.77-78, Phuket, Thailand

（2017）

T.Kondo, T.Zinda and W.Chujo：“Symbol Rate and Timing Estimation for Image-Sensor VLC by a Cycle Pattern of Received Symbols,” IEEE Global Communications Conference 2017, Singapore（2017）

都竹 愛一郎

【その他】

沢井淳志，都竹愛一郎：「新幹線通過時の地デジ放送波受信電界変動の推定」，照明学会東海支部若手セミナー，31,（Mar.2017）

沢井淳志，村瀬裕哉，間瀬はるな，今村國康，都竹愛一郎：「地上デジタル放送波を用いた周波数・時刻分配に関する研究」，映像情報メディア学会放送技術研究会, VOL41 No.6, pp.13-16,（Feb.2017）

山本隼，沢井淳志，都竹愛一郎：「地上デジタル放送波に同期した周波数源に関する研究」，電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, Pol-13,（Sep.2017）

沢井淳志，山本隼，都竹愛一郎：「地上デジタル放送波の周波数安定度の測定」，映像情報メディア学会年次大会，21E-3,（Aug.2017）

山本隼，沢井淳志，都竹愛一郎：「地上デジタル放送波に同期した周波数源の作製」，映像情報メディア学会年次大会，21E-4,（Aug.2017）

【特許】

都竹愛一郎：「電波時計の機能実行方法」，特許登録6192529号（Aug.2017）

平松 美根男

【学術論文】

A.Ando, K.Takeda, T.Ohta, M.Ito, M.Hiramatsu, K.Ishikawa, H.Kondo, M.Sekine, T.Suzuki, S.Inoue, Y.Ando, and M.Hori：“Characteristics of optical emissions of arc plasma processing for high-rate synthesis of highly crystalline single-walled carbon nanotubes,” Japanese Journal of Applied Physics, Vol.56, No.3, 035101（4 pages）,（2017）

M.Tomatsu, M.Hiramatsu, J.S.Foord, H.Kondo, K.Ishikawa, M.Sekine, K.Takeda, and M.Hori：“Hydrogen peroxide sensor based on carbon nanowalls grown by plasma-enhanced chemical vapor deposition,” Japanese Journal of Applied Physics, Vol.56, No.6S2, 06HF03（6 pages）,（2017）

S.Imai, H.Kondo, H.-J.Cho, H.Kano, K.Ishikawa, M.Sekine, M.Hiramatsu, M.Ito, and M.Hori：“High-durability catalytic electrode composed of Pt nanoparticles-supported carbon nanowalls synthesized by radical-injection plasma-enhanced chemical vapor deposition,”Journal of Physics D：Applied Physics, Vol.50, No.40, 40LT01,（2017）

【その他】

H.Ito, T.Ohta, K.Ishikawa, M.Hiramatsu, and M.Hori：“Effect of Hydrophilic Treatment of Carbon Nanowalls on Surface Assisted Laser Desorption / Ionization Mass Spectrometry,” 第 34 回プラズマプロセシング研究会（SPP-34）/ 第 29 回プラズマ材料科学シンポジウム（SPSM29），北海道大学学術交流会館，札幌（2017-1）

M.Tomatsu, M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori：“Hydrogen Peroxide Sensor Based on Carbon Nanowalls Grown by Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition,” 第 34 回プラズマプロセシング研究会（SPP-34）/ 第 29 回プラズマ材料科学シンポジウム（SPSM29），北海道大学学術交流会館，札幌（2017-1）

H.Iwata, T.Ohta, M.Ito, M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori：“Power Generation Characteristics of Polymer Electrolyte Fuel Cell Using Carbon Nanowalls,” 第 34 回プラズマプロセシング研究会（SPP-34）/ 第 29 回プラズマ材料科学シンポジウム（SPSM29），北海道大学学術交流会館，札幌（2017-1）

J-S.Oh, K.Iga, T.Ohta, M.Hiramatsu, and M.Ito：“Threshold Ionization Mass Spectrometry for Measuring Short-living Reactive Neutral Species in Atmospheric-pressure He Plasma Jet,” 第 34 回プラズマプロセシング研究会（SPP-34）/ 第 29 回プラズマ材料科学シンポジウム（SPSM29），北海道大学学術交流会館，札幌（2017-1）

T.Suzuki, H.Nozaki, M.Hiramatsu, M.Tomatsu, H.Kondo, and M.Hori：“Structure Control of Carbon Nanowalls Formed Using Inductively Coupled Plasma-enhanced Chemical Vapor Deposition,” 第 34 回プラズマプロセシング研究会（SPP-34）/ 第 29 回プラズマ材料科学シンポジウム（SPSM29），北海道大学学術交流会館，札幌（2017-1）

（Invited）Mineo Hiramatsu：“Synthesis of Vertical Graphene Network and its Emerging Applications,” EMN Americas Meetings on Carbon Nanostructures 2017, Radisson Resort Orlando-Celebration, Orlando, USA（2017-2）

（Keynote）Mineo Hiramatsu：“Vertical Nanographene Network as Platform for Electrochemical Applications,” Nanotek 2017, Crowne Plaza Hotel Hamburg-City

Alster, Hamburg, Germany（2017-3）

呉準席，伊賀一憲，太田貴之，平松美根男，伊藤昌文：“Ambient mass spectrometric study of atmospheric-pressure micro-plasma jets：Effect of metastable atoms on the creation of short-living species,” 第 64 回応用物理学会春季学術講演会，パシフィコ横浜，横浜（2017-3）

東松真和，平松美根男，近藤博基，堀勝：「カーボンナノウォールを用いた過酸化水素センサーに関する研究」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会，パシフィコ横浜，横浜（2017-3）

伊藤寛納，太田貴之，石川健治，平松美根男，堀勝：「カーボンナノウォールを用いた表面支援レーザー脱離 / イオン化質量分析法の開発」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会，パシフィコ横浜，横浜（2017-3）

今井駿，内藤建一，近藤博基，石川健治，平松美根男，関根誠，堀勝：「白金微粒子担持カーボンナノウォールを用いた燃料電池用触媒電極における分極特性の解明」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会，パシフィコ横浜，横浜（2017-3）

岩田紘明，太田貴之，伊藤昌文，平松美根男，近藤博基，堀勝：「カーボンナノウォールを用いた固体高分子形燃料電池の高効率化」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会，パシフィコ横浜，横浜（2017-3）

天野智貴，近藤博基，竹田圭吾，石川健治，平松美根男，加納浩之，関根誠，堀勝：「液中プラズマを用いて合成した鉄含有ナノグラフェンの酸素還元特性」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会，パシフィコ横浜，横浜（2017-3）

（Invited）Mineo Hiramatsu：“Controlled synthesis of vertical and planar graphenes using plasma-enhanced chemical vapor deposition,” 9th World Congress on Materials Science and Engineering, Holiday Inn Rome Aurelia, Rome, Italy（2017-6）

（Invited）Mineo Hiramatsu：“Nanoplatform Based on Vertical Nanographene for Electrochemical and Bio Applications,” 2nd Asia Pacific Nano Biotechnology Summit “Nano Biotechnology 2017,” Holiday Inn Singapore Atrium, Singapore（2017-6）

（Invited）Mineo Hiramatsu：“Carbon Nanowalls, Vertical Nanographene Network as Platform for Electrochemical Applications,” Frontiers in Materials Processing Applications, Research and Technology（FiMPART）, Congres et Expositions de Bordeaux, Bordeaux, France（2017-7）

（Invited）Mineo Hiramatsu：“Carbon nanowalls, vertical nanographene network as platform for electrochemical applications,” International Conference on Diamond and Carbon Materials & Graphene and Semiconductors, DoubleTree by Hilton Hotel Chicago-North Shore Conference Center, Chicago, Illinois, USA（2017-7）

J-S.Oh, M.Okachi, T.Kobayashi, T.Ohta, M.Hiramatsu, M.Hori, and M.Ito：“Threshold ionization mass spectrometry for the measurement of nitricoxide（NO）generated by an atmospheric-pressure radical source,” 23rd International Symposium on Plasma Chemistry（ISPC23）, Le Centre Sheraton Montreal Hotel, Montréal, Canada（2017-7）

（Invited）M.Hiramatsu, M.Tomatsu, H.Kondo, and M.Hori：“Synthesis of vertical nanographene network as platform for electrochemical applications,” 2017 World Congress on Advances in Structural Engineering and Mechanics（ASEM17）/ 2017 World Congress on Advances in Nano, Bio, Robotics and Energy（ANBRE17）, KINTEX（Korea International Exhibition & Convention Center）, Ilsan（Seoul）, Korea（2017-8）

J-S.Oh, M.Okachi, Y.Tanaka, T.Ohta, M.Hiramatsu, M.Hori, and M.Ito：“Diagnostics of Nitric Oxide Generated by Atmospheric-Pressure Plasma,” 15th International Conference on Advanced Materials（IUMRS-ICAM 2017）, Yoshida Campus, Kyoto University, Kyoto, Japan（2017-8）

呉準席，小川広太郎，平松美根男，伊藤昌文，八田章光：「水中溶存酸素の紫外吸収分光測定」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会，福岡国際会議場・国際センター・福岡サンパレス，福岡（2017-9）

梶川兼吾，竹田圭吾，平松美根男，近藤博基，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の作製」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会，福岡国際会議場・国際センター・福岡サンパレス，福岡（2017-9）

伊藤寛納，太田貴之，石川健治，近藤博基，平松美根男，堀勝：「カーボンナノウォールを用いた表面支援レーザー脱離 / イオン化質量分析法によるペプチドの測定」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会，福岡国際会議場・国際センター・福岡サンパレス，福岡（2017-9）

岩田紘明，太田貴之，伊藤昌文，平松美根男，近藤博基，堀勝：「カーボンナノウォールを触媒層として用いた固体高分子形燃料電池の発電特性」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会，福岡国際会議場・国際センター・福岡サンパレス，福岡（2017-9）

平松美根男，坂東俊治，丸山隆浩，大脇健史，才田隆広，伊藤昌文，太田貴之，竹田圭吾，加藤雅士，灘井雅行，小森由美子，飯島澄男:「グリーンイノベーション研究拠点形成プロジェクト」, Vacuum 2017 真空展「大学・公的機関における真空科学・技術・応用の最先端研究の紹介」，パシフィコ横浜，横浜(2017-9)

（Invited）Mineo Hiramatsu：“Vertical Graphene Network：Synthesis and its Emerging Applications,” 1st Asia- Pacific Conference on Plasma Physics（AAPPS-DPP2017）, Jinnju Hotel, Chengdu, China（2017-9）

（招待講演）平松美根男：「プラズマプロセスを用いたカーボンナノウォール形成プロセスの開発と応用展開」，日本溶接協会平成 29 年度第 2 回（通算 85 回）表面改質技術研究委員会, 富山県工業技術センター，高岡市(2017-10)

（Invited）Mineo Hiramatsu：“Synthesis of Vertical Nanographene Network as a Platform for Electrochemical and Bio Applications,” 25th Annual World Forum on Advanced Materials（POLYCHAR 25）, Putra World Trade Centre, Kuala Lumpur, Malaysia（2017-10）

鈴木拓哉，野崎仁之，竹田圭吾，平松美根男，近藤博基，堀勝：「ICP-CVD 法により作製したカーボンナノウォールの構造制御」，第 5 回応用物理学会 SC 東海地区学術講演会，名古屋大学(2017-10)

大山泰秀，竹田圭吾，平松美根男：「マイクロ波表面波プラズマ CVD を用いたグラフェンの作製」，第 5 回応用物理学会 SC 東海地区学術講演会，名古屋大学(2017-10)

野崎仁之，鈴木拓哉，竹田圭吾，平松美根男，近藤博基，堀勝：「カーボンナノウォールの成長メカニズムに関する研究」，第 5 回応用物理学会 SC 東海地区学術講演会，名古屋大学(2017-10)

梶川兼吾，竹田圭吾，平松美根男，近藤博基，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の作製」，第 5 回応用物理学会 SC 東海地区学術講演会，名古屋大学(2017-10)

M.Hiramatsu, H.Nozaki, K.Takeda, H.Kondo, and M.Hori：“On the Structure Control of Vertical Nanographene Network,” 70th Annual Gaseous Electronics Conference（GEC2017）, DoubleTree by Hilton Pittsburgh-Green Tree, Pittsburgh, Pennsylvania, USA（2017-11）

J-S.Oh, Y.Nakai, M.Hiramatsu, M.Hori, and M.Ito：“Spatial distribution of ionic species in plasma plume of an atmospheric pressure He plasma jet,” 39th International Symposium on Dry Process（DPS2017）, Tokyo Tech Front（Kuramae Kaikan）, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan（2017-11）

M.Tomatsu, M.Hiramatsu, K.Ishikawa, H.Kondo, and M.Hori：“Carbon nanowall（CNW）electrochemical H2O2 sensor,” 39th International Symposium on Dry Process（DPS2017）, Tokyo Tech Front（Kuramae Kaikan）, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan（2017-11）

A.Ando, K.Takeda, T.Ohta, M.Ito, M.Hiramatsu, K.Ishikawa, H.Kondo, M.Sekine, T.Suzuki, S.Inoue, Y.Ando, and M.Hori：“Characterization of arc plasma for syntheses of highly crystalline single-walled carbon nanotubes（CNT）,” 39th International Symposium on Dry Process（DPS2017）, Tokyo Tech Front（Kuramae Kaikan）, Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan（2017-11）

伊藤寛納, 太田貴之, 石川健治, 近藤博基, 平松美根男, 堀勝:「カーボンナノウォールを用いた表面支援レーザー脱離 / イオン化質量分析法によるペプチドの分析」, Plasma Conference 2017，姫路商工会議所，姫路(2017-11)

梶川兼吾, 竹田圭吾, 平松美根男, 近藤博基, 堀勝:「液中プラズマで合成したナノグラフェンによる燃料電池膜 - 電極接合体の作製」, Plasma Conference 2017，姫路商工会議所，姫路(2017-11)

野崎仁之, 鈴木拓哉, 竹田圭吾, 平松美根男, 近藤博基, 堀勝：「プラズマ CVD を用いたカーボンナノウォールのモフォロジー制御」, Plasma Conference 2017，姫路商工会議所，姫路(2017-11)

鈴木拓哉, 野崎仁之, 竹田圭吾, 平松美根男, 近藤博基, 堀勝：「ICP-CVD 装置を用いたカーボンナノウォールの構造制御」, Plasma Conference 2017，姫路商工会議所，姫路(2017-11)

岩田紘明，太田貴之，伊藤昌文，平松美根男，近藤博基，堀勝：「カーボンナノウォールを触媒担持体として用いた固体高分子形燃料電池の評価」, Plasma Conference 2017，姫路商工会議所，姫路(2017-11)

呉準席，田中優太，岡地正嗣，北田悠人，小泉貴義，近藤大成，嶽野正和，平松美根男，堀勝，伊藤昌文:「吸収分光法としきい値質量分析法を用いた大気圧プラズマラジカル源で生成された中性活性種の定量測定」, Plasma Conference 2017，姫路商工会議所，姫路(2017-11)

（Invited）M.Hiramatsu：“Structure control of carbon nanostructures,”Taiwan-Japan Joint Workshop of 4th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications（WEEEA），4th International Workshop

for Nano-Carbon and Workshop（IWNC）and 6th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology（IWPBST）, Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan（2017-12）

（Invited）M.Hiramatsu：“Synthesis and Structure Control of Vertical Graphene Network,” 10th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology（APSPT-10）, Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan（2017-12）

T.Suzuki, H.Nozaki, K.Takeda, M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori：“Structure Control of Carbon Nanowalls grown in Inductively Coupled Plasma Chemical Vapor Deposition,” 10th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology（APSPT-10）, Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan（2017-12）

H.Nozaki, T.Suzuki, K.Takeda, M.Hiramatsu, H.Kondo, and M.Hori：“Effects of Density-Gradient of Reactive Species on Oriented Growth of Carbon Nanowalls,” 10th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology（APSPT-10）, Chung Yuan Christian University, Taoyuan, Taiwan（2017-12）

村本 裕二

【学術論文】

*大鹿佳子，土屋雄大，橋本知昌，村本裕二：「極低温での氷エレクトレットの脱分極電流特性」，低温工学, Vol.52, No.2, pp.92 − 97（2017）

* Yoshiko Oshika, Yudai Tsuchiya, Takamasa Okumura and Yuji Muramoto：“Alternating current breakdown voltage of ice electret,”Journal of Physics：Conference Series，897 012006（2017）

【その他】

* Kosuke Kamidani, Yushi Hiramatsu and Yuji Muramoto：“AC Breakdown Properties of Vegetable-Oil-Based Insulating Fluid over 100℃,”Proceedings of the 8th of International Symposium on Electrical Insulating Materials（ISEIM2017）, K3, pp.695-698（2017）

Motoki Yamada, Yuichi Murakami and Yuji Muramoto：“Sterilization of *Escherichia coli* in Milk by High Electric Field Pulse,”Proceedings of the 8th of International Symposium on Electrical Insulating Materials（ISEIM2017）, V1-1, pp.191-194（2017）

Takunao Sato, Yuichi Murakami and Yuji Muramoto：“Sterilization of Escherichia coli by Marx Circuit with Switches Using Bipolar Junction Transistors”Proceedings of the 8th of International Symposium on Electrical Insulating Materials（ISEIM2017）, V1-3, pp.199-202（2017）

* Yushi Hiramatsu, Kosuke Kamidani and Yuji Muramoto：“Effect of Water on AC Breakdown Properties of Vegetable-Oil-Based Insulating Fluid Mixed with Mineral Oil,”Proceedings of the 8th of International Symposium on Electrical Insulating Materials（ISEIM2017）, V1-6, pp.211-214（2017）

* Yudai Tsuchiya, Yoshiko Oshika and Yuji Muramoto：“Influence of Poling Temperature on Depolarization Current Properties of Ice Electret,”Proceedings of the 8th of International Symposium on Electrical Insulating Materials（ISEIM2017）, V1-11, pp.231-234（2017）

【その他】口頭発表

*平松悠史，上谷鴻介，村本裕二：「0℃以下における植物系絶縁油の交流絶縁破壊特性に及ぼす水分の影響」，放電 / 誘電・絶縁材料 / 高電圧合同研究会, ED-17-004, DEI-17-027, HV-17-004 , pp.19-22（2017）

山田基生，村上祐一，村本裕二：「高電界パルス殺菌による Born エネルギーを考慮した生菌率の算出」，平成 29 年電気学会全国大会, No.1-192（2017）

*上谷鴻介，平松悠史，村本裕二：「100℃付近における植物系絶縁油の交流絶縁破壊特性」，平成 29 年電気学会全国大会, No.2-034（2017）

*平松悠史，上谷鴻介，村本裕二：「-15℃付近における植物系絶縁油の交流絶縁破壊特性に及ぼす水分の影響」, 平成 29 年電気学会全国大会, No.2-035（2017）

*土屋雄大，大鹿佳子，村本裕二：「氷エレクトレットの脱分極電流特性に及ぼす 140 K での電圧印加の影響」, 平成 29 年電気学会全国大会, No.2-050（2017）

*土屋雄大，村本裕二：「氷エレクトレットの脱分極電流に及ぼす 140 K 以下でのポーリング温度の影響」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, L1-6,（2017）

*平松悠史，上谷鴻介，伊藤嘉彬，古橋卓弥，村上祐一，村本裕二：「植物系絶縁油の流動点以下における交流絶縁破壊特性」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, L2-1,（2017）

*上谷鴻介，平松悠史，村上祐一，村本裕二：「150℃付近での植物系絶縁油の交流絶縁破壊特性」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, L2-2,（2017）

*伊藤嘉彬，古橋卓弥，上谷鴻介，平松悠史，村上祐一，村本裕二：「植物系絶縁油の交流絶縁破壊特性に及

ぼす熱劣化の影響」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, L5-3, (2017)

*古橋卓弥，伊藤嘉彬，上谷鴻介，平松悠史，村上祐一，村本裕二：「エステル化した菜種油の交流絶縁破壊特性」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, L5-4, (2017)

松原慎治，村上祐一，村本裕二：「EDLC の静電容量に及ぼす電解液中の電解質濃度の影響」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, L3-6, (2017)

佐藤拓直，山田基生，村上祐一，村本裕二：「小型マルクス回路による高電界パルスでの大腸菌殺菌」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, L5-3, (2017)

山田基生，佐藤拓直，村上祐一，村本裕二：「高電界パルスによる大腸菌の生菌率の算出」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, L5-4, (2017)

*山下遼，村上祐一，村本裕二：「イカダモの増殖に及ぼす直流電界の影響」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, L5-6, (2017)

佐藤拓直, 山本光希, 吉川大貴, 村上祐一, 村本裕二:「高電界パルス印加後の大腸菌の漏出物の大きさと電界強度の関係」，第 41 回静電気学会全国大会，12pC-4 , pp.149 － 150（2017）

*平松悠史，上谷鴻介，村上祐一，村本裕二：「植物系絶縁油の交流絶縁破壊特性に及ぼす温度の影響」，平成 29 年電気学会基礎・材料・共通部門大会，20-A-a1-3, pp.34 － 39（2017）

佐藤拓直，山田基生，村上祐一，村本裕二：「高電界パルス殺菌モデルを用いた 大腸菌生菌率の評価」，プラズマ / パルスパワー / 放電合同研究会, PST-17-086, PPT-17-067, ED-17-104, pp.43-47（2017）

松原慎治，村上祐一，村本裕二：「EDLC の静電容量の周波数依存性」，誘電・絶縁材料 / 電線・ケーブル合同研究会, DEI-17-091, EWC-17-031, pp.55-58（2017）

*古橋卓弥，荒深裕人，伊藤嘉彬，上谷鴻介，平松悠史，村上祐一，村本裕二：「エステル化した植物油の交流絶縁破壊特性の温度依存性」，誘電・絶縁材料 / 電線・ケーブル合同研究会, DEI-17-094, EWC-17-033, pp.65-68（2017）

*平松悠史，上谷鴻介，伊藤嘉彬，古橋卓弥，村上祐一，村本裕二：「植物系絶縁油の交流絶縁破壊特性に及ぼす塩水の影響」，誘電・絶縁材料 / 電線・ケーブル合同研究会, DEI-17-095, EWC-17-034, pp.69-72（2017）

山﨑 初夫

【その他】

山﨑初夫，山田宗男，中野倫明：「高齢者の自転車運転時の運転能力評価用自転車シミュレータの製作」，名城大学総合研究所紀要, NO.22, pp.37-40（2017-03）

石塚敦司，中野倫明，山﨑初夫，山田宗男：「角度情報を用いたながら歩行検出手法の検討」，電子情報通信学会 2017 年総合大会，情報・システムソサイエティ特別企画 学生ポスターセッション予稿集, p152, ISS-SP-152（2017-03）

伊藤正都，石塚敦司，山本 匠，山﨑初夫，中野倫明，山田宗男：「ながら状態抑止のための警告手法の検討」，電子情報通信学会 2017 年総合大会，情報・システムソサイエティ特別企画 学生ポスターセッション予稿集, p154, ISS-SP-154（2017-03）

伊藤正都，石塚敦司，山本匠，中野倫明，山﨑初夫，山田宗男：「SP の所持方向を考慮したながら歩行検出手法の検討」，平成 29 年度 電気・電子・情報関係学会 東海支部連合大会，ヒューマンインタフェースとシミュレーション, Po2-24（2017-09）

奥山博，柿本雄基，佐賀義洋，島達弥，山田宗男，中野倫明，山﨑初夫：「自転車シミュレータの製作」，平成 29 年度 電気・電子・情報関係学会 東海支部連合大会，ヒューマンインタフェースとシミュレーション, Po2-25（2017-09）

伊藤正都，石塚敦司，山本匠，山﨑初夫，中野倫明，山田宗男：「ながら歩行抑止システムの実装およびその有効性に関する検証」第 15 回情報学ワークショップ WiNF2017 抄録集，生体情報処理 1 , PB-23（2017-11）

村山貴彦，伊藤正都，山﨑初夫，中野倫明，山田宗男：「ニューラルネットワークを用いた「ながら自転車」検出手法の検討」第 15 回情報学ワークショップ WiNF2017 抄録集，生体情報処理 1 , PB-24（2017-11）

伊藤正都，石塚敦司，山本匠，山﨑初夫，中野倫明，山田宗男：「ながら歩行抑止システムの構築及び有効性の検証」，第 15 回 ITS シンポジウム 2017 講演論文集, 対話セッション 3, 3-C. ヒューマンファクタ, 3-C-04（2017-12）

古川知樹，森 裕文，山﨑初夫，山田宗男，中野倫明：「高齢ドライバの運転評価と安全運転への自覚促進の検討」, 映像情報メディア学会 冬季大会 2017, ヒューマンインフォメーション 2 ［21C］, 21C-4（2017-12）

山中 三四郎

【学術論文】

佐藤孝俊，山中三四郎：「I-V 特性を利用した開放故障 BPD の検出方法に関する研究」, 太陽エネルギー, Vol.43, No.3, pp.51-58（2017）

中村匠汰, 山中三四郎, 青山泰宏, 西戸雄輝, 小林浩：「住宅用 PV システムの簡易出力低下診断法に関する研究－％電力の安定性－」，太陽エネルギー, Vol.43, No.5, pp.59-65（2017）

【その他】

石戸谷有我，山中三四郎，西戸雄輝，井上泰宏，小林浩：「I-V 特性を用いた PV システムの不具合判定」, 平成 29 年電気学会全国大会，7-008,（2017-3）

竹下隆一朗，山中三四郎，青山泰宏，西戸雄輝，小林浩：「Hot spot の発生した太陽電池モジュールの EL 画像の考察」，平成 29 年電気学会全国大会，7-011,（2017-3）

高羽晃平, 佐藤弘輝, 山中三四郎, 青山泰宏, 西戸雄輝, 小林浩：「PV モジュールのセルの発熱とシャント抵抗」，平成 29 年電気学会全国大会，7-013,（2017-3）

羽田健太郎，佐藤弘輝，山中三四郎：「PV セルを遮光した I - V 特性による新品モジュールと経年モジュールの比較検討」, 平成 29 年電気学会全国大会, 7-016,（2017-3）

肱黒晃二，山中三四郎，青山泰宏，西戸雄輝，小林浩：「日照時間 - 日射モデルを利用した PV アレイの％電力量評価」，平成 29 年電気学会全国大会，7-022,（2017-3）

向井雅斗，山中三四郎：「PV モジュールを用いた％電力量の精度向上に関する研究－日射量制限及びデータ選別の検討－」, 平成 29 年電気学会全国大会, 7-032,（2017-3）

石戸谷有我，山中三四郎，西戸雄輝，井上泰宏，小林浩：「I-V 特性を用いた PV システムの不具合判定」, 2017 年電気設備学会全国大会 C-19,（2017-9）

澤田賢，羽田健太郎，竹下隆一郎，山中三四郎，青山泰宏，西戸雄輝，小林浩：「ホットスポットが発生した PV モジュールの EL 輝度とシャント抵抗の関係」，2017 年電気設備学会全国大会 C-20,（2017-9）

佐藤弘輝，高羽晃平，羽田健太郎，山中三四郎，，青山泰宏，西戸雄輝，小林浩：「熱画像を用いた PV セルの Rsh 推定に関する研究－適切なセルの遮光面積についての検討－」，2017 年電気設備学会全国大会 C-21,（2017-9）

牧野貴駿，向井雅斗，山中三四郎：「日射変動時の％電力量の補正に関する研究」，2017 年電気設備学会全国大会 C-22,（2017-9）

佐藤弘輝，高羽晃平，羽田健太郎，山中三四郎，青山泰宏，西戸雄輝，小林浩：「熱画像を用いた PV セルの Rsh 推定に関する研究」，平成 29 年電気学会電力・エネルギー部門大会，240,（2017-9）

石戸谷有我, 山中三四郎, 西戸雄輝, 井上泰宏, 小林浩：「I-V 特性を用いた PV システムの不具合判定 - 回帰式補正による判定方法の検討（その 3）-」，平成 29 年電気学会電力･エネルギー部門大会, 241,（2017-9）

牧野貴駿, 山中三四郎, 青山泰宏, 西戸雄輝, 小林浩：「ＰＣＳ容量により出力制限された％電力量の補正に関する研究」，平成 29 年電気学会電力・エネルギー部門大会，244,（2017-9）

向井雅斗, 山中三四郎, 青山泰宏, 西戸雄輝, 小林浩：「％電力量の精度向上に関する研究 - 異なる日射測定における％電力の比較 -」平成 29 年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会,（2017-9）

竹下隆一朗，山中三四郎，青山泰宏，西戸雄輝，小林浩：「EL 画像とシャント抵抗の相関性に関する研究」平成 29 年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会,（2017-9）

牧野貴駿，向井雅斗，肱黒晃二，山中三四郎，青山泰宏，西戸雄輝，小林浩：「％電力量を用いたＰＶＳの出力低下判定基準に関する研究」太陽 / 風力エネルギー講演論文集，12,（2017-10）

佐藤弘輝，高羽晃平，羽田健太郎，山中三四郎，青山泰宏，西戸雄輝，小林浩：「熱画像を用いた PV セルの Rsh の低下判定に関する研究」太陽 / 風力エネルギー講演論文集，9,（2017-10）

石戸谷有我，山中三四郎，西戸雄輝，井上泰宏，小林浩：「I-V 特性を用いた PV システムの不具合会判定－メガソーラにおける実用性評価－」太陽 / 風力エネルギー講演論文集，13,（2017-10）

増山 岳人

【学術論文】

G.Masuyama, T.Kawashita, and K.Umeda：“Complementary human detection and multiple feature based tracking using a stereo camera,”ROBOMECH Journal, vol.4, no.1, pp.24（2017）

T.Toda, G.Masuyama, and K.Umeda：“Moving Object Detection Using a Stereo Camera Mounted on a Moving Platform,”SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration, vol.10, no.5, pp.344-349（2017）

【その他】

鹿野巧，増山岳人，梅田和昇：「Kinect を用いた手振

りによる操作者基準の家電操作システム」，動的画像処理実利用化ワークショップ DIA2017 講演論文集, OS3-1（2017）

大橋明，山野史登，増山岳人，梅田和昇，福田大輔，入江耕太，金子修造，村山純哉，内田吉孝「正距円筒画像のステレオ平行化」，正距円筒画像のステレオ平行化正距円筒画像のステレオ平行化，動的画像処理実利用化ワークショップ DIA2017 講演論文集，OS2-1,（2017）

高橋京平, 増山岳人, 梅田和昇, 長田敏明, 古島一男,「検品自動化のための画像処理による平面上衣服の寸法計測」，2017 年度精密工学会春季大会学術講演会論文集, pp.55-56（2017）

徳王耀介，木村優志，増山岳人，梅田和昇,「マルチスリットレーザプロジェクタを用いた小型距離画像センサにおけるスリット像のボケを利用した距離画像計測」，2017 年度精密工学会春季大会学術講演会論文集, pp.53-54（2017）

渡邉哲志，大津恭平，大槻真嗣，久保田孝，増山岳人，梅田和昇,「赤外線カメラを用いた地形傾斜推定法」，第 22 回ロボティクスシンポジア予稿集, pp.121-126（2017）

G.Masuyama and K.Umeda：“Apprenticeship Learning in an Incompatible Feature Space,” Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.932-938（2017）

H.Okamoto, Y.Tanka, A.Hishigi, A.Khiat, N.Shimomura, G.Masuyama, and K.Umeda：“Estimation of extrinsic parameters of multiple fish-eye cameras using calibration markers,” pp.1-8（2017）

渡邉夏美，増山岳人，梅田和昇,「スコアに基づく逆強化学習のための動的計画法による軌道の自己生成」，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017 講演論文集，2P2-E05（2017）

木村優志，増山岳人，梅田和昇,「マルチスリットレーザプロジェクタを利用した距離画像センサを用いた微小運動の直接推定による三次元地図生成」，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017 講演論文集，2A2-N10（2017）

加藤貴大，戸田哲郎，増山岳人，梅田和昇,「屋外での使用が可能な視差画像差分を用いた人数推定」，第 23 回画像センシングシンポジウム講演論文集, IS2-19（2017）

K.Takahashi, G.Masuyama, K.Umeda, T.Osada, and K.Furushima：Measurement of planar clothes by image processing for automatic inspection, Proceedings of the 6th Asia International Symposium on Mechatronics（abstact only）, D1-6（2017）

村田 英一

【学術論文】

T.Hirayama, Y.Aizawa, K.Yamamoto, T.Sato, H.Murata, R.Yoshida, Craig.A.J.Fisher, T.Kato, and Y.Iriyama：“Advanced electron holography techniques for in situ observation of solid-state lithium ion conductors,” Ultramicroscopy Vol.173, pp.64-70（2017-2）

平山司，相澤由佳，佐藤岳志, Craig.A.J.Fisher，吉田竜視，山本和生，村田英一：「電子線ホログラフィーによる固体電解質電位変化の in situ 観察」，顕微鏡，Vol.52, No.1, pp.4-7（2017-4）

T.Nakashima, H.Suhara, H.Murata, and H.Shimoyama：“Method for Estimating the Charge Density Distribution on a Dielectric Surface” Microscopy and Microanalysis, Vol.23, No.3, pp.472-483（2017-6）

Y.Aizawa, K.Yamamoto, T.Sato, H.Murata, R.Yoshida, C.A.J.Fisher, T.Kato, Y.Iriyama, and T.Hirayama：“In situ electron holography of electric potentials inside a solid-state electrolyte：Effect of electric-field leakage,” Ultramicroscopy Vol.178, pp.20-26（2017-7）

【その他】

村田英一，田口広大，中野美香，六田英治，長尾昌善，村上勝久:「マルチエミッタ評価装置によるボルケーノ構造スピント型エミッタの放出電流の測定」，真空ナノエレクトロニクス第 158 委員会 第 116 回研究会資料 第 14 回真空ナノエレクトロニクスシンポジウム予稿集 pp.217-235（2017-3）

山崎慎太郎，勝山翔太，入田賢，中原仁，村田英一，大野輝昭，安坂幸師，齋藤弥八：「単一カーボンナノチューブ電子源を用いた小型 X 線顕微鏡の開発と性能評価」，2017 年＜第 64 回＞応用物理学会春季学術講演会 14p-424-6 講演予稿集（DVD-ROM）p.100000000-021（2017-3）

小林敬也，鳥居夏平，村田英一, 六田英治，下山宏，安田洋，原口岳士：「金属ホウ化物による熱陰極の低仕事関数化」，2017 年＜第 64 回＞応用物理学会春季学術講演会 14p-424-11 講演予稿集（DVD-ROM）p.100000000-027（2017-3）

浅井泰尊，熊谷成輝，村田英一, 六田英治：「PdO2 を貴金属供給源に持つ Pd 被覆単原子電子源の作製」，2017 年＜第 64 回＞応用物理学会春季学術講演会 14p-424-13 講演予稿集（DVD-ROM）p.100000000-029（2017-3）

田口広大，中野美香，村田英一, 六田英治，長尾昌善，村上勝久：「マルチエミッタ評価装置によるボルケーノ構造スピント型エミッタの放出電流の測定」，2017 年＜第 64 回＞応用物理学会春季学術講演会 14p-424-16 講演予稿集（DVD-ROM）p.100000000-032（2017-3）

平山司，相澤由花，佐藤岳志, Craig.A.J.Fisher，吉田竜視，村田英一，山本和生：「電子線ホログラフィーによる固体電解質内電位変化の in situ 観察」，日本顕微鏡学会第 73 回学術講演会 発表要旨集 Vol.52, Supplement 1, p.67，31amG_I4-01（2017-5）

村田英一，下山宏：「境界電荷法および境界磁荷法の開発とその応用計算」，日本顕微鏡学会第 73 回学術講演会 発表要旨集 Vol.52, Supplement 1, p.117，1amG_T2-02（2017-5）

小林敬也，鳥居夏平，村田英一, 六田英治，下山宏，安田洋，原口岳士：「金属ホウ化物による熱陰極の低仕事関数化に関する研究」，日本顕微鏡学会第 73 回学術講演会 発表要旨集 Vol.52, Supplement 1, p.153, P_I-20（2017-5）

田口広大，村田英一, 六田英治，下山宏，長尾昌善，村上勝久：「マルチエミッタ評価装置によるボルケーノ構造スピント型エミッタの観察及び電流測定」，日本顕微鏡学会第 73 回学術講演会 発表要旨集 Vol.52, Supplement 1, p.158, P_I-29（2017-5）

村田英一，下山宏：「境界電荷法および境界磁荷法の開発とその応用計算」，荷電粒子ビームの工業への応用第 132 委員会 第 226 回研究会資料 pp.7-14（2017-6）

小林敬也，横山智哉，村田英一, 六田英治，下山宏，安田洋，大饗義久：「炭化物溶液を浸透させた LaB6 熱陰極の低仕事関数化」，2017 年＜第 78 回＞応用物理学会秋季学術講演会 5p-S41-17 講演予稿集（DVD-ROM）p.06-18（2017-9）

小林敬也，横山智哉，村田英一, 六田英治，下山宏，安田洋，大饗義久：「酸素導入による金属ホウ化物熱陰極への影響」，2017 年＜第 78 回＞応用物理学会秋季学術講演会 5p-S41-18 講演予稿集（DVD-ROM）p.06-19（2017-9）

田口広大，村田英一, 六田英治，下山宏，長尾昌善，村上勝久：「マルチエミッタ評価装置によるボルケーノ構造スピント型エミッタの個々の動作チップの放出電流測定」，2017 年＜第 78 回＞応用物理学会秋季学術講演会 5p-S41-19 講演予稿集（DVD-ROM）p.06-20（2017-9）

松原史弥，杉澤進也，佐々木夏海，浅井泰尊，村田英一, 六田英治，大島忠平，多辺由佳：「二元混合系液晶薄膜の低速走査電子線観察」，2017 年＜第 78 回＞応用物理学会秋季学術講演会 6a-A504-2 講演予稿集（DVD-ROM）p.11-173（2017-9）

田口広大，池田 貴仁，新谷 英世，村田英一, 六田英治，下山宏，長尾昌善，村上勝久：「マルチエミッタ評価装置によるボルケーノ構造スピント型エミッタの個々の動作チップの観察及び電流測定」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 講演論文集（CD-ROM）H1-4（2017-9）

小林敬也，横山智哉，村田英一, 六田英治，下山宏，安田洋：「金属ホウ化物を塗布したタンタル陰極による熱電子放出実験」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 講演論文集（CD-ROM）H1-5（2017-9）

渡邉誠司, 浅井泰尊, 村田英一, 六田英治, 下山宏:「FES 用静電同軸円筒型電子分光器の電子軌道シミュレーション－計算精度の検討－」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 講演論文集（CD-ROM）H1-6（2017-9）

田口広大，村田英一, 六田英治，下山宏，長尾昌善，村上勝久:「マルチエミッタ評価装置によるボルケーノ構造スピント型エミッタの動作チップの放出電流測定」，電子情報通信学会技術研究報告, Vol.117, No.267（信学技法, ED2017）, pp.39–42（2017-10）

Hirotaka Asai, Ryota Kawai, Fumiya Matsubara, Hidekazu Murata, Eiji Rokuta, Chuhei Oshima：“Fabrication of coherent electron sources made with reservoirs of palladium oxide” Proceedings of 11th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices ’17, CD-ROM（2017-12）

Fumiya Matsubara, Shin-ya Sugisawa, Natsumi Sasaki, Hirotaka Asai, Hidekazu Murata, Eiji Rokuta, Chuhei Oshima and Yuka Tabe：“Observation of self-standing films of binary 8CB/7AB7 liquid crystals by using low energy SEM” Proceedings of 11th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices ’17, CD-ROM（2017-12）

村上 祐一

【その他】

Motoki Yamada, Yuichi Murakami, Yuji Muramoto：“Sterilization of Escherichia coli in Milk by High Electric Field Pulse,” 2017 International Symposium on Electrical Insulating Materials（ISEIM 2017）, pp.191-194（V1-01）(2017)

Takunao Sato, Yuichi Murakami, Yuji Muramoto：“Sterilization of Escherichia coli by Marx Circuit with Switches Using Bipolar Junction Transistors,”2017 International Symposium on Electrical Insulating Materials（ISEIM 2017）, pp.199-202（V1-03）(2017)

*平松悠史，上谷鴻介，伊藤嘉彬，古橋卓弥，村上祐一，村本裕二：「植物系絶縁油の流動点以下における交流絶縁破壊特性」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, CD-ROM（L2-1）(2017)

*上谷鴻介，平松悠史，村上祐一，村本裕二：「150° C 付近での植物系絶縁油の交流絶縁破壊特性」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, CD-ROM（L2-2）(2017)

山田基生，佐藤拓直，村上祐一，村本裕二：「高電界パルスによる大腸菌の生菌率の算出」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, CD-ROM（L5-4）(2017)

松原慎治，村上祐一，村本裕二：「EDLC の静電容量に及ぼす電解液中の電解質濃度の影響」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, CD-ROM（L3-6）(2017)

山下遼，村上祐一，村本裕二：「イカダモの増殖に及ぼす直流電界の影響」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, CD-ROM（L5-5）(2017)

佐藤拓直，山田基生，村上祐一，村本裕二：「小型マルクス回路による高電界パルスでの大腸菌殺菌」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, CD-ROM（L5-3）(2017)

*古橋卓弥，伊藤嘉彬，上谷鴻介，平松悠史，村上祐一，村本裕二：「エステル化した菜種油の交流絶縁破壊特性」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, CD-ROM（L2-4）(2017)

*伊藤嘉彬，古橋卓弥，上谷鴻介，平松悠史，村上祐一，村本裕二：「植物系絶縁油の交流絶縁破壊特性に及ぼす熱劣化の影響」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会, CD-ROM（L2-3）(2017)

佐藤拓直, 山本光希, 吉川大貴, 村上祐一, 村本裕二:「高電界パルス印加後の大腸菌の漏出物の大きさと電界強度の関係」，静電気学会講演論文集 2017, pp.149-150（12pC-4）(2017)

*平松悠史，上谷鴻介，村上祐一，村本裕二：「植物系絶縁油の交流絶縁破壊特性に及ぼす温度の影響」，平成 29 年電気学会基礎・材料・共通部門大会, pp.34-39（20-A-a1-3）(2017)

佐藤拓直，山田基生，村上祐一，村本裕二：「高電界パルス殺菌モデルを用いた大腸菌生菌率の評価」，電気学会研究会資料プラズマ / パルスパワー / 放電合同研究会, pp.43-47（PST-17-86/PPT-17-067/ED-17-104）(2017)

*古橋卓弥，荒深 裕人，伊藤嘉彬，上谷鴻介，平松悠史，村上祐一，村本裕二：「エステル化した植物油の交流絶縁破壊特性の温度依存性」，電気学会研究会資料誘電・絶縁材料 / 電線・ケーブル合同研究会, pp.65-68（DEI-17-094/EWC-17-033）(2017)

松原慎治，村上祐一，村本裕二：「EDLC の静電容量の周波数依存性」，電気学会研究会資料誘電・絶縁材料 / 電線・ケーブル合同研究会, pp.55-58（DEI-17-092/EWC-17-031）(2017)

*平松悠史，上谷鴻介，古橋卓弥，伊藤嘉彬，伊藤嘉彬，村上祐一，村本裕二：「植物系絶縁油の交流絶縁破壊特性に及ぼす塩水の影響」，電気学会研究会資料誘電・絶縁材料 / 電線・ケーブル合同研究会, pp.69-72（DEI-17-095/EWC-17-034）(2017)

材料機能工学科

宇佐美 初彦

【学術論文】

石田貴規，中島直哉，宇佐美初彦：「ベルマウス形状を有するジャーナル軸受の摩擦特性」トライボロジスト, Vol.62, No.12, pp.718-727（2017）

H.Usami, T.Sato, Y.Kanda and S.Nishio：“Applicability of Interrupted Micro Cutting Process “Tilling” as Surface Texturing", Key Engineering Materials, Vol.749, pp.241-245,（2017）

Y.Hirai, K.Ogawa, T.Sato and H.Usami：“Effects of Machining History on Tribological Properties of Bronze Containing Micro-Sized Sulfide", Key Engineering Materials, Vol.749, pp.246-250（2017）

平井良政，小川耕平，佐藤知広，宇佐美初彦：「機械的手法によって摩擦面に黒鉛を複合化された青銅の乾燥摩擦特性」設計工学, Vol.52, No.4, pp.251-260（2017）

平井良政，佐藤知広，宇佐美初彦：「微細硫化物を配合した青銅焼結体の摩擦特性」Vol.61, No.12, pp.857-866（2016）

T.Sato, Y.Hirai, T.Fukui, K.Akiyama and H.Usami：“Effects of dispersed sulfides in bronze under line contact conditions,”Journal Tribologi Vol.8, pp.1-11（2016）

Y.Hirai, T.Sato and H.Usami：“Combined effects of graphite and sulfide on the tribological properties of bronze under dry conditions,”Journal Tribologi, Vol.11, pp.14-23（2016）

【その他】

H.Usami, S.Hayakawa, T.Sato, Y.Kanda and S.Nishio：“Optimization of surface finishing conditions for the tribological performance of an aluminum cast alloy,” The 9th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century, LEM21 in Hiroshima 2017, B09

H.Usami：“Micro hardness and residual stress distribution of shot peened surface,” 13th Conference on Local Mechanical Properties, November 06 - 08, pp.14（2017）Košice, Slovak Republic

S.Hayakawa, T.Sato, H.Usami, Y.Kanda and S.Nishio：“Tribological properties of Si Removed Aluminum Cast Alloy,”The 1st Japan-Taiwan Tribology Symposium（JTTS2017）, pp.21（2017）

H.Usami, S.Sato, M.Saito and M.Ando：“Combined Effects of Micro shot peening and Deep Rolling on the Fatigue Life of Thrust Roller Bearings,”The 13th International Conference on Shot Peening, 18-21 September（2017）Montreal, Canada, pp.479-482

T.Minami and H.Usami：“Application od Residual Stress using Polished Media- Effects of Media polishing on Peened Surface properties,”The 13th International Conference on Shot Peening, 18-21 September（2017）Montreal, Canada, pp.483-486

Y.Mihara, H.Usami, M.Masuko, K.Yagi, M.Ochiai and Y.Daisho：“Research Trend of Engine Tribology by Japanese universities Cooperation,”The World Tribology Congress 2017, Beijing, China 17-20 September（2017）

H.Usami：“Surface Modification Process based on Combined Mechanical Means,” 5th Malaysia-Japan Tribology Symposium 2017（MJTS 2017）, pp.3, 28th - 30th August（2017）, Keynote Speech

H.Usami, T.Sato, Y.Kanda, S.Nishio, T.Honda and Y.Mihara：“Surface Modification Process Based on Combined Mechanical Methods, for Engine Components,”The Ninth International Conference on Modeling and Diagnostics for Advanced Engine Systems（COMODIA 2017）, July 25-28, C312（2017）, Okayama, Japan

T.Honda, Y.Yamato, H.Usami, Y.Mihara：“Surface modification and the seizure resistance evaluation of Al alloy for automotive piston,”The 2nd Czech-Japan Tribology Workshop, C4（2017）

A.Jingu, T.Sato, K.Saitoh, M.Takuma, Y.Takahashi and H.Usami：“Surface Properties of Sintered Aluminum Bronze Containing Dispersed Sulfides,”The 2nd Czech-Japan Tribology Workshop, H8（2017）

中島直哉，宇佐美初彦，石田貴規：「冷凍機用ジャーナル軸受の摩擦特性に及ぼす端部形状の影響」トライボロジー会議 2017 秋 高松 予稿集 A16（2017）

中沖拓馬，榎本和城，宇佐美初彦：「グラファイト分散樹脂オーバーレイのトライボロジー特性」トライボロジー会議 2017 秋 高松 予稿集 A17（2017）

佐藤寿樹, 神田保之, 西尾悟, 早川昇吾, 宇佐美初彦:「タイリング加工によって形成したマイクロディンプル形状が摩擦特性に及ぼす影響」トライボロジー会議 2017 秋 高松 予稿集 E26（2017）

伊藤悠河，宇佐美初彦，平井良政，佐藤知広：「スズ

基薄膜による銅合金の表面改質」トライボロジー会議 2017 秋 高松 予稿集 E27（2017）
山崎理央，宇佐美初彦，本田知己，三原雄司：「スズ基薄膜の摩擦特性」トライボロジー会議 2017 秋 高松 予稿集 E28（2017）
南朋宏, 宇佐美初彦, 周克儒, 斎藤岬, 安藤正文:「ショットピーニングにおける残留応力分布に及ぼす粒子形状の影響」トライボロジー会議 2017 秋 高松 予稿集 E29（2017）
新美絢也，宇佐美初彦：「黒鉛を突出させた球状黒鉛鋳鉄の摩擦特性」トライボロジー会議 2017 秋 高松 予稿集 E30（2017）
山本啓介，宇佐美初彦：「転がりすべり接触の摩耗挙動における微粒子ピーニング処理の影響」トライボロジー会議 2017 秋 高松 予稿集 E34（2017）
大堀圭城，宇佐美初彦：「高面圧低速下におけるクロム軸受鋼の転がりすべり摩耗挙動」トライボロジー会議 2017 秋 高松 予稿集 E36（2017）
伊藤悠河，平井良政，宇佐美初彦：「硫化物分散青銅の摩擦特性に及ぼす加工履歴の影響」，日本機械学会 2017 年年次大会 S1110105
南朋宏，宇佐美初彦：「ショットピーニング処理における残留応力分布に及ぼす粒子状態の影響」日本材料学会大 66 期学術講演会講演論文集 pp.263-264（2017）
新美絢也，宇佐美初彦：「ローラバニシングによる鋳鉄の耐摩耗性向上」日本材料学会大 66 期学術講演会講演論文集 pp.265-266（2017）
山本啓介，宇(s)枚初彦：「転がりすべり接触における微粒子ピーニング処理の摩耗低減効果」，平成 29 年度ショットピーニング技術協会学術講演会論文集, pp.1-2（2017）
大堀圭城，宇佐美初彦：「高面圧低速転がり接触条件における接触面の損傷挙動に及ぼす微粒子ピーニングの効果」，平成 29 年度ショットピーニング技術協会学術講演会論文集, pp.1-2（2017）
中沖拓馬，土井孝之，平野麻未，榎本和城，宇佐美初彦：「固体潤滑剤分散樹脂オーバーレイへの硬質ナノ粒子添加」トライボロジー会議 2017 春 東京 予稿集 B1（2017）
伊藤悠河，平井良政，宇佐美初彦：「硫化物分散青銅の摩擦特性に及ぼす加工履歴の影響」トライボロジー会議 2017 春 東京 予稿集 B2（2017）
早川昇吾，佐藤寿樹，宇佐美初彦：「Al-Si 合金の超微細切削による表面改質とその摩擦摩耗特性」トライボロジー会議 2017 春 東京 予稿集 B2（2017）
佐藤知広，辻恭典，平井良政，宇佐美初彦，宅間正則，齋藤賢一，高橋可昌：「線接触下での高速摩擦における銅合金に分散された硫化物の影響」トライボロジー会議 2017 春 東京 予稿集 F30（2017）
宇佐美初彦：「圧縮機の省エネルギー化に向けたトライボロジー要素技術」冷凍, Vol.92, No.4, pp.1-5（2017）
宇佐美初彦，佐藤寿樹，神田保之，西尾悟：「微細断続切削で創成されたマイクロテクスチャによるトライボロジー特性改善」機械技術 2 月号 pp.1-3（2017）
宇佐美初彦，佐藤寿樹，西尾悟：「微細断続切削技術によるマイクロテクスチャ創成技術」月刊トライボロジー 1 月号, pp.1-3（2017）
宇佐美初彦：「微粒子ピーニングによる表面改質と機械部品の損失低減」潤滑経済 12 月号, pp.8-14（2016）

上山 智

【学術論文】

D.Iida, K.Niwa, S.Kamiyama and K.Ohkawa：“Demonstration of InGaN-based orange LEDs with hybrid multiple-quantum-wells structure,”Appl.Phys. Express, Vol.9, 111003（2016）.

S.Katsuno, T.Yasuda, K.Hagiwara, N.Koide, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano：“High quality Al0.99Ga0.01N layers on sapphire substrates grown at 1150℃ by metalorganic vapor phase epitaxy,” Jpn.J.Appl.Phys., Vol.56, 015504（2017）.

T.Yasuda, T.Takeuchi, M.Iwaya, S.Kamiyama, I.Akasaki and H.Amano：“Relationship between lattice relaxation and electrical properties in polarization doping of graded AlGaN with high AlN mole fraction on AlGaN template,”Appl.Phys.Express, Vol.10, 025502（2017）.

W.Lu, Y.Iwasa, Y.Ou, D.Jinno, S.Kamiyama, P.M.Petersena and H.Ou：“Effective optimization of surface passivation on porous silicon carbide using atomic layer deposited Al_2O_3,”RSC Adv., Vol.7, pp.8090-8097（2017）.

Y.Kurisaki, S.Kamiyama, M.Iwaya, T.Takeuchi, and I.Akasaki：“Theoretical investigation of nitride nanowire-based quantum-shell lasers,”phys.Stat.sol.(a), 1600867（2017）.

N.Nagata, T.Senga, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki：“Reduction of contact resistance in V-based electrode for high AlN molar fractionn-type AlGaN by using thin SiNx intermediate layer,”phys.stat.sol.（c）, Vol.14, 1600243（2017）.

T.Hayashi, Y.Kawase, N.Nagata, T.Senga, S.Iwayama,

M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki & T.Matsumoto：“Demonstration of electron beam laser excitation in the UV range using a GaN/AlGaN multiquantum well active layer,”Scientific Reports, Vol.7, 2945（2017）.

W.Lu, Y.Ou, E.M.Fiordaliso, Y.Iwasa, V.Jokubavicius, M.Syväjärvi, S.Kamiyama, P.M.Petersen & H.Ou：“White Light Emission from Fluorescent SiC with Porous Surface,”Scientific Reports, Vol.7, 9798（2017）.

D.Jinno, S.Otsuki, T.Niimi, S.Sugimori, H.Daicho, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, and I.Akasaki：“Annealing of the sputtered AlN buffer layer on r-plane sapphire and its effect on a-plane GaN crystalline quality,”phys.stat.sol.（b）, Vol.254, 1600723（2017）.

K.Tachi, S.Asagami, T.Fujii, T.Araki, Y.Nanishi, T.Nagashima, T.Iwamoto, Y.Sato, N.Morita, R.Sugie, and S.Kamiyama：“Measurement of the properties of GaN layers using terahertz time-domain spectroscopic ellipsometry,”phys.stat.sol.（b）, Vol.254, 1600767（2017）.

D.Jinno, S.Otsuki, S.Sugimori, H.Daicho, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki：“Characterization and optimization of sputtered AlN buffer layer on r-plane sapphire substrate to improve the crystalline quality of nonpolar a-plane GaN,”J.Crystal Growth, Vol.480, pp.90-95（2017）.

A Yoshikawa, S.Ushida, K.Nagase, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki：“High-performance solar-blind $Al_{0.6}Ga_{0.4}N/Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ MSM type photodetector,” Appl.Phys.Lett., Vol.111, 191103（2017）.

【その他】

上山智：「LED 照明の現状と新しい展開」, 愛知学院大学歯学部歯周病学講座同門会特別講演会, 平成 29 年 1 月 14 日, 名古屋

S.Matsuo, J.Ohsumi, K.Niwa, S.Kamiyama, T.Takeuchi, M.Iwaya and I.Akasaki：“Optical characteristics of plasmonic LEDs with and without dielectic films,” SPIE Photonics West 2017, Jan.28-Feb.2, 2017, San Francisco, USA.

上山智：「GaN ナノワイヤー・量子殻構造の結晶成長と発光デバイスへの応用」, Gatan 製品技術セミナー 2017, 平成 29 年 2 月 24 日, 東京

大槻隼也, 神野大樹, 新實輝行, 上山智, 岩谷素顕, 竹内哲也, 赤﨑勇,「r 面サファイア基板上のスパッタリング成膜 AlN バッファ層の品質と高温熱処理効果」, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 平成 29 年 3 月 14-17 日, 横浜

清木良麻, 澁谷弘樹, 今井康彦, 隅谷和嗣, 木村滋, 岩瀬航平, 宮嶋孝夫, 上山智, 今井大地, 竹内哲也, 岩谷素顕, 赤崎勇,「窒化物系単一ナノワイヤ上 $Ga_{1-x}In_xN$/GaN 量子井戸の構造評価」, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 平成 29 年 3 月 14-17 日, 横浜

軒村恭平, 栗崎湧気, 上山智, 竹内哲也, 岩谷素顕, 赤崎勇,「GaN ナノワイヤを用いた高出力 LED 作製に向けた検討」, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 平成 29 年 3 月 14-17 日, 横浜

髙橋一矢, 篠田涼二, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 服部友一, 赤﨑勇, 片山竜二,「AlN 系窒化物半導体のウェハ接合技術の検討」, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 平成 29 年 3 月 14-17 日, 横浜

竹林穣, 上山智, 竹内哲也, 岩谷素顕, 赤﨑勇,「GaN ナノワイヤ結晶の領域選択成長に関する基礎検討」, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 平成 29 年 3 月 14-17 日, 横浜

袴田淳哉, 川瀬雄太, 岩山章, 岩谷素顕, 上山智, 竹内哲也, 赤﨑勇, 三宅秀人,「アニール処理したスパッタ AlN 膜上に形成した AlGaN の特性」, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 平成 29 年 3 月 14-17 日, 横浜

T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya, I.Akasaki：“GaN-based VCSELs Towards High Efficiency,”The 5th International Conference on Light-Emitting Devices and Their Industrial Applications, April 18-20, 2017, Yokohama.

N.Muramatsu, T.Takanishi, S.Mitsuhuji, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki：“Semipolar（10-1-1）GaInN/GaN p-i-n lightemitting solar cells,”The 5th International Conference on Light-Emitting Devices and Their Industrial Applications, April 18-20, 2017, Yokohama.

J.Yoshinaga, K.Suzuki, D.takasuka, N.Koide T.Takeuch1, M.iwaya, S.Kamiyama, I.Akasaki：“Low-temperature-grown p-side structure with tunnel junction towards long wavelength nitride-based LED,”The 5th International Conference on Light-Emitting Devices and Their Industrial Applications, April 18-20, 2017, Yokohama.

K.Takahashi, R.Shinoda, S.Mitsufuji, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, T.Hattori, I.Akasaki, H.Amano：“Optimization of GaN and GaAs wafer bonding technology for fabrication of GaInN/GaInP/GaAs/Ge 4-junction solar cell,”The 5th International Conference on Light-Emitting Devices and Their Industrial

Applications, April 18-20, 2017, Yokohama.

R.Fuwa, D.Takasuka, Y.Akatsuka, T.Takeuchi, M.Iwaya, S.Kamiyama, and I.Akasaki：“GaN/GaN tunnel junctions grown by MOVPE,”The 5th International Conference on Light-Emitting Devices and Their Industrial Applications, April 18-20, 2017, Yokohama.

川瀬雄太，袴田淳哉，林貴文，池田隼也，岩山章，Ling Dong，岩谷素顕，竹内哲也，上山智，赤﨑勇,「組成傾斜 AlGaN クラッド層を用いた紫外レーザに関する検討」日本結晶成長学会第 9 回 ナノ構造・エピタキシャル成長講演会，2017 年 7 月 13 日，札幌

神野大樹，大槻隼也，杉森正吾，大長久芳，岩谷素顕，竹内哲也，上山智，赤﨑勇,「スパッタ法で成膜した AlN バッファ層を用いた無極性 a 面 GaN 結晶の高品質化」，日本結晶成長学会第 9 回ナノ構造・エピタキシャル成長講演会，2017 年 7 月 13~15 日，札幌

吉川陽，牛田紗希，岩谷素顕，竹内哲也，上山智，赤﨑勇,「AlGaN/AlGaN を用いた超高感度 Metal-Semiconductor-Metal 深紫外線センサ」，日本結晶成長学会第 9 回ナノ構造･エピタキシャル成長講演会，2017 年 7 月 13~15 日，札幌

T.Hayashi, N.Nagata, T.Senga, S.Iwayama, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki, and T.Matsumoto：“Demonstration of electron beam pumped GaN-based laser,”The 12th International Conference on Nitride Semiconductors, July 24-28, 2017, Strasbourg, France.

J.Hakamata, Y.Kawase, S.Iwayama, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki, H.Miyake：“Fabrication and characterization of AlGaN templates on annealed sputtering AlN layer,”The 12th International Conference on Nitride Semiconductors, July 24-28, 2017, Strasbourg, France.

N.Hayashi, K.Matsui, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya, I.Akasaki：“GaN-based VCSELs with lateral optical confinement structures,”The 12th International Conference on Nitride Semiconductors, July 24-28, 2017, Strasbourg, France.

K.Takahashi, R.Shinoda, S.Mitsufuji, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, T.Hattori, I.Akasaki, H.Amano：“Fabrication of GaInN/GaInP/GaAs/Ge 4-junction solar cell using wafer bonding technology,”The 12th International Conference on Nitride Semiconductors, July 24-28, 2017, Strasbourg, France.

M.Takebayashi, Y.Kurisaki, H.Shibuya, M.Kim, S.Kamiyama, T.Takeuchi, M.Iwaya, Isamu Akasaki：“Feasibility study on limited area formation of GaN nanowires for multi-quantum shell LDs,”The 12th International Conference on Nitride Semiconductors, July 24-28, 2017, Strasbourg, France

R.Seiki, H.Shibuya, Y.Imai, K.Sumitani, S.Kimura, K.Iwase, T.Miyajima, S.Kamiyama, D.Imai, T.Takeuchi, M.Iwaya and I.Akasaki：“Structural analysis of GaInN/GaN multiquantum wells grown on a GaN {1-100} sidewall of nanowire by using an x-ray micro beam,”The 12th International Conference on Nitride Semiconductors, July 24-28, 2017, Strasbourg, France.

T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya, I.Akasaki：“GaInN vertical-cavity surface-emitting lasers with AlInN/GaN DBRs,”The 12th International Conference on Nitride Semiconductors, July 24-28, 2017, Strasbourg, France.

B.Monemar, P.P.Paskov, J.P.Bergman, K.Takeda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki：“High electron concentrations in MOCVD-grown Si-doped dilute AlxGa1-xN on sapphire,”The 12th International Conference on Nitride Semiconductors, July 24-28, 2017, Strasbourg, France.

D.-P.Han, J.-I.Shim, D.-S.Shin, T.Takeuchi, M.Iwaya, S.Kamiyama, I.Akasaki：“Modified Shockley diode equation suitable for InGaN-based light-emitting diodes,”The 12th International Conference on Nitride Semiconductors, July 24-28, 2017, Strasbourg, France.

S.Kamiyama, T.Takeuchi, M.Iwaya and I.Akasaki [Invited talk]：“Nitride-based nanowire and multi-quantum shell active layer for advanced photonic devices,”The 3rd Congress on Materials Science and Engineering, Aug.24-26, 2017, Barcelona, Spain.

S.Kamiyama [Invited talk]：“How to increase the emission efficiency of fluorescent SiC?,”The 5th International Workshop on LEDs and Solar Applications, Sept.13-14, 2017, Lyngby, Denmark.

H.Kurokawa, S.Kamiyama, I.Akasaki, T.Takeuchi, M.Iwaya, Y.Iwasa：“Structure of porous SiC by voltage controlled anodic oxidation method,”The International Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2017, Sept.17-22, 2017, Washington DC, USA.

赤塚泰斗，不破綾太，岩山章，竹内哲也，上山智，岩谷素顕，赤﨑勇,「面発光レーザへの応用に向けた窒化物半導体埋め込みトンネル接合」，第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，2017 年 9 月 5-8 日，福岡

吉川陽，牛田紗希，岩谷素顕，竹内哲也，上山智，赤﨑勇,「AlGaN/AlGaN により形成した 2DEG を活用

した高感度紫外線光センサ」，第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，2017 年 9 月 5-8 日，福岡

牛田紗希，吉川陽，岩谷素顕，竹内哲也，上山智，赤﨑勇,「AlGaN/AlGaN 紫外線センサにおける二次元電子ガス濃度と電極の最適化」，第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，2017 年 9 月 5-8 日，福岡

黒川 広朗，岩佐 佳実，岩谷素顕，竹内哲也，上山智，赤﨑勇,「電圧制御陽極酸化法により作製したポーラス SiC の構造評価」，第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，2017 年 9 月 5-8 日，福岡

後藤七美, M.Kim，澁谷弘樹，佐々井耕平，上山智，竹内哲也，岩谷素顕，赤﨑勇,「ホールパタンニング $Al_{0.03}Ga_{0.97}N$ 基板上への GaN ナノワイヤの成長と評価」，第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，2017 年 9 月 5-8 日，福岡

軒村恭平, M.H.Kim，鈴木敦志，栗崎湧気，澁谷弘樹，竹林穣，佐々井耕平，上山智，竹内哲也，岩谷素顕，赤﨑勇,「3 次元ナノワイヤを用いた GaInN 系 MQS の成長条件に関する研究」，第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，2017 年 9 月 5-8 日，福岡

不破綾太，赤塚泰人，竹内哲也，岩谷素顕，上山智，赤﨑勇,「MOVPE 法による低抵抗 GaN トンネル接合」，第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，2017 年 9 月 5-8 日，福岡

大槻隼也，神野大樹，大長久芳，上山智，竹内哲也，岩谷素顕，赤﨑勇,「r 面加工サファイアを用いた無極性 a 面 GaN の高品質化」，第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，2017 年 9 月 5-8 日，福岡

山本和生，松本実子，仲野靖孝，高須賀大貴，竹内哲也，上山智，平山司,「高感度位相シフト電子線ホログラフィーによる GaInN/GaN 量子井戸発光層の電位分布計測」, 第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，2017 年 9 月 5-8 日，福岡

髙橋一矢，篠田涼二，光藤駿，岩谷素顕，上山智，竹内哲也，服部友一，赤﨑勇，天野浩,「ウェハ接合技術を用いた GaInN/GaInP/GaAs/Ge 4 接合太陽電池の作製」，第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，2017 年 9 月 5-8 日，福岡

村永亘，赤木孝信，吉田翔太郎，竹内哲也，上山智，岩谷素顕，赤﨑勇,「組成傾斜構造を用いた n 型伝導 AlInN/GaN 多層膜反射鏡」，第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，2017 年 9 月 5-8 日，福岡

川瀬雄太, 袴田淳哉, 林貴文, 池田隼也, 岩山章, L.Dong, 岩谷素顕，竹内哲也，上山智，赤﨑勇,「組成傾斜 AlGaN クラッド層を用いた紫外レーザに関する検討」，第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，2017 年 9 月 5-8 日，福岡

岩佐佳実，黒川広朗，上山智，竹内哲也，岩谷素顕，赤﨑勇,「過硫酸カリウムを用いた陽極酸化によるポーラス SiC の作製と評価」，第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，2017 年 9 月 5-8 日，福岡

吉永純也，市川竜也，鈴木健太，小出典克，竹内哲也，上山智，岩谷素顕，赤﨑勇,「トンネル接合を用いた低温成長 p 側構造黄色 LED の作製」，第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，2017 年 9 月 5-8 日，福岡

M.H.Kim, K.Nokimura, S.Kamiyama, T.Takeuchi, M.Iwaya, and I.Akasaki：“GaInN/GaN Multi-Quantum-Shell（MQS）on GaN Nanowire for 3D Light-Emitting Diode,”European Materials Research Society Fall Meeting, Sept.18-21, Warsaw, Poland.

上山智：「近未来の光源」，光関連の新規事業創出のための支援研究会，平成 29 年 9 月 26 日，名古屋

上山智:「LED 技術の現状と将来展望」, 技術講演会「ハイパワー LED の高輝度化／放熱技術の最新動向」，平成 29 年 10 月 5 日，東京

上山智，竹内哲也，岩谷素顕，赤﨑勇：「SiC 白色蛍光体の現状と将来展望」，光電相互変換第 125 委員会第 238 回研究会資料, pp.13-18, (2017).

J.Hakamata, Y.Kawase, L.Dong, S.Iwayama, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, I.Akasaki, H.Miyake：“280nm-range laser oscillation of AlGaN-based MQW on sputtered and annealed AlN/sapphire template,”International Workshop on UV Materials and Devices 2017, Nov.14-18, 2017, Fukuoka.

A.Yoshikawa, S.Ushida, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama and I.Akasaki：“High-performance solar-blind AlGaN/AlGaN MSM type photodetector,”International Workshop on UV Materials and Devices 2017, Nov.14-18, 2017, Fukuoka.

上山智，竹内哲也，岩谷素顕，赤﨑勇：「蛍光 SiC の発光特性評価」，第 370 回蛍光体同学会，平成 29 年 11 月 24 日，東京

K.Nokimura, M.H.Kim, A.suzuki, Y.Kurisaki, M.Takebayashi, H.Shibuya, K.Sasai.S.Kamiyama, T.Takeuchi, M.Iwaya, and I.Akasaki：“Study on growth condition of 3D nanowire/GaInN-based multi-quantum shell active layer,”Materials Research Society Fall Meeting, Nov.26-Dec.1, 2017, Boston, USA.

Y.Iwasa, S.Kamiyama, M.Iwaya, T.Takeuchi, I.Akasaki：“Formation and characterization of porous SiC by anodic oxidation using potassium persulfate solution,”

SPIE NanoPhotonics Australia 2017, Dec.10-13, 2017, Melbourne, Australia.

成塚 重弥

【学術論文】

Takahiro Maruyama, Akinari Kozawa, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka Sumio Iijima：“Low temperature growth of single-walled carbon nanotubes from Rh catalysts,”Carbon 116（2017）128-132.

Takahiro Maruyama, Yutaka Yamashita, Takahiro Saida, Shin-ichiro Tanaka, Shigeya Naritsuka：“Liquid-phase growth of few-layered graphene on sapphire substrates using SiC micropowder source,”J.Cryst.Growth 468（2017）175-178.

Makoto Kumakura, Akinari Kozawa, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama：“Spectroscopic study of X-ray absorption near-edge structure of chemical states of Pt catalyst during growth of single-walled carbon nanotubes,”J.Cryst.Growth 468（2017）155-158.

Hoshimitsu Kiribayashi, Takayuki Fujii, Akinari Kozawa, Seigo Ogawa, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama：“Effects of fabrication method of Al_2O_3 buffer layer on Rh-catalyzed growth of single-walled carbon nanotubes by alcohol-gas-source chemical vapor deposition,”J.Cryst.Growth 468（2017）114-118.

Hoshimitsu Kiribayashi, Takayuki Fujii, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama：“Effects of Al_2O_3 Type on Activity of Al_2O_3-Supported Rh Catalysts in Single-Walled Carbon Nanotubes Growth by CVD,”MRS Advances.2（2017）89-95.

Takayuki Fujii, Hoshimitsu Kiribayashi, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama：“Low temperature growth of single-walled carbon nanotubes from Ru catalysts by alcohol catalytic chemical vapor deposition,”Diamond Relat.Mater.77（2017）97-101.

【その他】

Yuki Ueda, Jumpei Yamada, Kyosuke Fujiwara, Daichi Yamamoto, Takahiro Maruyama, Shigeya Naritsuka：“Study of Au-Ni catalytic CVD of uniform multilayer graphene,”The 52nd Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium 1P-21, The University of Tokyo, March 1-3（2017）

Makoto Kumakura, Hoshimitsu Kiribayashi, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama：“Analysis of Pt catalysts for SWNT growth by In-situ XANES,”The 52nd Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium 2P-20, The University of Tokyo, March 1-3（2017）

Takayuki Fujii, Hoshimitsu Kiribayashi, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama：“Effect of Buffer Layer on Single-walled Carbon Nanotubes Growth from Ru Catalysts by CVD,”ISPlasma2017/IC-PLANTS2017 05aC04O, Chubu University, Aichi, Japan, March 1-5（2017）

Takahiro Maruyama, Hiroki Kondo, Akinari Kozawa, Takayuki Fujii, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Sumio Iijima：“Single-Walled Carbon Nanotube Growth from Platinum-group Metal Catalysts,”International Conference on Green Chemistry/Engineering and Technologies for Sustainable Development（GCET-2017）, Panjab University, India, April 20-22, 2017. [Invited Talk]

T.Maruyama, R.Ghosh, Y.Iwashige, S.Ogawa, T.Saida, S.Naritsuka, S.Iijima：“Fabrication of Single-Walled Carbon nanotube/Graphene Hybrid Structure using Alcohol Catalytic Chemical Vapor Deposition,”The International Nanotech & NanoScience Conference and Exhibition（Nanotech France 2017）, Paris, France, June 28-30（2017）.

T.Maruyama, A.Kozawa, T.Saida, S.Naritsuka, and S.Iijima：“Single-Walled Carbon Nanotube Synthesis from Rh Catalysts by Alcohol Gas Source Method,”The 15th International Conference on Advanced Materials（IUMRS-ICAM 2017）, August 27-September 1, Yoshida Campus, Kyoto University, Kyoto, Japan.C1-O01-010, Sept.1（2017）.

T.Fujii, T.Okada, T.Saida, S.Naritsuka, and T.Maruyama：“Single-Walled Carbon Nanotubes Synthesis by Alcohol Gas Source Method at Low Temperature using Ru Catalysts,”The 15th International Conference on Advanced Materials（IUMRS-ICAM 2017）, August 27-September 1, Yoshida Campus, Kyoto University, Kyoto, Japan.C1-P31-010, Aug.31（2017）.

Shigeya Naritsuka, Jumpei Yamada, Yuki Ueda, Daich Yamamoto, Kyosuke Fujiwara, Takahiro Maruyama, Hayato Goto, and Yusuke Wakabayashi：“Study of direct precipitation mechanism of graphene on sapphire using X-ray diffraction,”Swedish-Japanese Workshop on Nano-Structure Science by Novel Light Sources & JSPA Grand-in-Aid for Scientific Research on Innovation Areas “3D Active-Site Science” 6th Report Meeting of Recent Results, P-11, Lund, Sweden, October 2-3,（2017）.

Takahiro Maruyama, Shigeya Naritsuka, Kenta Amemiya, Michiko Kusunoki：“Growth Mechanism of Carbon Nanotubes on SiC C-face by Thermal Decomposition,” International Symposium on Epitaxial Graphene 2017（ISEG2017）, Nagoya University, Nagoya, November 22-25（2017）.

Makoto Kumakura, Hoshimitsu Kiribayashi, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama：“In Situ XANES Study on Chemical States of Metal Catalysts During SWCNT Growth,” 2017 MRS Fall Meeting & Exhibit, Hynes Convention Center, Sheraton Boston Hotel, Boston（USA）, November 26-December 1（2017）.

Takayuki Fujii, Takuya Okada, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama：“Low Temperature Synthesis of Single-Wall Carbon Nanotubes from Ru Catalysts by Alcohol Gas Source Method in High Vacuum,” 2017 MRS Fall Meeting & Exhibit, Hynes Convention Center, Sheraton Boston Hotel, Boston（USA）, November 26-December 1（2017）.

Jumpei Yamada, Yuki Ueda, Daichi Yamamoto, Kyosuke Fujiwara, Takahiro Maruyama, Shigeya Naritsuka：“Study of Nucleation of Graphene in Direct Precipitation Method,” 2017 MRS Fall Meeting & Exhibit, Hynes Convention Center, Sheraton Boston Hotel, Boston（USA）, November 26-December 1（2017）.

成塚重弥，上田悠貴，山田純平，藤原亨介，山本大地，丸山隆浩：“Au-Ni 触媒を用いた減圧 CVD による多層グラフェンの均一性向上,” 新学術領域研究「3D 活性サイト科学」第 5 回成果発表会 P02，伊豆山研修センター，静岡，3 月 4 日 -5 日（2017）

熊倉誠，桐林星光，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩：“XANES による SWNT 生成時における Pt 触媒のその場観察,” 第 64 回応用物理学会春季学術講演会 14p-P4-1，パシフィコ横浜，3 月 14 日 -17 日（2017）

藤井貴之，桐林星光，小川征悟，才田隆広，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 Ru 触媒からの単層カーボンナノチューブの低温成長,” 第 64 回応用物理学会春季学術講演会 14p-P4-2，パシフィコ横浜，3 月 14 日 -17 日（2017）

山田純平，上田悠貴，山本大地，藤原亨介，丸山隆浩，成塚重弥：“W キャップ層を用いた直接析出法における低温でのグラフェン核形成に関する検討,” 第 64 回応用物理学会春季学術講演会 14p-P4-28，パシフィコ横浜，3 月 14 日 -17 日（2017）

上田悠貴，山田純平，藤原亨介，山本大地，丸山隆浩，成塚重弥：「Au/Ni 触媒を用いた良好な均一性を有する多層グラフェンの CVD 成長」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会 14p-P4-29，パシフィコ横浜，3 月 14 日 -17 日（2017）

山田純平，上田悠貴，山本大地，藤原亨介，丸山隆浩，成塚重弥：「W キャップ層を用いたグラフェン直接析出法における Au ボトム層の効果」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 5p-PA1-28，福岡国際会議場・福岡国際センター・福岡サンパレスホテル，9 月 5 日 -8 日（2017）

上田悠貴，山田純平，藤原亨介，山本大地，丸山隆浩，成塚重弥：「a 面および c 面サファイア基板上への無触媒 CVD によるグラフェンの直接成長 − 成長温度依存性 −」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 5p-PA1-29，福岡国際会議場・福岡国際センター・福岡サンパレスホテル，9 月 5 日 -8 日（2017）

藤井貴之，小川征悟，岡田拓也，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩，“アルコール CVD 法による Ru 触媒からの単層カーボンナノチューブの低温成長及び成長機構の検討,” 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 7a-C11-1，福岡国際会議場・福岡国際センター・福岡サンパレスホテル，9 月 5 日 -8 日（2017）

熊倉誠，桐林星光，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩，“XANES による単層カーボンナノチューブ生成時における遷移金属触媒のその場測定,” 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 7a-C11-2，福岡国際会議場・福岡国際センター・福岡サンパレスホテル，9 月 5 日 -8 日（2017）

丸山隆浩，桐林星光，才田隆広，成塚重弥，“Rh 触媒を用いた単層カーボンナノチューブ作製時における Al_2O_3 バッファ層による生成量増加のメカニズム,” 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 7a-C11-3，福岡国際会議場・福岡国際センター・福岡サンパレスホテル，9 月 5 日 -8 日（2017）

藤原亨介，山本大地，山田純平，上田悠貴，丸山隆浩，成塚重弥：「Study of condition of copper plating on graphene-」，第 53 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-23，京都大学宇治キャンパス，9 月 13 日 -15 日（2017）

Jumpei Yamada, Yuki Ueda, Daichi Yamamoto, Kyosuke Fujiwara, Takahiro Maruyama, Shigeya Naritsuka：“Direct precipitation growth of multilayer graphene using Ni-Au catalyst”，第 53 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 3P-19，京都大学宇治キャンパス，9 月 13 日 -15 日（2017）.

Kyosuke Fujiwara, Daichi Yamamoto, Jumpei Yamada, Yuki Ueda, Takahiro Maruyama, and Shigeya Naritsuka：

“Pulsed current-mode plating of smooth thin copper layer on graphene for fabrication of copper-graphene composite,” 36th Electronic Materials Symposium（EMS-36）, Th3-2, Nagahama Royal Hotel, Shiga, Nov.8-10（2017）.

Daichi Yamamoto, Jumpei Yamada, Yuki Ueda, Kyosuke Fujiwara, Takahiro Maruyama, and Shigeya Naritsuka：“Dependence on the annealing temperature on precipitation growth of multilayer graphene using nano diamond as a carbon source,” 36th Electronic Materials Symposium（EMS-36）, Th4-6, Nagahama Royal Hotel, Shiga, Nov.8-10（2017）.

Shun Takenaka, Yuki Ueda, Jumpei Yamada, Takahiro Maruyama, and Shigeya Naritsuka：“Usage of graphene mask for expanding lateral-growth in GaN low angle incidence microchannel epitaxy,” 36th Electronic Materials Symposium（EMS-36）, Fr1-12, Nagahama Royal Hotel, Shiga, Nov.8-10（2017）.

上田悠貴，山田純平，藤原亨介，山本大地，丸山隆浩，成塚重弥：「c 面および r 面サファイア上のグラフェン CVD 成長メカニズムの検討」，第 46 回結晶成長国内会議 28p-P04，ホテルコンコルド浜松，静岡，2017 年 11 月 27 日～ 11 月 29 日（2017）.

藤原亨介，山本大地，山田純平，上田悠貴，丸山隆浩，成塚重弥：「パルスメッキによるグラフェン上銅薄膜の作製」，第 46 回結晶成長国内会議 28p-P05，ホテルコンコルド浜松，静岡，2017 年 11 月 27 日～ 11 月 29 日（2017）.

服部 友一

【学術論文】

A.Ishikawa, J.Tamura, T.Akahori, T.Hattori, and M.Deie：“Biodegradation of Pure Magnesium and Bone Tissue Reaction in Rabbit Femur 1 Year Results of 3D Micro-CT Monitoring and Histological Observation,” Materials Transactions Vol.58, No.1, pp.118-122（2017）

石川茜，田村旬，服部友一，赤堀俊和，出家正隆：「動物実験による純Ｍｇの生体内吸収の評価－３Ｄ μＣＴによる体積変化の計測と組織観察－」，臨床バイオメカニクス Vol.38, pp.203-206（2017）

田村旬，石川茜，服部友一，森島達観，出家正隆，赤堀俊和：「CT データを利用した有限要素法による THA の応力解析－均質モデルとの比較とヤング率の分布について－」，臨床バイオメカニクス Vol.38, pp.253-258（2017）

【その他】

A.Ishikawa, J.Tamura, T.Akahori, T.Hattori, T.Morishima and M.Deie：“Animal study on Biodegradation of Pure Magnesium Formed in Column and Screw Shapes 3D Micro CT Monitoring of Tissue Reaction and Volume Change” Abstracts of 28th European Conference on Biomaterials, p.650（2017）

T.Akahori, M.Nakai, M.Niinomi and T.Hattori：“Improvement in Mechanical Properties of Ti-12Cr for Spinal Fixture applications Subjected to Heat Treatment and Mechanical Surface Modification Processing” Abstracts of 28th European Conference on Biomaterials, p.753（2017）

印南智弘，森島達観，渡邉一貴，廣瀬士朗，出家正隆，服部友一：「Charnley 型と Exeter stem の有限要素法解析－レプリカモデルを使用した CAD data の作製－」第 44 回日本臨床バイオメカニクス学会プログラム・抄録集 p 115（2017）

高橋一矢，篠田涼二，光藤 駿，岩谷素顕，上山智，竹内哲也，服部友一，赤﨑勇，天野浩：ウェハ接合技術を用いた GaInN/GaInP/GaAs/Ge 4 接合太陽電池の作製, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会（2017）

K.Takahashi, R.Shinoda, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, T.Hattori, I.Akasaki, and H.Amano：“Fabrication of GaInN/GaInP/GaAs/Ge 4-junction solar cell using wafer bonding technology” 12th International Conference on Nitride Semiconductors（2017）

K.Takahashi, R.Shinoda, S.Mitsufuji, M.Iwaya, T.Takeuchi, S.Kamiyama, T.Hattori, I.Akasaki, and H.Amano：“Optimization of GaN and GaAs wafer bonding technology for fabrication of GaInN/GaInP/GaAs/Ge 4-junction solar cell” The 5th International Conference on Light-Emitting Devices and Their Industrial Applications（2017）

宮嶋 孝夫

【その他】

宮嶋孝夫：「X 線マイクロビームを用いた窒化物系半導体の局所構造評価（招待講演）」，第 10 回窒化物半導体の成長・評価に関する夏季セミナー，立命館大学（2017）

宮嶋孝夫，清木良麻，澁谷弘樹，今井康彦，隅谷和嗣，木村滋，上山智：「X 線マイクロビームを用いた窒化物系ナノワイヤーコアシェル多重量子井戸の構造解析」，利用課題実験報告書（高輝度光科学研究センター，SPring-8），2016B1160, SPring-8 大型放射施設 Home Page（http://user.spring8.or.jp/）.

宮嶋孝夫，清木良麻，伊奈稔哲，池山和希，竹内哲也：「XAFS 法による窒化物系混晶半導体 Al（1-x）In（x）N 中における In 原子の占有位置評価」，利用課題実験報告書（高輝度光科学研究センター，SPring-8），2016B1161，SPring-8 大型放射施設 Home Page（http://user.spring8.or.jp/）．

清木良麻，澁谷弘樹，今井康彦，隅谷和嗣，木村滋，岩瀬航平，宮嶋孝夫，上山智，今井大地，竹内哲也，岩谷素顕，赤﨑勇：「X 線マイクロビームを用いた窒化物系単一ナノワイヤ上 $Ga_{1-x}In_xN$/GaN 量子井戸の構造評価」，2017 年〈第 64 回〉応用物理学会春季学術講演会，CD-ROM，14p-E205-6，パシフィコ横浜（2017）

清木良麻，澁谷弘樹，今井康彦，隅谷和嗣，木村滋，近藤剣，宮嶋孝夫，上山智，今井大地，竹内哲也，岩谷素顕，赤﨑勇：「X 線マイクロビームを用いた窒化物系単一ナノワイヤ上 $Ga_{1-x}In_xN$/GaN 量子井戸構造の見積もり」，2017 年 < 第 78 回 > 応用物理学会秋季学術講演会，CD-ROM，7p-A301-9，福岡国際会議場（2017）

R.Seiki, H.Shibuya, Y.Imai, K.Sumitani, S.Kimura, K.Iwase, T.Miyajima, S.Kamiyama, D.Imai, T.Takeuchi, M.Iwaya, and I.Akasaki：“Structural analysis of GaInN/GaN multi-quantum wells grown on a GaN {1-100} side-wall of nanowire by using an x-ray micro beam,”Proceedings of Internal Conference on Nitride Semiconductors, B 1.60, Strasbourg（2017）

清木良麻，澁谷弘樹，今井康彦，隅谷和嗣，木村滋，宮嶋孝夫，上山智，今井大地，竹内哲也，岩谷素顕，赤﨑勇：「X 線ナノビーム回折法による単一 GaN ナノワイヤ側面上 $Ga_{1-x}In_xN$/GaN 量子井戸の構造評価」，第 5 回応用物理学会スチューデントチャプター東海地区学術講演会予稿集，PA31，名古屋大学，p.40（2017）

六田 英治

【その他】

村田 英一，田口 広大，中野 美香，六田 英治，長尾 昌善，村上 勝久：「マルチエミッタ評価装置によるボルケーノ構造スピント型エミッタの放出電流の測定」，真空ナノエレクトロニクス第 158 委員会 第 116 回研究会資料 第 14 回真空ナノエレクトロニクスシンポジウム予稿集 pp.217-235（2017-3）

小林 敬也，鳥居 夏平，村田 英一，六田 英治，下山 宏，安田 洋，原口 岳士：「金属ホウ化物による熱陰極の低仕事関数化」，2017 年＜第 64 回＞応用物理学会春季学術講演会 14p-424-11 講演予稿集（DVD-ROM）p.100000000-027（2017-3）

浅井泰尊，熊谷成輝，村田英一，六田英治：「PdO2 を貴金属供給源に持つ Pd 被覆単原子電子源の作製」，2017 年＜第 64 回＞応用物理学会春季学術講演会 14p-424-13 講演予稿集（DVD-ROM）p.100000000-029（2017-3）

田口 広大，中野 美香，村田 英一，六田 英治，長尾 昌善，村上 勝久：「マルチエミッタ評価装置によるボルケーノ構造スピント型エミッタの放出電流の測定」，2017 年＜第 64 回＞応用物理学会春季学術講演会 14p-424-16 講演予稿集（DVD-ROM）p.100000000-032（2017-3）

小林 敬也，鳥居 夏平，村田 英一，六田 英治，下山 宏，安田 洋，原口 岳士：「金属ホウ化物による熱陰極の低仕事関数化に関する研究」，日本顕微鏡学会第 73 回学術講演会 発表要旨集 Vol.52，Supplement 1，p.153，P_I-20（2017-5）

田口 広大，村田 英一，六田 英治，下山 宏，長尾 昌善，村上 勝久：「マルチエミッタ評価装置によるボルケーノ構造スピント型エミッタの観察及び電流測定」，日本顕微鏡学会第 73 回学術講演会 発表要旨集 Vol.52，Supplement 1，p.158，P_I-29（2017-5）

小林 敬也，横山 智哉，村田 英一，六田 英治，下山 宏，安田 洋，大饗 義久：「炭化物溶液を浸透させた LaB6 熱陰極の低仕事関数化」，2017 年＜第 78 回＞応用物理学会秋季学術講演会 5p-S41-17 講演予稿集（DVD-ROM）p.06-18（2017-9）

小林 敬也，横山 智哉，村田 英一，六田 英治，下山 宏，安田 洋，大饗 義久：「酸素導入による金属ホウ化物熱陰極への影響」，2017 年＜第 78 回＞応用物理学会秋季学術講演会 5p-S41-18 講演予稿集（DVD-ROM）p.06-19（2017-9）

田口 広大，村田 英一，六田 英治，下山 宏，長尾 昌善，村上 勝久：「マルチエミッタ評価装置によるボルケーノ構造スピント型エミッタの個々の動作チップの放出電流測定」，2017 年＜第 78 回＞応用物理学会秋季学術講演会 5p-S41-19 講演予稿集（DVD-ROM）p.06-20（2017-9）

松原史弥，杉澤進也，佐々木夏海，浅井泰尊，村田英一，六田英治，大島忠平，多辺由佳：「二元混合系液晶薄膜の低速走査電子線観察」，2017 年＜第 78 回＞応用物理学会秋季学術講演会 6a-A504-2 講演予稿集（DVD-ROM）p.11-173（2017-9）

田口広大，池田貴仁，新谷英世，村田英一，六田英治，下山宏，長尾昌善，村上勝久：「マルチエミッタ評

価装置によるボルケーノ構造スピント型エミッタの個々の動作チップの観察及び電流測定」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 講演論文集（CD-ROM）H1-4（2017-9）

小林敬也，横山智哉，村田英一, 六田英治，下山宏，安田洋：「金属ホウ化物を塗布したタンタル陰極による熱電子放出実験」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 講演論文集（CD-ROM）H1-5（2017-9）

渡邉誠司, 浅井泰尊, 村田英一, 六田英治, 下山宏：「FES 用静電同軸円筒型電子分光器の電子軌道シミュレーション－計算精度の検討－」，平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 講演論文集（CD-ROM）H1-6（2017-9）

田口広大，村田英一, 六田英治，下山宏，長尾昌善，村上勝久：「マルチエミッタ評価装置によるボルケーノ構造スピント型エミッタの動作チップの放出電流測定」，電子情報通信学会技術研究報告, Vol.117, No.267（信学技法, ED2017）, pp.39–42（2017-10）

Hirotaka Asai, Ryota Kawai, Fumiya Matsubara, Hidekazu Murata, Eiji Rokuta, Chuhei Oshima：“Fabrication of coherent electron sources made with reservoirs of palladium oxide” Proceedings of 11th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices ’17, CD-ROM（2017-12）

Fumiya Matsubara, Shin-ya Sugisawa, Natsumi Sasaki, Hirotaka Asai, Hidekazu Murata, Eiji Rokuta, Chuhei Oshima and Yuka Tabe：“Observation of self-standing films of binary 8CB/7AB7 liquid crystals by using low energy SEM” Proceedings of 11th International Symposium on Atomic Level Characterizations for New Materials and Devices ’ 17, CD-ROM（2017-12）

赤堀 俊和

【学術論文】

赤堀俊和：「強加工複合表面改質処理を施した β 型チタン合金の高力学特性化」，チタン, Vol.65, No.4, pp.212-216（2017）

水野翼，赤堀俊和，新家光雄，福井壽男：「単純固溶化処理を施した歯科用 Ag-20Pd-17.7Cu-12Au 合金のミクロ組織と力学的特性の関係」，名城大学総合研究所 紀要, No.22, pp.49-52,（2017）

佐藤雅史, 赤堀俊和, 新家光雄, 菊地将一, 南部紘一郎：「Hap 微粒子衝突処理による生体用 Ti-6Al-7Nb 合金熱処理材表面への生体活性層付与」，名城大学総合研究所 紀要, No.22, pp.53-56,（2017）

石川茜，田村旬，赤堀俊和，服部友一，出家正隆：「動物実験による純マグネシウムの生体内吸収の評価 ” 3D-μCT による体積変化の計測と組織観察」，臨床バイオメカニクス, Vol.38, pp.203-206,（2017）

田村旬，石川茜，服部友一，赤堀俊和，森島達観，出家正隆：「CT データを利用した有限要素法による THA の応力解析均質モデルとの比較とヤング率の分布について」，臨床バイオメカニクス, Vol.38, pp.253-258,（2017）

K.Niwa, T.Akahori, M.Niinomi, T.Hattori and M.Nakai：“Change in Mechanical Properties of Biomechanical Ti-12Cr Subjected to Heat Treatment and Surface Modification Processing, ” Materials Transactions, Vol.58, No.6, pp.951-957,（2017）

A.Ishikawa, J.Tamura, T.Akahori, T.Hattori and M.Deide：“Biodegradation of Pure Magnesium and Bone Tissue Reaction in Rabbit Femur 1 Year Results of 3D Micro-CT Monitoring and Histological Observation, ” Materials Transactions, Vol.58, No.1, pp.118-122,（2017）

Y.Nakamura, T.Aoki, T.Shimizu, S.Kikuchi, K.Nambu and T.Akahori：“Effect of Fine Particle Peening Using Hydroxyapatite Shot Particles and Plasma Sprayed Hydroxyapatite Coating on Fatigue Properties of Beta Titanium Alloy, ” WIT Transactions on Engineering Science, Vol.116, pp.205-211,（2017）

S.Kikuchi, Y.Nakamura, K.Nambu and T.Akahori：“Formation of Hydroxyapatite Layer on Ti-6Al-4V ELI Alloy by Fine Particle Peening, ” Int.J.of Automation Technology, Vol.11, No.6, pp.915-924,（2017）

【その他】

佐藤雅史，赤堀俊和，新家光雄，菊池将一，南部紘一郎：“HAp 微粒子処理を用いた生体用 $\alpha+\beta$ 型 Ti-6Al-7Nb 合金熱処理材における生体活性層の付与, ” 社団法人 日本金属学会 2017 春期講演概要集, CD-ROM,（2017）

佐藤雅史, 赤堀俊和, 新家光雄, 菊池将一, 南部紘一郎：“HAp 微粒子処理を施した生体用チタン合金への生体活性層の付与および力学的特性の改善, ” 社団法人 日本金属学会 2017 秋期講演概要集, CD-ROM,（2017）

佐藤雅史，赤堀俊和，新家光雄，菊池将一，南部紘一郎：“HAp 生体活性層を付与した生体 $\alpha+\beta$ 型 Ti-6Al-7Nb 合金の力学的特性, ” 第 27 回学生による材料フォーラム概要集, pp.12,（2017）

水谷晃大，赤堀俊和，新家光雄：「ガス窒化複合処理した生体用 Ti-6Al-7Nb 合金の表面改質層と機械的

強度の関係」，社団法人 日本金属学会 2017 春期講演概要集, CD-ROM, (2017)

水谷晃大，赤堀俊和，新家光雄：“高温ガス窒化複合処理を施した生体用 Ti-6Al-7Nb 合金のミクロ組織と力学的特性の関係，”社団法人 日本金属学会 2017 秋期講演概要集, CD-ROM, (2017)

水谷晃大，赤堀俊和，新家光雄：「高温加圧ガス窒化複合処理を施した生体用 Ti-6Al-7Nb 合金の表面改質層制御と力学的特性変化」，第 27 回学生による材料フォーラム概要集, pp.11, (2017)

水野翼，赤堀俊和，新家光雄，福井壽男：「単純固溶化処理を施した歯科用 Ag-Pd-Cu-Au 系合金の機械的強度」，第 69 回日本歯科理工学会学術講演会プログラム, pp.9, (2017)

水野翼，赤堀俊和，新家光雄，福井壽男：「固溶化処理を施した歯科用 Ag-Pd-Cu-Au 系合金のミクロ組織および高力学的特性」，社団法人 日本金属学会 2017 年春季講演概要集, CD-ROM, (2017)

水野翼，赤堀俊和，新家光雄，福井壽男：「固溶化処理した歯科用低カラット貴金属合金のミクロ組織と疲労特性」，第 70 回日本歯科理工学会学術講演会プログラム, pp.19, (2017)

水野翼，赤堀俊和，新家光雄，福井壽男：「種々の温度および時間にて固溶化処理を施した歯科用 Ag-Pd-Cu − Au 系合金のミクロ組織と力学的特性」，社団法人 日本金属学会 2017 年秋季講演概要集, CD-ROM, (2017)

水野翼，赤堀俊和，新家光雄，福井壽男：「種々の温度および時間にて固溶化処理を施した歯科用 Ag 系セミプレシャス合金の高力学的特性化」，第 27 回学生による材料フォーラム概要集, pp.3, (2017)

井野翔太，赤堀俊和，新家光雄：「マルテンサイト相を有する生体用 $\alpha+\beta$ 型 Ti-6Al-7Nb 合金の力学的特性」，社団法人 日本金属学会 2017 年秋季講演概要集, CD-ROM, (2017)

井野翔太，赤堀俊和，新家光雄：「マルテンサイト相を基軸とした生体用 $\alpha+\beta$ 型 Ti-6Al-7Nb 合金の高力学特性化」，第 27 回学生による材料フォーラム概要集, pp.12, (2017)

新家光雄，赤堀俊和，仲井正昭，掛下知行：「種々の溶体化時効処理を施した Ti-17 鍛造材のミクロ組織と機械的強度の関係」，社団法人 日本金属学会 2017 春期講演概要集, CD-ROM, (2017)

新家光雄，赤堀俊和，仲井正昭，掛下知行：「種々の溶体化処理を施した Ti-17 時効材のミクロ組織と疲労寿命の関係」，社団法人 日本金属学会 2017 秋期講演概要集, CD-ROM, (2017)

新家光雄，赤堀俊和，仲井正昭，掛下知行：「航空機用 Ti-17 合金時効材のミクロ組織と力学的特性」，社団法人 軽金属学会 2017 秋期講演概要集, (2017)

菊池将一，中村裕紀，南部紘一郎，赤堀俊和：「時効処理を施した生体用チタン合金表面への微粒子ピーニングによるハイドロキシアパタイト層の創製」，社団法人 日本機械学会 2017 年度年次大会, (2017)

T.Akahori, M.Nakai, M.Niinomi and T.Hattori：“Improvement in Mechanical Properties of Ti-12Cr for Spinal Fixture Applications Subjected to Heat Treatment and Mechanical Surface Modification Processing,” ESB2017, CD-ROM, (2017)

A.Ishikawa, J.Tamura, T.Akahori, T.Hattori, T.Morishima and M.Deie：“Animal Study on Biodegradation of Pure Magnesium Formed in Colum and Screw Shapes3D Micro CT Monitoring of Tissue Regeneration,” ESB2017, CD-ROM, (2017)

岩谷 素顕

【学術論文】

Takafumi Hayashi, Yuta Kawase, Noriaki Nagata, Takashi Senga, Sho Iwayama, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasak & Takahiro Matsumoto, Demonstration of electron beam laser excitation in the UV range using a GaNAlGaN multiquantum well active layer, 7.2944, (2017)

Yuki Kurisaki, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, and Isamu Akasaki, Theoretical investigation of nitride nanowire-based quantum-shell lasers, physica status solidi（a）, 214, No.8, 1600867（2017）

Akira Yoshikawa, Takaharu Nagatomi, Tomohiro Morishita, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama and Isamu Akasaki, High-quality AlN film grown on a nanosized concave–convex surface sapphire substrate by metalorganic vapor phase epitaxy, Applied Physics Letters, 111, (2017)

Akira Yoshikawa, Saki Ushida, Kazuhiro Nagase, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama and Isamu Akasaki, High-performance solar-blind $Al_{0.6}Ga_{0.4}N$/$Al_{0.5}Ga_{0.5}N$ MSM type photodetector, Applied Physics Letters, 111（2017）

Daiki Jinno, Shunya Otsuki, Teruyuki Niimi, Shogo Sugimori, Hisayoshi Daicho, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, and Isamu Akasaki, Annealing of the sputtered AlN buffer layer on r-plane

sapphire and its effect on a-plane GaN crystalline quality, Physica Status Solidi B, 254（2017）

Daiki Jinno, Shunya Otsuki, Shogo Sugimori, Hisayoshi Daicho, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki, Characterization and optimization of sputtered AlN buffer layer on r-plane sapphire substrate to improve the crystalline quality of nonpolar a-plane GaN, Journal of Crystal Growth, 480（2017）

【その他】

荒川渓, In-situ monitoring of mist supply in Ga2O3 growth by mist CVD, LEDIA '17, パシフィコ横浜,（2017/4/19）

吉永純也, Low-temperature-grown p-side structure with tunnel junction towards long wavelength nitride-based LED, LEDIA '17, パシフィコ横浜（2017/4/19）

髙橋一矢, Optimaization of GaN and GaAs wafer bonding technology for fabrication of GaInN/GaInP/GaAs/Ge 4-junction solar cell, LEDIA`17, パシフィコ横浜（2017/4/19）

村松昇, Semipolar（10-1-1）GaInN/GaN p-i-n light-emitting solar cells, LEDIA '17, パシフィコ横浜（2017/4/19）

川瀬 雄太, 組成傾斜 AlGaN クラッド層を用いた紫外レーザに関する検討, 第 9 回 ナノ構造・エピタキシャル成長講演会, 北海道大学 フロンティア応用科学 研究棟,（2017/7/13）

神野大樹, 大槻隼也, 杉森正吾, 大長久芳, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤﨑勇, スパッタ法で成膜した AlN バッファ層を用いた無極性 a 面 GaN 結晶の高品質化, 日本結晶成長学会 第 9 回ナノ構造・エピタキシャル成長講演会, 北海道大学（2017/7/13~15）

吉川陽, 牛田紗希, 岩谷素顕, 竹内哲也, 上山智, 赤﨑, AlGaN/AlGaN を用いた超高感度 Metal-Semiconductor-Metal 深紫外線センサ, 第 9 回 窒化物半導体結晶成長講演会, 北海道大学（2017/7/13）

髙橋一矢, Fabrication of GaInN/GaInP/GaAs/Ge 4-junction solar cell using wafer bonding technology, ICNS-12, Strasbourg Convention Center（2017/7/25）

村松昇, Semipolar（10-1-1）GaInN/GaN p-i-n light-emitting solar cells, ICNS-12, Strasbourg Convention Center（2017/7/25）

竹林穣, Feasibility study on limited area formation of GaN nanowires for multi-quantum shell LDs, ICNS-12, Strasbourg Convention Center（2017/7/25）

Dong-Pyo Han, Modified Shockley diode equation suitable for InGaN-based light-emitting diodes, ICNS-12, Strasbourg, France（2017/7/26）

Junya Hakamata, Yuta Kawase, Sho Iwayama, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki, Hideto Miyake, Fablication and characterization of AlGaN templates on annealed sputtering AlN layer, 12th International Conference on Nitride Semiconductors（ICNS12）, Strasbourg Convention Center（2017/7/26）

Takafumi Hayashi, Noriaki Nagata, Takashi Senga, Sho Iwayama, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasak & Takahiro Matsumoto, Demonstration of electron beam pumped GaN-based laser, 12th International Conference on Nitirde Semiconductors, ストラスブール, フランス（2017/7/27）

N.Hayashi, K.Matsui, T.Takeuchi, S.Kamiyama, M.Iwaya, I.Akasaki, GaN-based VCSELs with lateral optical confinement structures, 12th International Conference on Nitirde Semiconductors, ストラスブール, フランス（2017/7/27）

M.H.Kim, Growth of GaInN/GaN Multi-Quantum Shell（MQS）Structure on GaN Nanowire, 29th Int.Conf. on Defects in Semiconductors, 2017, FrA2-3, Matsue, Japan（2017/7/31~8/4）

赤塚泰斗, 不破綾太, 岩山章, 竹内哲也, 上山智, 岩谷素顕, 赤﨑勇, 面発光レーザへの応用に向けた窒化物半導体埋め込みトンネル接合, 第 78 回 秋季応用物理学会学術講演会, 福岡国際センター（2017/9/5）

吉永純也, トンネル接合を用いた低温 p 側構造黄色 LED の作製, 第 79 回 応用物理学会 秋期学術講演会, 福岡国際会議場・国際センター・サンパレス（2017/9/6）

黒川広朗, 電圧制御陽極酸化法により作製したポーラス SiC の構造評価, 第 79 回 応用物理学会 秋期学術講演会, 福岡国際会議場・国際センター・サンパレス,（2017/9/6）

髙橋一矢, ウェハ接合技術を用いた GaInN/GaInP/GaAs/Ge 4 接合太陽電池の作製, 第 79 回 応用物理学会 秋期学術講演会, 福岡国際会議場・国際センター・サンパレス（2017/9/7）

村松昇, 半極性（10-1-1）面 GaInN/GaN p-i-n 太陽電池, 第 79 回 応用物理学会 秋期学術講演会, 福岡国際会議場・国際センター・サンパレス（2017/9/7）

後藤七美, ホールパターニング $Al_{0.03}Ga_{0.97}N$ 基板上への GaN ナノワイヤの成長と評価, 第 78 回 応用物理学会秋期学術講演会, 福岡国際会議場（2017/9/7）

岩佐 佳実, 過硫酸カリウムを用いた陽極酸化によるポーラス SiC の作製と評価, 第 78 回秋季応用物理学会学術講演会, 博多（2017/9/7）

髙橋一矢，ウェハ接合技術を用いた GaInN/GaInP/GaAs/Ge 4 接合太陽電池の作製，第 10 回窒化物半導体の成長・評価に関する夏季ワークショップ，立命館大学（2017/9/14）

村松昇，半極性（10-1-1）面 GaInN/GaN p-i-n 太陽電池，第 10 回窒化物半導体の成長・評価に関する夏季ワークショップ，立命館大学（2017/9/14）

坂田芽久美，GaInN チャネル層を用いた HFET 型光センサによる受光波長の長波長化の検討，第 10 回窒化物半導体の成長・評価に関する夏季ワークショップ，立命館大学（2017/9/14）

吉川陽，牛田紗希，岩谷素顕，竹内哲也，上山智，赤﨑，AlGaN/AlGaN により形成した 2DEG を活用した高感度紫外線光センサ，第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，福岡国際センター（2017/9/15）

牛田紗希，吉川陽，岩谷素顕，竹内哲也，上山智，赤﨑，AlGaN/AlGaN 紫外線センサにおける二次元電子ガス濃度と電極の最適化，第 78 回秋季応用物理学会学術講演会，福岡国際センター（2017/9/15）

M.H.Kim, GaInN/GaN Multi-Quantum Shell（MQS）on GaN Nanowire（NW）for 3D Light-Emitting Diode, Int.Conf.on European Materials Research Fall Meeting, P.1.3, Warsaw, Poland（1017/9/18~21）

黒川広朗, Structure of porous SiC by voltage controlled anodic oxidation method, ICSCRM2017, Marriott Wardman Park（2017/9/19）

川瀬 雄太，組成傾斜 AlGaN クラッド層を用いた深紫外レーザ，平成 29 年度特別事業企画 委員会 100 回記念特別公開シンポジウム，ロワジールホテル豊橋（2017/10/26）

髙橋一矢，ウェハ接合技術を用いた GaInN/GaInP/GaAs/Ge 4 接合太陽電池の試作，平成 29 年度特別事業企画 委員会 100 回記念特別公開シンポジウム，ロワジールホテル豊橋（2017/10/26）

村松昇，吸収端波長 510nm の GaInN100nm を有する（10-1-1）面 GaInN/GaN p-i-n 太陽電池，平成 29 年度特別事業企画 委員会 100 回記念特別公開シンポジウム，ロワジールホテル豊橋（2017/10/26）

坂田芽久美，GaInN チャネル層を用いた HFET 型光センサによる受光波長の長波長化の検討，成 29 年度特別事業企画 委員会 100 回記念特別公開シンポジウム，ロワジールホテル豊橋（2017/10/26）

髙橋一矢，Fabrication of a GaInN/GaInP/GaAs/Ge 4-junction solar cell using wafer bonding technology, EMS 36，長浜ロイヤルホテル（2017/11/9）

村松昇，半極性（10-1-1）面を用いた太陽電池の作製，EMS 36，長浜ロイヤルホテル（2017/11/9）

竹林穣，Arrangement technique of GaN-nanowires based on top-down approach, EMS 36，長浜ロイヤルホテル（2017/11/9）

川瀬雄太，Deep ultraviolet laser fabricated using a photo-pumped AlGaN-based heterostructure with a polarization-doped compositionally graded cladding layer on an AlN/sapphire template, International Workshop on UV Materials and Devices 2017，九州大学医学部 百年講堂（2017/11/16）

小島久範，Deep UV-LEDs with two-step p-AlGaN graded layers, International Workshop on UV Materials and Devices 2017，九州大学医学部 百年講堂（2017/11/16）

Saki Ushida, Akira Yoshikawa, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama and Isamu Akasaki. Investigation of ideal Schottky electrodes for MSM-type AlGaN/AlGaN based solar-blind photodetector, International Workshop on UV Materials and Devices 2017，九州大学（2017/11/16）

Junya Hakamata, Yuta Kawase, Lin Dong, Sho Iwayama, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki, Hideto Miyake，280nm-range laser oscillation of AlGaN-based MQW on sputtered and annealed AlN/sapphire template, International workshop on UV Materials and Devices 2017，九州大学（2017/11/16）

Akira Yoshikawa, Saki Ushida, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama and Isamu Akasaki, High-performance solar-blind AlGaN/AlGaN MSM type photodetector, International Workshop on UV Materials and Devices 2017，九州大学（2017/11/17）

榎本 和城

【その他】

中沖拓馬，榎本和城，平野麻未，土井孝之，宇佐美初彦：「固体潤滑剤分散樹脂オーバーレイへの硬質ナノ粒子添加」，日本トライボロジー学会トライボロジー会議 2017 春予稿集，pp.68-69（2017）

K.Enomoto, T.Doi, T.Nakaoki, H.Usami：“Combined effects of nano-sized silicon carbide and molybdenum disulfide dispersed in polymer overlay on friction properties of journal bearing,” Abstract of 6th JSME International Conference on Materials and Processing（ICM&P2017）, p.107（2017）

K.Enomoto, Y.Takahashi, T.Inaba：“Effect of UV-enhanced oxidation on tensile strength of carbon nanofiber

reinforced polyamide 11,”Proceeding of Europe and Africa Regional Meeting of Polymer Processing Society（PPS2017）, S08-148（2017）

小澤充貴，榎本和城：「PLA/PA11 ブレンドに及ぼすアクリル系共重合体添加の効果」，第 29 回高分子加工技術討論会講演要旨集，pp.29-32（2017）

河端航平，榎本和城：「1 方向異方性 PA11/ARF の引張特性」，第 29 回高分子加工技術討論会講演要旨集，pp.37-40（2017）

稲葉伎，榎本和城：「紫外線照射酸化処理がカーボンナノファイバー添加樹脂複合材料の機械的特性に及ぼす影響」，プラスチック成形加工学会第 25 回秋季大会（成形加工シンポジア’17）講演予稿集，pp.39-40（2017）

大参昂平，榎本和城：「炭素繊維強化樹脂表面へのマイクロテクスチャリングがトライボロジー特性に及ぼす影響」, 日本トライボロジー学会トライボロジー会議 2017 秋予稿集，A-11（2017）

中沖拓馬，榎本和城，宇佐美初彦：「グラファイト分散樹脂オーバーレイのトライボロジー特性」，日本トライボロジー学会トライボロジー会議 2017 秋予稿集，A-17（2017）

今井 大地

【その他】

今井大地，草部一秀，吉川明彦,「$(InN)_1/(GaN)_n$ 短周期超格子による秩序 InGaN 混晶の物性評価」[招待講演] 第 10 回窒化物半導体の成長・評価に関する夏季ワークショップ，立命館大学，滋賀，9 月 13-15 日, (2017)

Daichi Imai, Kazuhide Kusakabe, and Akihiko Yoshikawa,「Optical Characterization of Ordered InGaN Ternary Alloys Based on $(InN)_1/(GaN)_n$ Short-period Superlattices Grown by Dynamic Atomic Layer Epitaxy (D-ALEp)」International Symposium on Semiconductor Light Emitting Devices 2017, Th.4.4, Oct.8-12（2017）.

清木良麻，澁谷弘樹，今井康彦，隅谷和嗣，木村滋，岩瀬航平，宮嶋孝夫，上山智，今井大地，竹内哲也，岩谷素顕，赤﨑勇：「X 線マイクロビームを用いた窒化物系単一ナノワイヤ上 $Ga_{1-x}In_xN$/GaN 量子井戸の構造評価」，2017 年 < 第 64 回 > 応用物理学会春季学術講演会, CD-ROM，14p-E205-6，パシフィコ横浜 (2017)

清木良麻，澁谷弘樹，今井康彦，隅谷和嗣，木村滋，近藤剣，宮嶋孝夫，上山智，今井大地，竹内哲也，岩谷素顕，赤﨑勇：「X 線マイクロビームを用いた窒化物系単一ナノワイヤ上 $Ga_{1-x}In_xN$/GaN 量子井戸構造の見積もり」，2017 年 < 第 78 回 > 応用物理学会秋季学術講演会, CD-ROM，7p-A301-9，福岡国際会議場 (2017)

R.Seiki, H.Shibuya, Y.Imai, K.Sumitani, S.Kimura, K.Iwase, T.Miyajima, S.Kamiyama, D.Imai, T.Takeuchi, M.Iwaya, and I.Akasaki：“Structural analysis of GaInN/GaN multi-quantum wells grown on a GaN {1-100} side-wall of nanowire by using an x-ray micro beam,”Proceedings of Internal Conference on Nitride Semiconductors, B 1.60, Strasbourg, (2017)

清木良麻，澁谷弘樹，今井康彦，隅谷和嗣，木村滋，宮嶋孝夫，上山智，今井大地，竹内哲也，岩谷素顕，赤﨑勇：「X 線ナノビーム回折法による単一 GaN ナノワイヤ側面上 $Ga_{1-x}In_xN$/GaN 量子井戸の構造評価」, 第 5 回応用物理学会スチューデントチャプター東海地区学術講演会予稿集, PA31，名古屋大学, p.40 (2017)

応用化学科

大脇 健史

【その他】

*青木和馬，大脇健史：「光触媒の酸化作用制御によるセルロース系分解の試み」，日本化学会第 97 春季年会 CD-ROM,（2017）

*青木和馬，岡部雅大，大脇健史：「白色ＬＥＤおよび蛍光灯照射下での可視光応答型光触媒の性能比較」，名城大学総合研究所紀要, 第 22 号, pp.61-64（2017-3）

*清水建伍，玉川尚輝，柴山美沙都，大脇健史：「Cu 担持酸化チタン光触媒の親水性に与える光の波長の影響」，日本セラミックス協会平成 29 年度東海支部学術研究発表会予稿集,（2017-12）

永田 央

【学術論文】

M.Yusa and T.Nagata：“Photoreduction of quinones by thiols sensitized by phthalocyanines,”Photochemical & Photobiological Sciences, Vol.16, No.7, pp.1043-1048（2017）

【その他】

Y.Ushida and T.Nagata：“Synthesis of polyphenyleneethynylene containing hydrophobic groups and carboxylate groups and its conbination with an oxygen evoling catalyst,”The 97th CSJ Annual Meeting, March 16（2017）

Y.Konno and T.Nagata：“Preparation of polypyrrole containing hydrophobic and carboxylate groups and its composite with oxygen evolution catalyst,”The 97th CSJ Annual Meeting, March 16（2017）

坂 えり子

【学術論文】

Y.Ikebe, S.Awaji, E.Ban：“Effect of Co doping on the transport critical current density of rapid heat-treated filamentary（Nd, Sm, Gd）-Ba-Cu-O superconductors」, Physica C, Vol.539, pp.44-48（2017）

【その他】

池邉由美子，森下皓矢，平田治郎，淡路智，坂えり子：「三元素混合型 RE123 超伝導フィラメントの磁場中臨界電流特性」，東北大学金属材料研究所強磁場超伝導材料研究センター平成 28 年度年次報告, pp.8-10（2017）

森下皓矢，佐々木政弥，池邉由美子，坂えり子，梶原健寛：「Ni, Y を共添加した $BaZrO_3$ プロトン伝導体の作製と特性評価」，日本セラミックス協会 2017 年年会研究発表講演予稿集, CD-ROM_3L04（2017）

梶原健寛，塚本修，森下皓矢，池邉由美子，坂えり子：「SOFC 用 $BaZr_{1-x}Ni_xO_{3-\alpha}$ 電解質の焼結過程における熱分析的評価」日本セラミックス協会 2017 年年会研究発表講演予稿集, CD-ROM_1P236（2017）

森下皓矢, 池邉由美子, 坂えり子, 梶原健寛：「Ba（Zr, Y）$O_{3-\delta}$ プロトン伝導体の電気伝導特性におよぼす Ni の添加効果」，日本セラミックス協会 2017 年秋季シンポジウム講演予稿集, CD-ROM_1PK16（2017）

佐々木政弥, 森下皓矢, 池邉由美子, 坂えり子：「M（Cu, Ni, Co, Zn）と Y を共添加した $SrZr_{0.89}Y_{0.1}M_{0.01}O_{3-\alpha}$ の焼結性および電気伝導特性」，日本セラミックス協会 2017 年秋季シンポジウム講演予稿集, CD-ROM_1PK17（2017）

坂東 俊治

【学術論文】

B.Tsuchiya, N.Matsunami, S.Bandow, S.Nagata, Thermal release of hydrogen retained in multilayer graphene films prepared by mist-chemical vapor deposition, Diamond & Related Materials 65, 1-4（2016）.

Ryota Yuge, Shunji Bandow, Masako Yudasaka, Kiyohiko Toyama, Sumio Iijima, Takashi Manako, Boron- and nitrogen-doped single-walled carbon nanohorns with graphite-like thin sheets prepared by CO2 laser ablation method, Carbon, 111, 675-680（2017）.

Yang Wu, Zhongyue Zhang, Shunji Bandow, Kunio Awaga, A Novel Strategy to Functionalize Covalent Organic Framework for High-Energy Rechargeable Lithium Organic Batteries via Graft Polymerization in Nano-channels, Bull.Chem.Soc.Jpn.web online 27 Sep.（2017）. doi：10.1246/bcsj.20170247

Shunji Bandow, Takahiro Yoshida, Low level doping of nitrogen to multilayered graphene by chemical vapor deposition of methane including melamine vapor, Appl. Phys.A 123（12）, 728-736（2017）.

【その他】

Shunji Bandow, Bun Tsuchiya, Controllable doping of nitrogen to multilayered graphene on copper with varying melamine vapor concentration in methane by thermal chemical vapor deposition, 2016 MRS Fall Meeting,

Nov.28-Dec.2（2016）Boston, MA USA, MN3.3.36.

Y.Tanaka, S.Bandow, Separation of iron oxide nanotubes from the products prepared by surfactant assisted sol-gel method and characterization, The 52nd Fullerene Nanotubes Graphene General Symposium, Feb.28- Mar.3（2017）, Tokyo, 2P-38.

丸山 隆浩

【著書】

Takahiro Maruyama, "Nanoscale Carbon Materials：Carbon Nanotubes", in Atsushi Nagai, and Koji Takagi eds. "Conjugated Objects：Developments, Synthesis, and Applications", Pan Stanford Publishing Pte.Ltd., CRC Press, USA, Chap.16, 439-468（2017）.

【学術論文】

Takahiro Maruyama, Akinari Kozawa, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka Sumio Iijima, "Low temperature growth of single-walled carbon nanotubes from Rh catalysts", Carbon 116（2017）128-132.

Hugo Navas, Matthies Picher, Amandine Andrieux-Ledier, Frederic Fossard, Thierry Michel, Akinari Kozawa, Takahiro Maruyama, Eric Anglaret, Annick Loiseau, Vincent Jourdain, "Unveiling the Evolutions of Nanotube Diameter Distribution during the Growth of Single-Walled Carbon Nanotubes", ACS Nano 11（2017）3081-3088.

Takahiro Maruyama, Yutaka Yamashita, Takahiro Saida, Shin-ichiro Tanaka, Shigeya Naritsuka, "Liquid-phase growth of few-layered graphene on sapphire substrates using SiC micropoweder source", J.Cryst.Growth 468（2017）175-178.

Makoto Kumakura, Akinari Kozawa, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, "Spectroscopic study of X-ray absorption near-edge structure of chemical states of Pt catalyst during growth of single-walled carbon nanotubes", J.Cryst.Growth 468（2017）155-158.

Hoshimitsu Kiribayashi, Takayuki Fujii, Akinari Kozawa, Seigo Ogawa, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, "Effects of fabrication method of Al_2O_3 buffer layer on Rh-catalyzed growth of single-walled carbon nanotubes by alcohol-gas-source chemical vapor deposition", J.Cryst.Growth 468（2017）114-118.

Hoshimitsu Kiribayashi, Takayuki Fujii, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, "Effects of Al_2O_3 Type on Activity of Al_2O_3-Supported Rh Catalysts in Single-Walled Carbon Nanotubes Growth by CVD", MRS Advances.2（2017）89-95.

Takayuki Fujii, Hoshimitsu Kiribayashi, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, "Low temperature growth of single-walled carbon nanotubes from Ru catalysts by alcohol catalytic chemical vapor deposition", Diamond Relat.Mater.77（2017）97-101.

【その他】

Yuki Ueda, Jumpei Yamada, Kyosuke Fujiwara, Daichi Yamamoto, Takahiro Maruyama, Shigeya Naritsuka, "Study of Au-Ni catalytic CVD of uniform multilayer graphene", The 52nd Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium 1P-21, The University of Tokyo, March 1-3（2017）

Takayuki Fujii, Hoshimitsu Kiribayashi, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, "Effect of Buffer Layer on Single-walled Carbon Nanotubes Growth from Ru Catalyst by CVD", ISPlasma2017/IC-PLANTS2017 05aC04O, Chubu University, Aichi, Japan, March 1-5（2017）

Takahiro Maruyama, Hiroki Kondo, Akinari Kozawa, Takayuki Fujii, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Sumio Iijima, "Single-Walled Carbon Nanotube Growth from Platinum-group Metal Catalysts", International Conference on Green Chemistry/Engineering and Technologies for Sustainable Development（GCET-2017）, Panjab University, India, April 20-22, 2017. [Invited Talk]

Hugo Navas, Matthieu Picher, Amandine Andrieux-Ledier, Frédéric Fossard, Thierry Michel, Akinari Kozawa, Takahiro Maruyama, Eric Anglaret, Annick Loiseau, Vincent Jourdain, "Unveiling the Evolution of Nanotube Diameter Distribution during the Growth of Single-Walled Carbon Nanotubes", 18th International Conference on the Science and Application of Nanotubes and Low-dimensional Materials（NT17）, Nelo Horizonte, Brazil, June 25-30（2017）.

T.Maruyama, R.Ghosh, Y.Iwashige, S.Ogawa, T.Saida, S.Naritsuka, S.Iijima, "Fabrication of Single-Walled Carbon nanotube/Graphene Hybrid Strucutre using Alcohol Catalytic Chemical Vapor Deposition", The International Nanotech & NanoScience Conference and Exhibition（Nanotech France 2017）, Paris, France, June 28-30（2017）.

T.Maruyama, A.Kozawa, T.Saida, S.Naritsuka, and S.Iijima, "Single-Walled Carbon Nanotube Synthesis from Rh Catalysts by Alcohol Gas Source Method", The 15th

International Conference on Advanced Materials（IUMRS-ICAM 2017）, August 27-September 1, Yoshida Campus, Kyoto University, Kyoto, Japan.C1-O01-010, Sept.1（2017）.

T.Fujii, T.Okada, T.Saida, S.Naritsuka, and T.Maruyama, "Single-Walled Carbon Nanotubes Synthesis by Alcohol Gas Source Method at Low Temperature using Ru Catalysts", The 15th International Conference on Advanced Materials（IUMRS-ICAM 2017）, August 27-September 1, Yoshida Campus, Kyoto University, Kyoto, Japan.C1-P31-010, Aug.31（2017）.

Shigeya Naritsuka, Jumpei Yamada, Yuki Ueda, Daich Yamamoto, Kyosuke Fujiwara, Takahiro Maruyama, Hayato Goto, and Yusuke Wakabayashi, "Study of direct precipitation mechanism of graphene on sapphire using X-ray diffraction", Swedish-Japanese Workshop on Nano-Structure Science by Novel Light Sources & JSPA Grand-in-Aid for Scientific Research on Innovation Areas "3D Active-Site Science" 6th Report Meeting of Recent Results, P-11, Lund, Sweden, October 2-3,（2017）.

Vincent Jourdain, Léonard Monniello, Huy-Nam Tran, Hugo Navas, Matthies Picher, Thierry Michel, Rémy Vialla, Saïd Tahir, Eric Anglaret, Amandine Andrieux-Leiddier, Frédéric Fossard, Annick Loisseau, Akinari Kozawa, Takahiro Maruyama, "STUDYING THE GROWTH OF SINGLE-WALLED CARBON NANOTUBES BY OPTICAL MEANS", Graphene & CO Annual meeting 2017（graph-and-co17）, CNRS "Paul Langevin resort center", Aussois（France）, Oct.15-19（2017）.

Takahiro Maruyama, Shigeya Naritsuka, Kenta Amemiya, Michiko Kusunoki, "Growth Mechanism of Carbon Nanotubes on SiC C-face by Thermal Decomposition", International Symposium on Epitaxial Graphene 2017（ISEG2017）, Nagoya University, Nagoya, November 22-25（2017）.

Makoto Kumakura, Hoshimitsu Kiribayashi, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, "In Situ XANES Study on Chemical States of Metal Catalysts During SWCNT Growth", 2017 MRS Fall Meeting & Exhibit, Hynes Convention Center, Sheraton Boston Hotel, Boston（USA）, November 26-December 1（2017）.

Takayuki Fujii, Takuya Okada, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, "Low Temperature Synthesis of Single-Wall Carbon Nanotubes from Ru Catalysts by Alcohol Gas Source Method in High Vacuum", 2017 MRS Fall Meeting & Exhibit, Hynes Convention Center, Sheraton Boston Hotel, Boston（USA）, November 26-December 1（2017）.

Jumpei Yamada, Yuki Ueda, Daichi Yamamoto, Kyosuke Fujiwara, Takahiro Maruyama, Shigeya Naritsuka, "Study of Nucleation of Graphene in Direct Precipitation Method", 2017 MRS Fall Meeting & Exhibit, Hynes Convention Center, Sheraton Boston Hotel, Boston（USA）, November 26-December 1（2017）.

Yuki Ueda, Jumpei Yamada, Kyosuke Fujiwara, Daichi Yamamoto, Takahiro Maruyama, Shigeya Naritsuka, "Study of Au-Ni catalytic CVD of uniform multilayer graphene", The 52nd Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium 1P-21, The University of Tokyo, March 1-3（2017）

Makoto Kumakura, Hoshimitsu Kiribayashi, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, "Analysis of Pt catalysts for SWNT growth by In-situ XANES", The 52nd Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium 2P-20, The University of Tokyo, March 1-3（2017）

成塚重弥，上田悠貴，山田純平，藤原亨介，山本大地，丸山隆浩：「Au-Ni 触媒を用いた減圧 CVD による多層グラフェンの均一性向上」，新学術領域研究「3D 活性サイト科学」第 5 回成果発表会 P02，伊豆山研修センター，静岡，3 月 4 日 -5 日（2017）

熊倉誠，桐林星光，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩：「XANES による SWNT 生成時における Pt 触媒のその場観察」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会 14p-P4-1，パシフィコ横浜，3 月 14 日 -17 日（2017）

藤井貴之，桐林星光，小川征悟，才田隆広，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 Ru 触媒からの単層カーボンナノチューブの低温成長」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会 14p-P4-2，パシフィコ横浜，3 月 14 日 -17 日（2017）

山田純平，上田悠貴，山本大地，藤原亨介，丸山隆浩，成塚重弥：「W キャップ層を用いた直接析出法における低温でのグラフェン核形成に関する検討」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会 14p-P4-28，パシフィコ横浜，3 月 14 日 -17 日（2017）

上田悠貴，山田純平，藤原亨介，山本大地，丸山隆浩，成塚重弥：「Au/Ni 触媒を用いた良好な均一性を有する多層グラフェンの CVD 成長」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会 14p-P4-29，パシフィコ横浜，3 月 14 日 -17 日（2017）

岡田拓也，桐林星光，藤井貴之，才田隆広，丸山隆浩：

「Al_2O_3 バッファ層を用いた高真空アルコールガスソース法による Co 触媒からの SWNT 成長」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会 14p-P4-3，パシフィコ横浜，3 月 14 日 -17 日(2017)

熊倉誠，才田隆広，丸山隆浩：「オペランド XANES 測定による単層カーボンナノチューブ成長中の触媒粒子の化学結合状態の研究」，第 20 回 XAFS 討論会 P-34，じばさんびる（姫路・西はりま地場産業センター），8 月 4 日 -8 月 6 日(2017)

岡田拓也，小川征悟，藤井貴之，丸山隆浩，才田隆広：「Al_2O_3 を用いた Co 触媒からの SWNT の低温成長」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 5p-PA1-3，福岡国際会議場・福岡国際センター・福岡サンパレスホテル，9 月 5 日 -8 日(2017)

山田純平，上田悠貴，山本大地，藤原亭介，丸山隆浩，成塚重弥：「W キャップ層を用いたグラフェン直接析出法における Au ボトム層の効果」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 5p-PA1-28，福岡国際会議場・福岡国際センター・福岡サンパレスホテル，9 月 5 日 -8 日(2017)

上田悠貴，山田純平，藤原亭介，山本大地，丸山隆浩，成塚重弥：「a 面および c 面サファイア基板上への無触媒 CVD によるグラフェンの直接成長－ 成長温度依存性－」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 5p-PA1-29，福岡国際会議場・福岡国際センター・福岡サンパレスホテル，9 月 5 日 -8 日(2017)

藤井貴之，小川征悟，岡田拓也，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩，“アルコール CVD 法による Ru 触媒からの単層カーボンナノチューブの低温成長及び成長機構の検討”，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 7a-C11-1，福岡国際会議場・福岡国際センター・福岡サンパレスホテル，9 月 5 日 -8 日(2017)

熊倉誠，桐林星光，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩，“XANES による単層カーボンナノチューブ生成時における遷移金属触媒のその場測定”，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 7a-C11-2，福岡国際会議場・福岡国際センター・福岡サンパレスホテル，9 月 5 日 -8 日(2017)

丸山隆浩，桐林星光，才田隆広，成塚重弥，“Rh 触媒を用いた単層カーボンナノチューブ作製時における Al_2O_3 バッファ層による生成量増加のメカニズム”，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 7a-C11-3，福岡国際会議場・福岡国際センター・福岡サンパレスホテル，9 月 5 日 -8 日(2017)

藤原亭介，山本大地，山田純平，上田悠貴，丸山隆浩，成塚重弥：「Study of condition of copper plating on graphene-」，第 53 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-23，京都大学宇治キャンパス，9 月 13 日 -15 日(2017)

Jumpei Yamada, Yuki Ueda, Daichi Yamamoto, Kyosuke Fujiwara, Takahiro Maruyama, Shigeya Naritsuka, “Direct precipitation growth of multilayer graphene using Ni-Au catalyst”, 第 53 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 3P-19，京都大学宇治キャンパス，9 月 13 日 -15 日(2017).

Kyosuke Fujiwara, Daichi Yamamoto, Jumpei Yamada, Yuki Ueda, Takahiro Maruyama, and Shigeya Naritsuka, “Pulsed current-mode plating of smooth thin copper layer on graphene for fabrication of copper-graphene composite”, 36th Electronic Materials Symposium（EMS-36）, Th3-2, Nagahama Royal Hotel, Shiga, Nov.8-10（2017）.

Daichi Yamamoto, Jumpei Yamada, Yuki Ueda, Kyosuke Fujiwara, Takahiro Maruyama, and Shigeya Naritsuka, “Dependence on the annealing temperature on precipitation growth of multilayer graphene using nano diamond as a carbon source”, 36th Electronic Materials Symposium（EMS-36）, Th4-6, Nagahama Royal Hotel, Shiga, Nov.8-10（2017）.

Shun Takenaka, Yuki Ueda, Jumpei Yamada, Takahiro Maruyama, and Shigeya Naritsuka, “Usage of graphene mask for expanding lateral-growth in GaN low angle incidence microchannel epitaxy”, 36th Electronic Materials Symposium（EMS-36）, Fr1-12, Nagahama Royal Hotel, Shiga, Nov.8-10（2017）.

上田悠貴，山田純平，藤原亭介，山本大地，丸山隆浩，成塚重弥：「c 面および r 面サファイア上のグラフェン CVD 成長メカニズムの検討」，第 46 回結晶成長国内会議 28p-P04，ホテルコンコルド浜松，静岡，2017 年 11 月 27 日～ 11 月 29 日(2017).

藤原亭介，山本大地，山田純平，上田悠貴，丸山隆浩，成塚重弥：「パルスメッキによるグラフェン上銅薄膜の作製」，第 46 回結晶成長国内会議 28p-P05，ホテルコンコルド浜松，静岡，2017 年 11 月 27 日～ 11 月 29 日(2017).

小澤 理樹

【その他】

福地大地，岡島宏忠，小澤理樹：「輸送管網の自己組織化を目指した生体組織様ゲルの作製」，日本化学会 第 97 春季年会予稿集，1PA-128（2017）

福地大地，岡島宏忠，小澤理樹：「輸送管を持つゲル

を目指した生体組織様ゲルへの溶液注入と界面における反応」，第 66 回高分子学会年次大会予稿集，2Pd050（2017）

林元基，三輪尚人，小澤理樹：「ナノ粒子と高分子からなる粘液状物質の生成条件とレオロジー特性」，第 66 回高分子討論会予稿集，3Pb064（2017）

福地 大地，小澤 理樹：「生体組織様ゲル中における輸送網の自己組織化」，第 161 回東海高分子研究会講演会，P-53M（2017）

田中 正剛

【その他】

田中正剛：「私の役に立った本」，高分子学会誌「高分子」，Vol.65, No.12, p.694（2016）

上原早耶香，田中正剛：「ペプチドと界面活性剤の複合化により秩序的に濃縮された液状物質の構築」，高分子学会第 66 回高分子年次大会予稿集，CD-ROM（2017）

大石陽介，田中正剛：「PEG 化ペプチドの界面吸着に基づくナノ周期性秩序構造化における親水性アミノ酸種の影響」，第 68 回コロイドおよび界面化学討論会講演要旨集，CD-ROM（2017）

竹内久志，田中正剛：「固体表面への接触により駆動されるアミノ酸誘導体の結晶化によるポリマー繊維修飾」，高分子学会第 66 回高分子討論会予稿集，CD-ROM（2017）

池邉 由美子

【学術論文】

Y.Ikebe, S.Awaji, E.Ban：「Effect of Co doping on the transport critical current density of rapid heat-treated filamentary（Nd, Sm, Gd）-Ba-Cu-O superconductors」，Physica C, Vol.539, pp.44-48（2017）

【その他】

池邉由美子，森下皓矢，平田治郎，淡路智，坂えり子：「三元素混合型 RE123 超伝導フィラメントの磁場中臨界電流特性」，東北大学金属材料研究所強磁場超伝導材料研究センター平成 28 年度年次報告，pp.8-10（2017）

森下皓矢，佐々木政弥，池邉由美子，坂えり子，梶原健寛：「Ni, Y を共添加した $BaZrO_3$ プロトン伝導体の作製と特性評価」，日本セラミックス協会 2017 年年会研究発表講演予稿集，CD-ROM_3L04（2017）

梶原健寛，塚本修，森下皓矢，池邉由美子，坂えり子：「SOFC 用 $BaZr_{1-x}Ni_xO_{3-\alpha}$ 電解質の焼結過程における熱分析的評価」日本セラミックス協会 2017 年年会研究発表講演予稿集，CD-ROM_1P236（2017）

森下皓矢，池邉由美子，坂えり子，梶原健寛：「$Ba(Zr, Y)O_{3-\delta}$ プロトン伝導体の電気伝導特性におよぼす Ni の添加効果」，日本セラミックス協会 2017 年秋季シンポジウム講演予稿集，CD-ROM_1PK16（2017）

佐々木政弥，森下皓矢，池邉由美子，坂えり子：「M（Cu, Ni, Co, Zn）と Y を共添加した $SrZr_{0.89}Y_{0.1}M_{0.01}O_{3-\alpha}$ の焼結性および電気伝導特性」，日本セラミックス協会 2017 年秋季シンポジウム講演予稿集，CD-ROM_1PK17（2017）

才田 隆広

【学術論文】

Takahiro Maruyama, Akinari Kozawa, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka Sumio Iijima, “Low temperature growth of single-walled carbon nanotubes from Rh catalysts”, Carbon 116（2017）128-132.

Takahiro Maruyama, Yutaka Yamashita, Takahiro Saida, Shin-ichiro Tanaka, Shigeya Naritsuka, “Liquid-phase growth of few-layered graphene on sapphire substrates using SiC micropoweder source”, J.Cryst.Growth 468（2017）175-178.

Makoto Kumakura, Akinari Kozawa, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, “Spectroscopic study of X-ray absorption near-edge structure of chemical states of Pt catalyst during growth of single-walled carbon nanotubes”, J.Cryst.Growth 468（2017）155-158.

Hoshimitsu Kiribayashi, Takayuki Fujii, Akinari Kozawa, Seigo Ogawa, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, “Effects of fabrication method of Al_2O_3 buffer layer on Rh-catalyzed growth of single-walled carbon nanotubes by alcohol-gas-source chemical vapor deposition”, J.Cryst.Growth 468（2017）114-118.

Hoshimitsu Kiribayashi, Takayuki Fujii, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, “Effects of Al_2O_3 Type on Activity of Al_2O_3-Supported Rh Catalysts in Single-Walled Carbon Nanotubes Growth by CVD”, MRS Advances.2（2017）89-95.

Takayuki Fujii, Hoshimitsu Kiribayashi, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, “Low temperature growth of single-walled carbon nanotubes from Ru catalysts by alcohol catalytic chemical vapor deposition”, Diamond Relat.Mater.77（2017）97-101.

【依頼講演】

水野信吾・平野晶子・才田隆広：「還元性酸化チタンにおける局所構造と触媒能」，第 6 回 名古屋大学シ

ンクロトロン光研究センターシンポジウム，名古屋大学 野依記念学術交流館，3 月 2 日(2017)

才田隆広：「酸性雰囲気下における金属酸化物の酸素還元活性」, 第 28 回電解プロセス研究会, ホルトホール大分，9 月 13 日(2017)

【その他】

Takayuki Fujii, Hoshimitsu Kiribayashi, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, "Effect of Buffer Layer on Single-walled Carbon Nanotubes Growth from Ru Catalyst by CVD", ISPlasma2017/IC-PLANTS2017 05aC04O, Chubu University, Aichi, Japan, March 1-5 (2017)

Takahiro Maruyama, Hiroki Kondo, Akinari Kozawa, Takayuki Fujii, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Sumio Iijima, "Single-Walled Carbon Nanotube Growth from Platinum-group Metal Catalysts", International Conference on Green Chemistry/Engineering and Technologies for Sustainable Development (GCET-2017), Panjab University, India, April 20-22, 2017. [Invited Talk]

T.Maruyama, R.Ghosh, Y.Iwashige, S.Ogawa, T.Saida, S.Naritsuka, S.Iijima, "Fabrication of Single-Walled Carbon nanotube/Graphene Hybrid Strucutre using Alcohol Catalytic Chemical Vapor Deposition", The International Nanotech & NanoScience Conference and Exhibition (Nanotech France 2017), Paris, France, June 28-30 (2017).

T.Maruyama, A.Kozawa, T.Saida, S.Naritsuka, and S.Iijima, "Single-Walled Carbon Nanotube Synthesis from Rh Catalysts by Alcohol Gas Source Method", The 15th International Conference on Advanced Materials (IUMRS-ICAM 2017), August 27-September 1, Yoshida Campus, Kyoto University, Kyoto, Japan.C1-O01-010, Sept.1 (2017).

T.Fujii, T.Okada, T.Saida, S.Naritsuka, and T.Maruyama, "Single-Walled Carbon Nanotubes Synthesis by Alcohol Gas Source Method at Low Temperature using Ru Catalysts", The 15th International Conference on Advanced Materials (IUMRS-ICAM 2017), August 27-September 1, Yoshida Campus, Kyoto University, Kyoto, Japan.C1-P31-010, Aug.31 (2017).

T.Saida, S.Mizuno, S.Hirano, "The Effect of Coordination Number and Bandgap of Titanium Oxide for Oxygen Reduction Reaction", 232nd ECS meeting, I01D 1152, Gaylord National Resort and Convention Center National Harbor, MD, USA, October 1-5 (2017)

F.Sato, T.Saida, "Electrochemical Behavior on the Ruthenate Nanosheet Surface with the Valence Change", International Symposium on Novel Energy Nanomaterials, Catalysts and Surfaces for Future Earth, 2P-14, The University of Electro-Communications, October 28 Sat– 30 (2017)

Makoto Kumakura, Hoshimitsu Kiribayashi, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, "In Situ XANES Study on Chemical States of Metal Catalysts During SWCNT Growth", 2017 MRS Fall Meeting & Exhibit, Hynes Convention Center, Sheraton Boston Hotel, Boston (USA), November 26-December 1 (2017).

Takayuki Fujii, Takuya Okada, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, "Low Temperature Synthesis of Single-Wall Carbon Nanotubes from Ru Catalysts by Alcohol Gas Source Method in High Vacuum", 2017 MRS Fall Meeting & Exhibit, Hynes Convention Center, Sheraton Boston Hotel, Boston (USA), November 26-December 1 (2017).

Makoto Kumakura, Hoshimitsu Kiribayashi, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, "Analysis of Pt catalysts for SWNT growth by In-situ XANES", The 52nd Fullerenes-Nanotubes-Graphene General Symposium 2P-20, The University of Tokyo, March 1-3 (2017)

熊倉誠，桐林星光，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩：「XANES による SWNT 生成時における Pt 触媒のその場観察」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会 14p-P4-1，パシフィコ横浜，3 月 14 日 -17 日(2017)

藤井貴之，桐林星光，小川征悟，才田隆広，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 Ru 触媒からの単層カーボンナノチューブの低温成長」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会 14p-P4-2，パシフィコ横浜，3 月 14 日 -17 日(2017)

岡田拓也，桐林星光，藤井貴之，才田隆広，丸山隆浩：「Al_2O_3 バッファ層を用いた高真空アルコールガスソース法による Co 触媒からの SWNT 成長」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会 14p-P4-3，パシフィコ横浜，3 月 14 日 -17 日(2017)

鈴木大介，才田隆広：「ジアザクラウンエーテルによる層状酸化チタン($H_2Ti_4O_9$)の剥離」，日本セラミックス協会 2017 年年会，3K08，日本大学(駿河台キャンパス)，3 月 17 日 -19 日(2017)

水野真吾，平野晶子，才田隆広：「酸化チタン配位数や価数が酸素還元活性に与える影響」，電気化学会第 84 回大会，2D06，首都大学東京 南大沢キャンパ

ス，3 月 25 日 -27 日（2017）

熊倉誠，才田隆広，丸山隆浩：「オペランド XANES 測定による単層カーボンナノチューブ成長中の触媒粒子の化学結合状態の研究」，第 20 回 XAFS 討論会 P-34，じばさんびる（姫路・西はりま地場産業センター），8 月 4 日 -6 日（2017）

佐藤史彬，平野晶子，才田隆広：「あいち SR を利用した Ru および Rh K 端付近での in-situ XAFS 測定に向けた検討」，第 20 回 XAFS 討論会 P-31，じばさんびる（姫路・西はりま地場産業センター），8 月 4 日 -6 日（2017）

岡田拓也，小川征悟，藤井貴之，丸山隆浩，才田隆広：「Al_2O_3 を用いた Co 触媒からの SWNT の低温成長」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 5p-PA1-3，福岡国際会議場・福岡国際センター・福岡サンパレスホテル，9 月 5 日 -8 日（2017）

藤井貴之，小川征悟，岡田拓也，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩，“アルコール CVD 法による Ru 触媒からの単層カーボンナノチューブの低温成長及び成長機構の検討”，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 7a-C11-1，福岡国際会議場・福岡国際センター・福岡サンパレスホテル，9 月 5 日 -8 日（2017）

熊倉誠，桐林星光，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩：「XANES による単層カーボンナノチューブ生成時における遷移金属触媒のその場測定」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 7a-C11-2，福岡国際会議場・福岡国際センター・福岡サンパレスホテル，9 月 5 日 -8 日（2017）

丸山隆浩，桐林星光，才田隆広，成塚重弥：「Rh 触媒を用いた単層カーボンナノチューブ作製時における Al_2O_3 バッファ層による生成量増加のメカニズム」，第 78 回応用物理学会秋季学術講演会 7a-C11-3，福岡国際会議場・福岡国際センター・福岡サンパレスホテル，9 月 5 日 -8 日（2017）

榊原鑑，才田隆広：「酸化黒鉛ナノシート /PMMA 複合体を担体として用いた白金担持触媒の合成」，電気化学会九州支部・東海支部合同シンポジウム トークシャワー・イン・九州 2017，2017 年東海地区ヤングエレクトロケミスト研究会，6，ホルトホール大分，ホテルソラージュ大分・日出，9 月 14 日 -15 日（2017）

松岡良明，才田隆広：「窒素含有酸化黒鉛ナノシートの合成と酸素還元活性」，電気化学会九州支部・東海支部合同シンポジウム トークシャワー・イン・九州 2017，2017 年東海地区ヤングエレクトロケミスト研究会，22，ホルトホール大分，ホテルソラージュ大分・日出，9 月 14 日 -15 日（2017）

鈴木大介，才田隆広：「Synthesis of Ti-Ru bimetal lyered oxide」，セラミックス協会 第 30 回秋季シンポジウム，1PK09，神戸大学（六甲台地区），9 月 19 日 -21 日（2017）

才田隆広，平野晶子，丹羽悦子，佐藤史彬：「In-situ XAFS 法による酸素還元反応に対する酸化物上での活性サイトの調査」，第 53 回 X 線分析討論会，O1-2，徳島大学・常三島キャンパス，10 月 26 日 -27 日（2017）

機械工学科

宇佐美 勝

【学術論文】

宇佐美勝，古川裕之：「不足膨張噴流の DSMC 計算」，航空宇宙技術, Vol. 15, pp.117-125（2016）

宇佐美勝：「一次元垂直衝撃波の DSMC 解析における分子間衝突法に関する研究（第 2 報 セル内分子数と平均自由行程）」，航空宇宙技術, Vol. 16, pp.37-44（2017）

【その他】

宇佐美勝：「直接シミュレーションモンテカルロ法 DSMC 計算のすすめ（平均自由行程のゼロ次元解析から自由噴流の 3 次元解析まで」，日本航空宇宙学会第 53 回中部・関西支部合同秋季大会講演論文集, USB-B9（2016）

中根祐樹，宇佐美勝：「衝突噴流の 3 次元 DSMC 解析」，日本航空宇宙学会第 53 回中部・関西支部合同秋季大会講演論文集, USB-B5（2016）

中根祐樹，宇佐美勝：「衝突噴流の 3 次元 DSMC 解析」，日本機械学会東海支部第 66 期総会・講演会講演論文集, USB-627（2017）

大槻 敦美

【学術論文】

大槻敦巳，奥田将大：「閉塞空間内における細線ばね材料の大変形挙動解析（医療用ガイドワイヤーへの応用の試み）」，ばね論文集，第 62 号, pp.27-35,（2017-5）

大槻敦巳，大島成通：「和弓における非線形変形特性の解析（エラスチカ理論の適用）」，ばね論文集，第 62 号, pp.49-55,（2017-5）

A.Ohtsuki：“An Innovative Method for Measuring Young's Modulus of a Flexible Multi-layered Circular Ring（Own-weight Circular Ring Method）”, Materials Today, Vol.3, Issue 4, pp.5915-5920（2017-8）

A.Ohtsuki:[Invite Lectute] “An Innovative Mechanical Testing Method for Measuring Young's Modulus of Thin Flexible Multi-layered Materials（Own-weight Method）”, ICCM21，pp.1-11（2017-8）

A.Ohtsuki：“An Innovative Mechanical Testing Method for Measuring Young's Modulus of a Thin Flexible Materials（Own-weight Cantilever Method）”，34th DAS, pp.119-120（2017-9）

【その他】

大槻敦巳：「 柔軟ばね特性のスポーツ工学への応用（棒高跳び）」，日本ばね学会 2017 年度春季講演会論文集, pp.19-22（2017-6）

大槻敦巳：［依頼講演］「 高度復元ばね特性を利用したスポーツ用具のいろいろ（弓，釣竿，棒高跳びポールなどのもの凄い大たわみ変形）」, MF- Tokyo 2017（学会テクニカルセミナー）, G-24（2017-7）

大槻敦巳：「 円リングの自重大たわみ変形を利用した薄肉積層材料の新ヤング率測定法 」，日本ばね学会 2017 年度秋季講演会論文集, pp.29-32（2017-11）

來海 博央

【その他】

Y. Iwata, T. Shibayama, K. Fujiyama and H. Kimachi, “Notched Creep Life Assessment Based on FEM Analysis and Its Comparison with EBSD Strain Analysis”, APCFS2016:Asian-Pacific Conference on Fracture and Strength 2016, JSME-MMD, CD-ROM:Track08-14,（2016-9）

栗本一輝，來海博央：「高温環境下における遮熱コーティング内の酸化層の成長シミュレーション」，日本熱処理技術協会第 7 回中部支部講演会, pp.17-18,（2017–3）.

小林大純，村瀬裕太，伊賀雄一郎，來海博央，田中啓介：「電着法により創製した Ni ナノ結晶バルク材の疲労特性が及ぼす結晶粒径の影響」，日本材料学会東海支部 第 11 回学術講演会, pp.33-34,（2017–3）.

二反田誠，後藤 宗，渡辺裕巳，來海博央：「微粒子衝突処理を施した純チタンの疲労特性評価」，日本機械学会東海支部第 66 期総会講演会（TOKAI ENGINEERING COMPLEX 2017（TEC017）, USB（OS8-1，804）,（2017–3）.

谷口大二郎，來海博央，山田竜大，角田恭兵：「炭素繊維の 2 次元直接ラマンイメージング」，名城大学総合研究所 紀要, Vo.22, pp.69-72,（2017–3）.

山田竜大，谷口大二郎，角田恭兵，來海博央：「単焦点多点分光顕微ラマン装置の開発」，名城大学総合研究所 紀要, Vo.22, pp.73-76,（2017–3）.

後藤 宗，中村知樹，江上登，來海博央：「アルミニウム合金（A5052）の疲労強度に及ぼす FPB 処理条件の影響」，名城大学総合研究所 紀要, Vo.22, pp.77-80,（2017–3）.

來海博央：「顕微ラマン分光法による２次元イメージング」，中部経済新聞（研究現場発），３面，(2017-5/9)
山田竜大，谷口大二郎，角田恭兵，來海博央：「焦点領域内の同時多点分光によるラマンスペクトル評価」，日本材料学会第 66 期通常総会・学術講演会，USB（328），(2017–5)．
臼井駿介，舘 亮太，來海博央：「偏光顕微ラマン分光法を用いた SiC のひずみ成分測定の可能性」，日本材料学会第 66 期通常総会・学術講演会，USB（329），(2017–5)．
田中啓介，永田寛茂，原口正義，村瀬優大，來海博央：「電着ニッケル薄膜切欠き試験片における疲労き裂の発生と進展」，日本材料学会第 66 期通常総会・学術講演会，USB（501），(2017–5)．
舘 亮太，來海博央：「偏光顕微ラマン分光法を用いたグラフェンのひずみ成分測定」，第 51 回Ｘ線材料強度に関するシンポジウム講演論文集，pp.73 － 76，(2017–7)．
田中啓介，村瀬優大，長谷光司，來海博央：「電着ニッケルナノ結晶薄膜の切欠きによる疲労強度低下の予測」，日本機械学会 M&M2017 材料力学カンファレンス，オンライン版（OS0535），(2017–10)．
伊賀友一朗，村瀬優太，田中啓介，來海博央：「電着 Ni ナノ結晶バルク材の疲労特性に及ぼす結晶粒径の影響」，日本機械学会 M&M2017 材料力学カンファレンス，オンライン版（OS0537），(2017–10)．
大橋孝太，後藤 宗，中尾知代，來海博央：「微粒子衝突処理を施したアルミニウム合金における微視組織が疲労強度に及ぼす影響」，日本材料学会材料シンポジウム「若手学生研究発表会」，CD（講演番号 38），(2017–10)．
村瀬優太，長谷光司，田中啓介，來海博央：「電着ニッケルナノ結晶薄膜の疲労強度に及ぼす微小切欠き形状の影響」，日本材料学会高温強度・破壊力学合同シンポジウム－第 55 回高温強度シンポジウム－－第 18 回破壊力学シンポジウム－，pdf（講演番号 136），(2017–12)．

久保 貴

【学術論文】

A. Ichikawa, T. Ito, K. Shimogaito, T. Kubo, and T. Fukuda：“The Study of Valve Hybrid Fractal Stent for the Next Generation Brain Aneurysm Treatment”, Imaging in Medicine, Vol. 8, Issue 2, pp.23-27（2016）
A. Ichikawa, K. Shimogaito, T. Kubo, T. Fukuda, M. Hayakawa, and H. Qiang：“Verification of Valved Hybrid Fractal Stent Functionality for Use in Cerebral Endovascular Therapy”, Cardiothoracic and Vascular Sciences, Vol. 1, Issue 1, DOI：10.15761/CVS.1000102（2017）

【その他】

北山隼平，久保貴：「Couette 流れと干渉する衝突噴流の流入角度が熱伝達に与える影響」，日本機械学会東海支部第 66 期総会・講演会講演論文集，No.613（2017）
北山隼平，久保貴：Couette 流れと干渉する衝突噴流の熱伝達に関する研究（Couette 流れと噴流の速度比の影響）」，日本機械学会 2017 年度年次大会講演論文集，S0520105（2017）
J. Kitayamal and T. Kubo：“Numerical Study on the Heat Transfer of an Impinging Jet Interfering with Couette Flow”, Extended Abstracts of the Ninth JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference, TFEC9-1007（2017）

藤山 一成

【学術論文】

与田利花，釜谷昌幸，木村英彦，大谷俊博，藤山一成：「EBSD 法によるクリープ損傷評価のためのラウンドロビン試験」，材料，Vol. 66, No.2, pp.130-137（2017-2）
K. Fujiyama：“Damage informatics concept for plant life-cycle management,”Journal Materials at High Temperatures, Taylor & Francis Online published, http://dx.doi.org/10.1080/09603409.2017.1371532, pp.1-10（2017-9）

【その他】

K. Fujiyama：“Damage informatics concept for plant life-cycle management”, Presented at International Conference HIDA-7, Life/Defect Assessment & Failures in High Temperature Industrial Structures, Portsmouth, UK（2017-5）
西岡智也，椹木義淳，植村啓美，森田聡，藤山一成：「溶接継手部クリープ損傷評価へのスモールパクリープ試験法適用検討」，溶接学会溶接構造シンポジウム 2017，4 pages（2017-12）
藤山一成：「火力プラントの損傷情報にもとづくリスクベース保守管理技術」，一般財団法人 発電設備技術検査協会「火力技術セミナー」テキスト，東京・大阪（2017-9）

大島 成通

【著書】

大島成通：『生体データ活用の最前線～スマートセンシングによる生体情報計測とその応用～』(板生清編著),「第 8 章 スポーツ分野における生体データ活用 第 2 節 表面筋電計・モーションセンサを用いたサイバネティックトレーニング」, pp.476-492, サイエンス＆テクノロジー(2017)

【学術論文】

平松右輔, 大島成通：「初期視覚に学んだ Convolutional Neural Network による特徴点検出手法と並列アナログ回路」, 電子情報通信学会論文誌 A, Vol. J100-A, No.7, pp.281-294（2017）

【その他】

三木大輝, 井上直幸, 平松右輔, 大島成通：「多方向空間一次微分特性を発現する並列アナログ回路を用いた特徴抽出」, 日本機械学会東海支部第 66 期総会講演会講演論文集, No.173-1, 303（2017-3）

清水 憲一

【著書】

清水憲一：「金属／樹脂接着界面応力発生とその評価」, 『高分子の残留応力対策』(技術情報協会編), 第 9 章第 3 節, pp.452-456, 技術情報協会(2017)

【学術論文】

田中啓介, 小原田和也, 長谷川祐哉, 清水憲一：「炭素短繊維強化 PPS における疲労き裂進展に及ぼす試験温度の影響」, 日本機械学会論文集, Vol. 83, No.847, p. 16-00503（2017）

清水憲一, 坂田文哉：「純チタン膜材の疲労き裂進展に及ぼす圧延方向の影響」, 材料, Vol. 66, No.12, pp.921-927（2017）

清水憲一, 木曽原知明：「圧延集合組織を有する純チタン膜材の疲労き裂進展試験に伴う活動すべり系の推定 - EBSD 法による結晶方位測定に基づいて - 」, 材料, Vol. 66, No.12, pp.935-941（2017）

【その他】

新實宏彰, 田中啓介, 清水憲一：「射出成形した短繊維 CFRP の疲労特性に及ぼす繊維配向の影響」, 日本材料学会東海支部第 11 回学術講演会公演論文集, pp.29-30（2017）

田邊俊貴, 古田敦也, 清水憲一：「直流電位差法を用いた純チタン膜材の ΔK 漸減試験」, 日本機械学会東海支部第 66 期総会・講演会(TEC17), OS8-3 (2017)

清水憲一, 長谷川祐哉, 小原田和也, 小林将也, 田中啓介：「短繊維 CFRP の疲労き裂進展に及ぼす応力比の影響」, 日本材料学会第 66 期学術講演会, pp.133-134（2017）

岩堀恵介, 田中啓介, 清水憲一, 菖蒲敬久：「金属インサートを持つ樹脂複合材料部品の熱サイクルにおける in-situ 内部応力計測」, 第 51 回 X 線材料強度に関するシンポジウム講演論文集, pp.13-16（2017）

清水憲一, 岩堀恵介, 田中啓介, 菖蒲敬久：「短繊維強化樹脂材料の疲労き裂先端における応力分布の X 線評価」, 第 51 回 X 線材料強度に関するシンポジウム講演論文集, pp.28-31（2017）

田中啓介, 清水憲一：「短繊維で強化した PPS 樹脂材料の X 線残留応力測定法」, 第 51 回 X 線材料強度に関するシンポジウム講演論文集, pp.69-72（2017）

田村健悟, 清水憲一, 室 佑樹：「AE 法を用いた樹脂 / 金属接着界面の疲労はく離特性の評価」, M&M2017 講演論文集, OS0522（2017）

王 チン, 清水憲一, 田中啓介, 新實宏彰：「射出成形した短繊維 CFRP の疲労き裂の発生に及ぼす繊維配向の影響」, M&M2017 講演論文集, OS0523（2017）

長谷川祐哉, 清水憲一, 田中啓介：「開口変位分布に基づく短繊維 CFRP の疲労き裂進展挙動に及ぼす板厚の影響」, M&M2017 講演論文集, OS0524（2017）

田邊俊貴, 清水憲一, 坂田文哉, 木曽原知明：「短圧延集合組織を有する純チタン膜材の疲労き裂進展挙動に及ぼす負荷方向の影響」, M&M2017 講演論文集, OS0536（2017）

石田幸也, 田中啓介, 清水憲一, 村瀬優太：「電着ニッケル薄膜のき裂開口計測に基づく疲労き裂進展特性の評価」, 第 18 回破壊力学シンポジウム(2017)

塚田 敦史

【その他】

笠原光輝, 塚田敦史, 池田卓美, 青井清一, 張彦芳：「デザイン支援のための水晶体混濁眼における色覚表現法の妥当性評価」, 日本色彩学会第 48 回全国大会発表論文集, pp.128-131（2017）

*西田和磨, 塚田敦史, 大嵜雄太, 池田卓美, 青井清一, 張彦芳：「モノづくり設計支援のための水晶体混濁眼のぼやけ表現と妥当性評価実験」, ヒューマンインタフェース学会ヒューマンインタフェースシンポジウム 2017 論文集, pp.323-328（2017）

成田 浩久

【学術論文】

Shintoku, K. and Narita, H., Study on Ball End Milling of Inclined Surfaces for Ultra High Molecular Weight

Polyethylene, International Journal of Automation Technology, Vol.11, No.6, pp.948-957（2017）

【その他】

成田浩久，タグチメソッドを用いたラジアスエンドミル加工の切削条件評価，生産システム部門研究発表講演会 2017 講演論文集, pp.95-96（2017）

春日井 梨絵，成田 浩久，窒化処理を施した鋳鉄の切削に関する研究，日本機械学会 2017 年度年次大会講演論文集, S1310103, CD-ROM,（2017）.

Narita, H. and Yamada, M., A new shape design of an animal bed for fixing a rat, Proceedings of International Conference on Design and Concurrent Engineering 2017 & Manufacturing Systems Conference 2017（iDECON/MS2017）, No.29（2017）

Hasegawa, T. and Narita, H., A Study on Finished Surface Roughness of a Nitriding Spheroidal Graphite Cast Iron, Proceedings of the 9th Proceedings of the 7th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century（LEM21）, B25（2017）

Yoshida, M. and Narita, H., Proposal of Abnormally Detection Method Using Cutting Sound, Proceedings of the 9th Proceedings of the 7th International Conference on Leading Edge Manufacturing in 21st Century（LEM21）, C34（2017）

古川 裕之

【学術論文】

Hiroyuki Furukawa, Akihiro Wada, Takashi Watanabe, World Journal of Mechanics, "Experimental Study of Clarification of Vortex Structure by Changing Disk Acceleration Time", Vol. 7, pp.185-194（2017）

【その他】

Hiroyuki Furukawa, Akihiro Wada, Takashi Watanabe, "Experimental study of polygonal vortex around rotating disk with changing axial gap" Proceedings of the Ninth JSME-KSME Thermal and Fluids Engineering Conference,（2017）

松田 淳

【学術論文】

松田淳，青山直樹，山崎将成，鈴木啓太：「直流放電場との干渉による衝撃波速度変調効果」，航空宇宙技術, Vol. 16, pp.91-99（2017）

【その他】

諏訪田航平，松田淳：「大気力を利用した軌道変更検討に向けた軌道解析コードの構築」，第 48 回学生会卒業研究発表講演会（2017）

鬼頭卓大，大脇秀登，松田淳：「衝撃波の可視化データを利用した温度算出法の検討」，第 48 回学生会卒業研究発表講演会（2017）

岡田賢二，小泉眞二，松田淳：「衝撃波と DC 放電場の干渉現象理解に向けた放電場の温度場計測」，第 66 期機械学会東海支部総会・講演会（2017）

K. Okada, S. Koizumi, K. Suwata, T. Kito, and A. Matsuda: "Spectroscopic measurement of the temperature field modulated by energy deposition method," 31st International Symposium on Space Technology and Science（2017）

K. Okada, S. Koizumi, K. Suwata, T. Kito, and A. Matsuda: "Temperature Distribution Measurement for the Comprehension of the Interaction Phenomena between the Shock Wave and the DC Discharged Field," 31st International Symposium on Shock Waves（2017）

岡田賢二，小泉 眞二，松田淳：「DC 放電場モデル化に向けた発光分光法による放電場温度計測」2017 年度日本機械学会年次大会（2017）

鬼頭卓大, 大脇秀登, 岡田賢二, 諏訪田航平, 松田淳:「衝撃波速度計測による放電場温度の推定」2017 年度日本機械学会年次大会（2017）

K. Okada, S. Koizumi, T. Kito, K. Suwata and A. Matsuda："Spectroscopic Temperature Measurement for the Modeling of the DC Discharged Field," The 9th Thermal and Fluids Engineering Conference（2017）

T. Kito, H. Owaki, K. Okada and A. Matsuda: "Temperature Measurement Technique by using the Correlation between the Shock Wave Velocity and the Temperature," The 9th Thermal and Fluids Engineering Conference（2017）

諏訪田航平，松田淳：「惑星周回軌道投入時のエアロアシスト技術適用有効性に関する初期検討」第 54 回中部・関西支部合同秋季大会（2017）

交通機械工学科

鈴木 昌弘

【著書】

鈴木昌弘，他：『鉄道車両のダイナミクスとモデリング』，日本機械学会（2017）

【その他】

K.Obara, S.Krajnovic, G.Minelli, N.Okura and M.Suzuki：“Large eddy simulation of a tornado flow around a train,”Proceedings of Direct and Large-Eddy Simulation 11,（2017）

M.Suzuki and N.Okura：“Experimental investigation of flow under a train,”Proceedings of International Conference on Engineering, Science, and Industrial Application 2017,（2017）

K.Obara, S.Krajnovic, G.Minelli, N.Okura and M.Suzuki：“Numerical simulation of flow around a train passing through a tornado,”Proceedings of the 4th International Conference of Fluid Flow, Heat and Mass Transfer,（2017）

伊藤尚輝，鈴木昌弘，大藏信之：「一様流中の平行二平板間の流れ」，日本設計工学会 2017 年度秋季研究発表講演会講演論文集,（2017）

伊藤尚輝，鈴木昌弘，大藏信之：「一様流中にある平行二平板間に現れる蛇行流」，第 15 回日本流体力学会中部支部講演会講演論文集,（2017）

相馬 仁

【学術論文】

H.Soma, K.Fujiwara, R.Owaki and Y.Yokoya：“Development of ITS Human Machine Interface Using Tablet Terminal（Possibility of Gesture Input）,”Mechanical Engineering Letters, Vol.3, Paper No.16-00571, pp.1-9（2017）

【その他】

河合 浩幸，相馬 仁：「自動車用可変特性操舵系における微分制御の効果とファジィ推論によるパラメータ決定手法」，日本機械学会 2017 年度年次大会, Paper No.G1800202（DVD-ROM）（2017）

三浦 諒，相馬 仁：「歩行者衝突自動回避システムの基本的設計指針」，日本機械学会 2017 年度年次大会, Paper No.G1800203（DVD-ROM）（2017）

中島 公平

【学術論文】

Kohei Nakashima, Hirotaka Ogawa and Nozomu Kanno：“Engineering Students’Overseas Training to Develop Engineers Who Work Abroad,”Proceedings of the 8th International Conference on Business and Technology Transfer, pp.76-81,（2016-12）

Kohei Nakashima, Hiroshi Yamada, Kai Ishiko and Masao Yoshida：“Cooling Characteristics of Air-Cooled Cylinder with Fins with Slits”, Proceedings of The 4th International Conference on Design Engineering and Science, pp.1-4,（2017-9）

Masao Yoshida, Kohei Nakashima and Kai Ishiko：“Influence of Installation Angle on Cooling Characteristics of Cylinder with Fins in an Air-Cooled Motorcycle Engine,”設計工学, Vol.52, No.11, pp.673-682,（2017-11）

【その他】

山田展資，中島公平，石河開，吉田昌央:「切欠きフィン付き空冷シリンダの冷却特性」，日本設計工学会東海支部平成 28 年度研究発表講演会講演論文集, pp.5-8,（2017-3）

乾彰悟，岩田知明，中島公平：「様々なカソードチャンネル大きさの小型自然給気型燃料電池の発電特性」，日本設計工学会東海支部平成 28 年度研究発表講演会講演論文集, pp.9-12,（2017-3）

長尾浩矢，中島公平，村上好生：「省燃費競技車両用ホイールベアリングの動力損失」，日本設計工学会東海支部平成 28 年度研究発表講演会講演論文集, pp.54-57,（2017-3）

加藤達矢，中島公平，村上好生：「省燃費競技車両用エンジンにおけるロッカーアームとカムとのフリクション・トルク」，日本設計工学会東海支部平成 28 年度研究発表講演会講演論文集, pp.58-61,（2017-3）

小林寛平，中島公平：「省燃費競技車両用エンジンのピストン系フリクション測定装置の試作」，日本設計工学会東海支部平成 28 年度研究発表講演会講演論文集, pp.68-69,（2017-3）

宇佐美洋明，中島公平：「LED 利用による二ストロークエンジンのピストンリング挙動計測」，日本設計工学会東海支部平成 28 年度研究発表講演会講演論文集, pp.70-71,（2017-3）

崔才峰，中島公平：「二ストロークエンジンにおけるトップリング挙動」，日本設計工学会東海支部平成 28 年度研究発表講演会講演論文集, pp.72-75,（2017-3）

Kohei Nakashima and Yoshio Murakami：“Behavior of Lubricating Oil in a Two-Stroke Gasoline Engine,” SAE 2017 World Congress Experience, 17PFL-1265, (2017-4)

Kohei Nakashima and Cui Caifeng：“Behavior of Top Ring in a Two-Stroke Cycle Engine”, Proceedings of The 7th International Conference on Manufacturing, Machine Design and Tribology, pp.11, (2017-4)

水野允人，中島公平：「二ストロークエンジンのトップリング挙動測定」，日本設計工学会 2017 年度秋季大会研究発表講演会講演論文集, pp.147-148, (2017-10)

Yudai Takeuchi, Koya Nagao and Kohei Nakashima：“Experimental Development of Equipment to Evaluate Lubricants in Wheel Hub Bearings of an Eco-Mileage Vehicle”, Proceedings Sustainable Tribology Conference 2017 Amami, pp.34, (2017-10)

前川 明寛

【学術論文】

前川明寛，山上正比古，北原奨平：「航空機の横操縦性向上に適用したファジィニューラルネットワーク制御の特性解析」，日本航空宇宙学会論文集, Vol.65, No.4, pp.137-142（2017）

前川明寛，杉浦佑輔：「2 モータ式ノーバックラッシュ駆動制御システム（消費電流低減に関する解析及び実験）」，日本機械学会論文集, Vol.83, No.855, [DOI:10.1299/transjsme.17-00141]（2017）

【その他】

西山堅也，前川明寛：「無人走行車両の自己位置補正方法の開発」，日本機械学会東海支部第 66 期総会・講演会講演論文集，No.173-1，講演番号 133（2017）

森佑樹，前川明寛：「2 モータ式ノーバックラッシュ駆動制御システム（モータ慣性の差による影響）」，日本機械学会東海支部第 66 期総会・講演会講演論文集，No.173-1，講演番号 206（2017）

仙場 淳彦

【学術論文】

A.A.Rahman, T.Ikeda, A.Senba, A.：“Memory Effects Performance of Polyurethane Shape Memory Polymer Composites（SMPC）in the Variation of Fiber Volume Fractions.Fibers and Polymers,” Vol.18, No.5, pp.979-986（2017）.

【その他】

T.Watanabe, A.Senba：“Numerical Analysis on Passive Shape Control for Two-dimensional Truss Structures Using Additional Masses,” 31st ISTS, ID：2008-c-52, June 8, Ehime, Japan,（2017）.

M.Hayashi, A.Senba, T.Matsumoto：“Non-linear System Identification of Extensible Truss Structures Using Hilbert Transform,” 31st ISTS, ID：2008-c-48, June 8, Ehime, Japan,（2017）.

G.Iku, A.Senba：“Numerical Study on Hysteresis Properties for Local Non-linearity of Extensible Truss Structures,” 31st ISTS, ID：2008-c-31, June 8, Ehime, Japan,（2017）.

松本利夫，仙場淳彦，林政志：「伸展式トラスのヒステリシス特性の実験的同定」，構造強度に関する講演会講演論文集，福井, p.3（2017）.

仙場淳彦，松本利夫，郁凱俊，林政志：「Bouc-Wen ヒステリシスモデルの物理的解釈とパラメータ調整に関する考察」，第 61 回宇宙科学技術連合講演会，ID：3S08,（2017）.

長谷川達矢，仙場淳彦，十亀昭人:「形状記憶ポリマーを用いた宇宙可変膜構造の研究」，第 61 回宇宙科学技術連合講演会, ID：2D18（2017）.

萩原祐貴，十亀昭人，仙場淳彦：「3 次元展開構造物の展開挙動実験」, 第 61 回宇宙科学技術連合講演会，ID：2D17,（2017）.

長谷川達矢，仙場淳彦：「形状記憶樹脂パッチを用いた膜構造の面外剛性に関する実験」，第 26 回スペースエンジアリングカンファレンス, ID：2B2,（2017）.

西村 尚哉

【学術論文】

N.Nishimura, K.Fujimoto, Y.Ogi, T.Ito：“Evolution of Spall-Damage in Iron caused by Repeated Plate Impacts：Ultrasonic Evaluation”, Ultrasonics, In press,（2017）.

【その他】

Y.Ogi, N.Nishimura, T.Nishida, S.Sugiura：“Evaluation of surface condition of Road Material with ultrasonic method”, Book of abstracts of 3rd World Congress on Materials Science and Engineering, pp.129,（2017-8）

荻佑樹，西村尚哉，西田太一，杉浦捷太郎：「超音波を用いた低速移動測定による路面材料の推定」，日本機械学会 M&M2017 材料力学カンファレンス講演論文集, No.OS0413, pp.262-264,（2017-10）.

西田太一，西村尚哉，荻佑樹，杉浦捷太郎：「側面衝突を受けた車両の運動解析（衝突位置の違いによる運動評価）」，日本機械学会 M&M2017 材料力学カンファレンス講演論文集, No.OS0420, pp.285-287,（2017-10）.

メカトロニクス工学科

井上 真澄

【学術論文】

M.Inoue, S.Mizoguchi, and A.Fujimaki：“Study on the Force and Potential for the Vortex Motion Around the Concave Film Edge by the Numerical Calculation, " IEEE Transactions on Applied Superconductivity, Vol.27, No.4, Part 1, Art.No.1501004（4 pages）(2017).

【その他】

鈴木雅斗，丸山晃平，佐野京佑，田中雅光，藤巻朗，井上真澄：「NbTiN 薄膜を用いたナノクライオトロンの特性評価」，2017 年第 78 回応用物理学会秋季学術講演会予稿集, CD-ROM（2017）

佐野京佑，鈴木雅斗，丸山晃平，田中雅光，藤巻朗，井上真澄：「熱拡散効果を取り入れた熱援用ナノ構造デバイスモデルの検討」，2017 年第 78 回応用物理学会秋季学術講演会予稿集, CD-ROM（2017）

安原裕登，河合祐弥，大島正彦，井上真澄：「災害救助用ドローン実現に向けたマイクロ波無線電力伝送中継マルチコプタシステムの提案」，2017 年電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, CD-ROM（2017）

河合祐弥，安原裕登，井上真澄：「テスラコイルを用いた無線電力伝送の可能性の検討」，2017 年電子情報通信学会ソサイエティ大会講演論文集, CD-ROM（2017）

佐野京佑，鈴木雅斗，丸山晃平，田中雅光，藤巻朗，井上真澄：「NbTiN 超薄膜の評価とナノ構造熱援用デバイスへの応用」，電子情報通信学会 超伝導エレクトロニクス研究会，電子情報通信学会技術研究報告, Vol.117, No.223, pp.47-52（SCE2017-30）(2017)

丸山晃平，鈴木雅斗，佐野京佑，田中雅光，藤巻朗，井上真澄：「NbTiN 超薄膜の膜厚依存性の評価」，2017 年度秋季（第 95 回）低温工学・超電導学会概要集, p.116（2017）

佐野京佑，鈴木雅斗，丸山晃平，田中雅光，藤巻朗，井上真澄：「熱援用デバイスの作製に向けた超伝導超薄膜細線の特性評価」，2017 年度秋季（第 95 回）低温工学・超電導学会概要集, p.117（2017）

野々村 裕

【学術論文】

Chenzhong, Shao, Shuji Tanaka, Takahiro Nakayama, Yoshiyuki Hata, Travis Bartley, Yutaka Nonomura, Masanori Muroyama, “A Tactile Sensor Network System Using a Multiple Sensor Platform with a Dedicated CMOS-LSI for Robot Applications”, Sensors 2017, 17, 1974; doi:10.3390/s17091974, (2017)

Yoshiyuki Hata, Yutaka Nonomura, Yoshiteru Omura, Takahiro Nakayama, Motohiro Fujiyoshi, Hirofumi Funabashi, Teruhisa Akashi, Masanori Muroyama, Shuji Tanaka, “Quad-seesaw-electrode type 3-axis tactile sensor with low nonlinearities and low cross-axis sensitivities”, Sensors and Actuators A, 266, pp.24–35, (2017)

Sho Asano, Masanori Muroyama, Takahiro Nakayama, Yoshiyuki Hata, Yutaka Nonomura, Shuji Tanaka, ” 3-Axis Fully-Integrated Capacitive Tactile Sensor with Flip-Bonded CMOS on LTCC Interposer”, Sensors, Volume 17; doi:10.3390/s17112451, (2017)

【その他】

Yukio Suzuki, Hideyuki Fukushi, Masanori Muroyama, Yoshiyuki Hata, Takahiro Nakayama, Rakesh Chand, Hideki Hirano, Yutaka Nonomura, Hirofumi Funabashi2, Shuji Tanaka, ” 300 μm DEEP THROUGH SILICON VIA IN LASER-ABLATED CMOS MULTI-PROJECT WAFER FOR COST-EFFECTIVE DEVELOPMENT OF INTEGRATED MEMS”, MEMS 2017, pp.744-748, (2017)

三島伊吹，井上祐輔，八幡拓真，中山貴裕，室山真徳，野々村裕：「摩擦感テスタによる布地の計測と官能評価」, 平成 29 年電気学会全国大会, 第 3 分冊, p.202, 3-135, (2017)

Yoshiyuki Hata, Yukio Suzuki, Masanori Muroyama, Takahiro Nakayama, Yutaka Nonomura, Rakesh Chand, Hideki Hirano, Yoshiteru Omura, Motohiro Fujiyoshi, and Shuji Tanaka, “FULLY-INTEGRATED, FULLY-DIFFERENTIAL 3-AXIS TACTILE SENSOR ON PLATFORM LSI WITH TSV-BASED SURFACE-MOUNTABLE STRUCTURE”, Transducers 2017, pp.500-503, (2017)

士屋駿斗, ShaoChenzhong，新海拓哉，中山貴裕，平野栄樹，田中秀治，室山真，野々村裕：「神経網型センシングシステム用 LSI チップを用いたロボット用温力感センサヘッドの試作」電気学会研究会資料 フィジカルセンサ研究会, pp.25-28, (2017)

Yusuke Suganuma, Minoru Sasaki, Takahiro Nakayama,

Masanori Muroyama and Yutaka Nonomura, "Cu Thin Film Polyimide Heater for Nerve-Net Tactile Sensor", Proceedings of Eurosensors 2017, 1, 303; doi:10.3390/proceedings1040303, (2017)

三島伊吹, 井上祐輔, 八幡拓真, 中山貴裕, 室山真徳, 野々村裕:「布地の摩擦計測と摩擦感評価との関係」, センサシンポジュウム, 01am2-PS-147, (2017)

野々村裕:「〔研究室だより〕名城大学メカトロニクス工学専攻野々村研究室」, 電気学会論文誌 E, 137 巻 7 号, p.2, (2017)

野々村裕:「ロボットに感覚を与える 神経網型センシングシステムによる触覚機能」, 中部経済新聞, 研究現場発, 2017 年 7 月 5 日, p.3, (2017)

野々村裕:「理工学部メカトロニクス工学科 人間がロボットと暮らす日はもう近い？」, WHY? から未来の START!, MEIJO AMUSE 2018, 名城大学, p.8, (2017)

野々村裕:「人間がロボットと暮らす日はもう近い？人と触れあえるロボットの研究が進んでいます。」, ミカタ進学マイナビ, https://mikata.shingaku.mynavi.jp/article/35535/, (2017)

福田 敏男

【著書】

名城太郎:『基礎から学ぶ○○○○』, △△出版社(2016)

名城大学:「章タイトル」,『書籍タイトル』(中部一郎編), 第 3 章, pp.35-52, xx 出版社(2016)

【学術論文】

Yajing Shen, Wenfeng Wan, Haojian Lu, Toshio Fukuda, Wanfeng Shang, "Automatic Sample Alignment under Microscopy for 360° Imaging based on Nanorobotic Manipulation System", IEEE Transactions on Robotics, VOL.33, Issue 1, pp.220-226, 2017.

Masaru Kojima, Zhiqin Wangb, Masahiro Nakajimac, Tatsuo Araia, Toshio Fukuda, "Microchip device with parallel operation for bacterial chemotacticanalysis", Sensors and Actuators B：Chemical, Volume 245, Elsevier, pp.695–701, 2017.

Masaru Takeuchi, Tomoyuki Oya, Akihiko Ichikawa, Akiyuki Hasegawa, Masahiro Nakajima, Yasuhisa Hasegawa, Toshio Fukuda, "Multi-layered Channel Patterning by Local Heating of Hydrogels", IEEE ROBOTICS AND AUTOMATION LETTERS, VOL.2, NO.2, pp.958-963, 2017.

Zhiqiang Yu, Qing Shi, Huaping Wang, Ning Yu, Qiang Huang, Toshio Fukuda, How to achieve precise operation of a robotic manipulator on a macro to micro/nano scale, Assembly Automation（AA）, Vol.37 Issue：2, Emerald Publishing Limited 2017, pp.186-199, 2017.4

Maryam Alsadat Rad, Mohd Ridzuan Ahmad, Masahiro Nakajima, Seiji Kojima, Michio Homma and Toshio Fukuda, Application of Environmental Scanning Electron Microscope-Nanomanipulation System on Spheroplast Yeast Cells Surface Observation, Scanning, Volume 2017, Hindawi, Article ID 8393578, doi:10.1155/2017/8393578.2017.4

Ning Yu, Masahiro Nakajima, Qing Shi, Zhan Yang, Huaping Wang, Lining Sun, Qiang Huang, and Toshio Fukuda, Characterization of the Resistance and Force of a Carbon Nanotube/Metal Side Contact by Nanomanipulation, Scanning, Hindawi, doi.org/10.1155/2017/5910734, 2017.2

Qing Shi, Zhan Yang, Yana Guo, Huaping Wang, Lining Sun, Qiang Huang, Toshio Fukuda, A Vision-based Automated Manipulation System for the Pick-up of Carbon Nanotubes, IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, VOL.22, NO.2, pp845-854, 2017.2

Taisuke Masuda, Hisataka Maruyama, Fumihito Arai, Takahisa Anada, Kaori Tsuchiya, Toshio Fukuda and Osamu Suzuki, Application of an indicator-immobilizedgel-sheet for measuring the pH surrounding a calcium phosphate-based biomaterial, Journal of Biomaterials Applications（JBA）, SAGE Journals, DOI：10.1177/0885328217699108, 2017.3

Kai Chen, Chenyi Gu, Zhan Yang, Masahiro Nakajima, Tao Chen, Toshio Fukuda, "Z"-Shaped Rotational Au/Pt Micro-Nanorobot, Special Issue Micro/Nano Robotics, Volume II, Micromachines 2017, 8（6）, 183; doi:10.3390/mi8060183（registering DOI）, 2017.6

Toshio Fukuda, Taisuke Kobayashi, Kosuke Sekiyama, Tadayoshi Aoyama, Yasuhisa Hasegawa, Integration Architecture of Locomotion Control for Multi-locomotion robot, The Eighteenth Yale Workshop on Adaptive and Learning Systems, Center for Systems Science Dunham Laboratory, pp146-151, Yale University New Haven, Connecticut, June 21-June 23, 2017

Chaoyang Shi, Xiongbiao Luo, Peng Qi, Tianliang Li, Shuang Song, Zoran Najdovski, Hongliang Ren, Toshio Fukuda, Shape Sensing Techniques for Continuum Robots in Minimally Invasive Surgery：A Survey, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, VOL.64, NO.8, pp1665-1978, 2017.8

Masaru Takeuchi, Tomoyuki Oya, Akihiko Ichikawa,

Akiyuki Hasegawa, Masahiro Nakajima, Yasuhisa Hasegawa, Toshio Fukuda, Multi-layered Channel Patterning by Local Heating of Hydrogels, IEEE Robotics and Automation Letters（RA-L）paper presented at the 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation（ICRA）Singapore, ay 29 - June 3, 2017

Akihiko Ichikawa, Kohei Shimogaito, Takashi Kubo, Toshio Fukuda, Motoharu Hayakawa, Huang Qiang, Verification of valved hybrid fractal stent functionality for use in cerebral endovascular therapy, Biology, Engineering and Medicine, Cardiothoracic and Vascular Sciences, Volume 1（1）：1-7, DOI：10.15761/CVS.1000102, 2017.8

Daming Shen, Donglei Chen, Zhan Yang, Huicong Liu, Tao Chen, Lining Sun and Toshio Fukuda, Electron Beam Irradiation Induced Multiwalled Carbon Nanotubes Fusion inside SEM, Scanning, Hindawi, vol.2017, Article ID 8563931, 8 pages, 2017. doi:10.1155/2017/8563931, 2017.10

Xiong Yang, Haotian She, Haojian Lu, Toshio Fukuda, Yajing Shen, State of the Art：Bipedal Robots for Lower Limb Rehabilitation, Applied Sciences, doi：10.3390/app7111182, MDPI, 2017.7

【その他】

Masahiro Nakajima, Yuki Ayamura, Masaru Takeuchi, Naoki Hisamoto, Strahil Pastuhov, Yasuhisa Hasegawa, Toshio Fukuda, Qiang Huang, High-Precision Microinjection of Microbeads into C.elegans Trapped in a Suction Microchannel, pp3678-3683, 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation（ICRA）Singapore, May 29 - June 3, 2017

Tao Sun, Qing Shi, Huaping Wang, Xiaoming Liu, Chengzhi Hu, Masahiro Nakajima, Qiang Huang, Toshio Fukuda, Robotics-based Micro-reeling of Magnetic Microfibers to Fabricate Helical Structure for Smooth Muscle Cells Culture, pp5983-5988, 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation（ICRA）Singapore, May 29 - June 3, 2017

Xiaoming Liu, Masaru Kojima, Qing Shi, Huaping Wang, Tao Sun, Yasushi Mae, Qiang Huang, Tatsuo Arai, Toshio Fukuda, Non-Contact Transportation and Rotation of Micro Objects by Vibrating Glass Needle Circularly Under Water, pp5996-6001, 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation（ICRA）Singapore, May 29 - June 3, 2017

Masaru Takeuchi, Tomoyuki Oya, Akihiko Ichikawa, Akiyuki Hasegawa, Masahiro Nakajima, Yasuhisa Hasegawa, Toshio Fukuda, Multi-layered Channel Patterning by Local Heating of Hydrogels, IEEE Robotics and Automation Letters（RA-L）paper presented at the 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation（ICRA）Singapore, ay 29 - June 3, 2017

Takafumi Fujiwara, Masahiro Nakajima, Akihiko Ichikawa, Yasuhisa Hasegawa, Toshio Fukuda, Reversible Actuation of Folded Multilayered Graphene by Electrostatic Forces for Nano-gripper Application, Proceedings of the 17th IEEE International Conference on Nanotechnology, Pittsburgh, USA, July 25-28, 2017, pp290-292

Masahiro Nakajima, Yu Igarashi, Masaru Takeuchi, Nagoki Hisamoto, Yasuhisa Hasegawa, Toshio Fukuda, Higher Precision Rotational Manipulation of C.elegans by Microchannel, Proceedings of the 17th IEEE International Conference on Nanotechnology, Pittsburgh, USA, July 25-28, 2017, pp297-298

Zeyang Liu, Minmin Lu, Masahiro Nakajima, Masaru Takeuchi, Yasuhisa Hasegawa, Toshio Fukuda, Qiang Huang, Fabrication of Multilayered Hepatic Lobule Tissues Using Ca-Alginate Hydrogel Platforms, Proceedings of the 17th IEEE International Conference on Nanotechnology, Pittsburgh, USA, July 25-28, 2017, pp561-564

Ning Yu, Qing Shi, Masahiro Nakajima, Huaping Wang, Zhan Yang, Qiang Huang, Toshio Fukuda, Nanomanipulation of a Single Carbon Nanotube for the Fabrication of a Field-effect Transistor, Proceedings of the 17th IEEE International Conference on Nanotechnology, Pittsburgh, USA, July 25-28, 2017, pp818-821

Daming Shen, Donglei Chen, Zhan Yang, Member, Tao Chen, Lining Sun, Toshio Fukuda, Direct Current Induced Multi-walled Carbon Nanotubes/Graphene Layer Fusion, Proceedings of the 17th IEEE International Conference on Nanotechnology, Pittsburgh, USA, July 25-28, 2017, pp956-960

Daming Shen, Yongde Zhang, Donglei Chen, Zhan Yang, Tao Chen, Lijun Yang, Lining Sun, Toshio Fukuda, Electron Beam Irradiation Induced Multi-walled Carbon Nanotubes Fusion, Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Nano/Micro Engineered and Molecular Systems, April 9-12, 2017, Los Angeles, USA

Takahiro Ikeda, Shogo Yasui, Motoharu Fujihara, Kenichi Ohara, Satoshi Ashizawa, Akihiko Ichikawa, Akihisa Okino, Takeo Oomichi, Toshio Fukuda, Wall contact by Octo-rotor UAV with one DoF manipulator for bridge

inspection，2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems（IROS）, September 24–28，2017, Vancouver, BC, Canada, pp5122-5127

Chang Li, Qing Shi, Kang Li, Mingjie Zou, Hiroyuki Ishii, Atsuo Takanishi, Qiang Huang, Toshio Fukuda, Motion Evaluation of a Modified Multi-link Robotic Rat, 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems（IROS）, September 24–28，2017, Vancouver, BC, Canada, pp2397-2402

Shunki Itadera, Yasuhisa Hasegawa, Toshio Fukuda, Masanori Tanimoto, Izumi Kondo, Adaptive Walking Load Control for Training Physical Strength Using Cane-type Robot，2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems（IROS）, September 24–28，2017, Vancouver, BC, Canada, pp521-526,

Masaru Takeuchi, Yuki Nakamura, Akihiko Ichikawa, Akiyuki Hasegawa, Yasuhisa Hasegawa, Toshio Fukuda, On-chip Fabrication of Movable Toroidal Cell Structures using Photo-crosslinkable Biodegradable Hydrogel, 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems（IROS）, September 24–28，2017, Vancouver, BC, Canada，2980-2985

Akiyuki Hasegawa, Akihiko Ichikawa, Keisuke Uchida, Naoki Kotani, Shusaku Hayakawa, Masaru Takeuchi, Toshio Fukuda, Fabrication of Dry Dura Mater Models for Medical Surgical Simulator，2017 IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems（IEEE CBS 2017）, Beijing, China, October 17-19，2017, pp293-297

楊 剣鳴

【学術論文】

Koichi Okamura, Yijun Dong, Kenji Takahata and Jianming Yang, "On the Development of a Control System for a Small Bio-Methane Gas Engine Generator", Int.J.of Automation Technology, Vol.11, No.3 pp.519-529, 2017，5.

岡村 浩一，高畑 健二，楊 剣鳴：「小型バイオガスエンジン用電子ガバナー制御則設計手法の実践－MBD 手法を用いて開発したロバスト制御則の電子ガバナーへの適用－」，日本設計工学会 Vol.11, No.3 pp.519-529，2017，8.

【その他】

陸浦 舜介，大藏 洸輝，楊 剣鳴：「吸飲支援ロボットシステムの研究」，日本機会学会東海支部第 66 期総会講演会 pp.283-284,（2017.3）.

山田貴雄，楊 剣鳴：「壁をのぼるロボットに関する研究」，日本機会学会東海支部第 66 期総会講演会 pp.349-350,（2017.3）.

岡村浩一，田中友也，高畑健二，楊剣鳴：「モデルマッチングと最適オブザーバの組み合わせによるコージェネガスエンジン制御則の実証」，自動車技術会学術講演会前刷集, Section No.177-17, pp.1728 ～ 1734,（2017.11）.

市川 明彦

【学術論文】

Masaru Takeuchi, Tomoyuki Oya, Akihiko Ichikawa, Akiyuki Hasegawa, Masahiro Nakajima, Yasuhisa Hasegawa, Toshio Fukuda, "Multi-layered Channel Patterning by Local Heating of Hydrogels", IEEE ROBOTICS AND AUTOMATION LETTERS, VOL.2, NO.2, pp.958-963，2017.

doi:10.3390/mi8060183（registering DOI），2017.6

Akihiko Ichikawa, Kohei Shimogaito, Takashi Kubo, Toshio Fukuda, Motoharu Hayakawa, Huang Qiang, Verification of valved hybrid fractal stent functionality for use in cerebral endovascular therapy, Biology, Engineering and Medicine, Cardiothoracic and Vascular Sciences, Volume 1（1）：1-7, DOI：10.15761/CVS.1000102，2017.8

【その他】

Masaru Takeuchi, Tomoyuki Oya, Akihiko Ichikawa, Akiyuki Hasegawa, Masahiro Nakajima, Yasuhisa Hasegawa, Toshio Fukuda, Multi-layered Channel Patterning by Local Heating of Hydrogels, IEEE Robotics and Automation Letters（RA-L）paper presented at the 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation（ICRA）Singapore, ay 29 - June 3，2017

Takafumi Fujiwara, Masahiro Nakajima, Akihiko Ichikawa, Yasuhisa Hasegawa, Toshio Fukuda, Reversible Actuation of Folded Multilayered Graphene by Electrostatic Forces for Nano-gripper Application, Proceedings of the 17th IEEE International Conference on Nanotechnology, Pittsburgh, USA, July 25-28，2017, pp290-292

Takahiro Ikeda, Shogo Yasui, Motoharu Fujihara, Kenichi Ohara, Satoshi Ashizawa, Akihiko Ichikawa, Akihisa Okino, Takeo Oomichi, Toshio Fukuda, Wall contact by Octo-rotor UAV with one DoF manipulator for bridge inspection，2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems（IROS）, September 24–28，2017, Vancouver, BC, Canada, pp5122-5127

Chang Li, Qing Shi, Kang Li, Mingjie Zou, Hiroyuki Ishii, Atsuo Takanishi, Qiang Huang, Toshio Fukuda,

Motion Evaluation of a Modified Multi-link Robotic Rat, 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems（IROS）, September 24–28, 2017, Vancouver, BC, Canada, pp2397-2402

Shunki Itadera, Yasuhisa Hasegawa, Toshio Fukuda, Masanori Tanimoto, Izumi Kondo, Adaptive Walking Load Control for Training Physical Strength Using Cane-type Robot, 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems（IROS）, September 24–28, 2017, Vancouver, BC, Canada, pp521-526,

Masaru Takeuchi, Yuki Nakamura, Akihiko Ichikawa, Akiyuki Hasegawa, Yasuhisa Hasegawa, Toshio Fukuda, On-chip Fabrication of Movable Toroidal Cell Structures using Photo-crosslinkable Biodegradable Hydrogel, 2017 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems（IROS）, September 24–28, 2017, Vancouver, BC, Canada, 2980-2985

Akiyuki Hasegawa, Akihiko Ichikawa, Keisuke Uchida, Naoki Kotani, Shusaku Hayakawa, Masaru Takeuchi, Toshio Fukuda, Fabrication of Dry Dura Mater Models for Medical Surgical Simulator, 2017 IEEE International Conference on Cyborg and Bionic Systems（IEEE CBS 2017）, Beijing, China, October 17-19, 2017, pp293-297

髙畑 健二

【学術論文】

髙畑健二，高浜盛男，岡村浩一，太田利夫：「線形二輪モデルを評価ツールとしたモデルマッチングと最適オブザーバの組合せによるロバスト操舵制御則の評価」，機械学会論文誌, Vol.83 No.845[DOI：10.1299/transjsme.16-00517]，PP.1 ～ 15,（2017）

K.Okamura, Y.Dong, K.Takahata and J.Yang：“On the Development of a Control System for a Small Bio-Methane Gas Engine Generator,”Transactions of International Journal of Automation Technology, Vol.11, No.3, pp.519-528（2017）

岡村浩一，高畑健二，楊剣鳴：「小型バイオガスエンジン用電子ガバナ制御則設計手法の実践, MBD 手法を用いて開発したロバスト制御則の電子ガバナへの適用，日本設計工学会論文誌, DOI:10.14953/jjsde.2017.2734

【その他】

高畑健二, 高浜盛男, 岡村浩一, 太田利夫:「モデルマッチングと最適オブザーバの組合せによるロバスト操舵制御則の研究（第 3 報）- コーナリングスティフネス変動に対応する入力外乱モデルを用いた評価 -」, 自動車技術会 2017 年秋季大会 学術講演会 講演予稿集, pp.1353 ～ p1359（2017）

岡村浩一，田中友也，高畑健二，楊剣鳴:「モデルマッチングと最適オブザーバの組み合わせによるコージェネガスエンジン制御則の実証」，自動車技術会 2017 年秋季大会 学術講演会 講演予稿集, pp.1728-1734（2017）

國住勇太，増田大暉，高畑健二：「実験車両によるモデルマッチングと最適オブザーバによる操舵制御則の実証（第 2 報）- 入力外乱モデル改善効果の確認」, 自動車技術会 2017 年秋季大会 学術講演会 講演予稿集, pp1347 ～ p1353（2017）

國住勇太，西部一誠，小島実沙紀，中川雄介，高畑健二，太田利夫：「実験車両によるモデルマッチングと最適オブザーバによる操舵制御則の実証」，自動車技術会 2017 年春季大会 学術講演会 講演予稿集, pp.2617 ～ p2622（2017）

髙畑健二，高浜盛男，岡村浩一，太田利夫：「モデルマッチングと最適オブザーバの組合せによるロバスト操舵制御則の研究（第 2 報）－コーナリングスティフネスの変動を有する二輪モデルを用いた評価－」, 自動車技術会 2017 年春季大会 学術講演会 講演予稿集, pp.2611 ～ p2616（2017）

太田 利夫，岡村 浩一，髙畑 健二，國住 勇太，高浜 盛雄：「二輪モデルを使用した舵角入力と前後輪横滑り系における不安定零点の研究」，自動車技術会 2017 年春季大会 学術講演会 講演予稿集, pp.2605-2610（2017）

目黒 淳一

【学術論文】

Chunzhao Guo, Junichi Meguro, Yoshiko Kojima, Masaru Ogawa and Takashi Naito, A Low-Cost Solution for Automatic Lane-Level Map Generation Using Conventional In-Car Sensors, IEEE Transaction on Intelligent Transportation Systems, Vol.PP, Issue 99, pp.1-12, 2016

Junichi Meguro, Hiroyuki Ishida, Chunzhao Guo, Koichiro Yamaguchi, Yoshiko Kojima, Automatic Orthographic Road Image Generation Using in Vehicle Sensors for ADAS, International Journal of Automotive Engineering, Vol.8（2016-2017）No.AVEC14 p.30-36

社会基盤デザイン工学科

石川 靖晃

【その他】

荒畑智志，斉藤亮一，石川靖晃，：「循環パイプクーリング解析における温度解の安定性に関する基礎的研究」，第 26 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.163-168（2017）

松本一志，石川靖晃：「緊張力による摩擦を考慮した PC 構造物の耐荷力解析手法に関する基礎的研究」，土木学会平成 28 年度中部支部研究発表会，CD-ROM（2017）

松本一志，石川靖晃：「PC ケーブルの摩擦を考慮した PC 構造物に対する FEM 解析手法の提案」，土木学会平成 29 年度全国大会第 72 回年次学術講演会，CD-ROM（2017）

葛 漢彬

【学術論文】

Li, R., Ge, H.B., and Shu, G.P.：“Parametric Study on Seismic Control Design of a New Type of SMA Damper Installed in a Frame-Type Bridge Pier”, *Journal of Aerospace Engineering*, ASCE（in press）.

Li, R., Ge, H.B., and Maruyama, R.：“Assessment of Post-earthquake Serviceability for Steel Arch Bridges with Seismic Dampers Considering Mainshock-aftershock Sequences”, *Earthquakes and Structures*, Vol.13, No.2, pp.137-150（2017）

Gao, S.B., Ni, J., Zhang, G., and Ge, H.B.：“Strength Degradation of Reinforced Concrete Piers Wrapped with Steel Plates under Local Corrosion”, *Steel & Composite Structures*, Vol.24, No.6, pp.753-765（2017）

鈴木元哉，宇都宮直幸，葛漢彬：「SM570 鋼材を適用した鋼製補剛箱形断面橋脚の強度と変形能に関する解析的研究」，土木学会論文集 A1（構造・地震工学），Vol.73, No.4, pp.I_334-I_345（2017）

猪飼豊樹，丸山陸也，賈良玖，葛漢彬：「魚骨型座屈拘束ブレース（FB-BRB）の開発に関するパイロット研究」，土木学会論文集 A1（構造・地震工学），Vol.73, No.4, pp.I_321-I_333（2017）

Xiang, P., Jia, L.J., Ke, K., Chen, Y.Y., and Ge, H.B.：“Ductile Cracking Simulation of Uncracked High Strength Steel Using an Energy Approach”, *Journal of Constructional Steel Research*, Vol.138, pp.117-130（2017）

Yan Liu, Jia, L.J., Hanbin Ge, Tomoya Kato, and Toyoki Ikai：“Ductile-fatigue transition fracture mode of welded T-joints under quasi-static cyclic large plastic strain loading”, *Engineering Fracture Mechanics*, Vol.176, pp.38-60（2017）

Jia, L.J., Ge, H.B., Maruyama, R., and Shinohara, K.：“Development of a novel high-performance all-steel fish-bone shaped buckling-restrained brace”, *Engineering Structures*, Vol.138, pp.105–119（2017）

Kang, L., Magoshi, K., Ge, H.B., and Nonaka, T.：“Accumulative Response of Large Offshore Steel Bridge under Severe Earthquake and Ship Impact due to Earthquake-induced Tsunami flow”, *Engineering Structures*, Vol.134, pp.190–204（2017）

Jia, L.J., Chen, Y.Y., and Ge, H.B.：“Elasto-Plastic and Ductile Fracture Properties of Japanese High Strength Steel SM570”, *Industrial Construction*, Vol.46, No.7, pp.10-15（in Chinese）(2016)

【その他】

鈴木元哉，葛漢彬：「ひずみ照査法による鋼構造物の耐震性評価に関する注意点」，土木学会中部支部平成 28 年度研究発表会, I-13, pp.25-26,（2017）.

猪飼豊樹，葛漢彬：「T 型溶接継手の延性破壊シミュレーション手法に関する一検討」，土木学会中部支部平成 28 年度研究発表会, I-27, pp.53-54,（2017）.

厚地政哉，劉厳，秋田智史，葛漢彬：「低応力三軸度における鋼材の延性破壊性状に関する実験的研究」，土木学会中部支部平成 28 年度研究発表会, I-28, pp.55-56,（2017）.

劉厳，厚地政哉，葛漢彬：「レ型突合溶接鋼部材の材料特性に関する実験研究」，土木学会中部支部平成 28 年度研究発表会, I-29, pp.57-58,（2017）.

劉厳，秋田智史，厚地政哉，葛漢彬：「低応力三軸度における鋼材の延性破壊性状に関する解析的研究」，土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, I-109, pp.217-218,（2017）

猪飼豊樹，葛漢彬：「鋼部材の延性き裂進展解析における損傷進展エネルギーの決定方法に関する一検討」，土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, I-110, pp.219-220,（2017）

吉田聡一郎，猪飼豊樹，半谷尚士，葛漢彬：「繰り返し曲げを受ける鋼部材の延性き裂発生・進展・破壊現象の解明に関する実験的研究」，土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, I-111, pp.221-222,

（2017）

高陽，傅中秋，葛漢彬：「デッキプレートの厚さがき裂進展度に与える影響に関する実験的研究」，土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, I-276, pp.551-552,（2017）

宇佐美勉，葛漢彬：「鋼橋の耐震設計における「ひずみ照査法」は正当に評価されているのか?」，土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, I-476, pp.951-952,（2017）

鈴木元哉，葛漢彬：「ひずみ照査法に基づく耐震性能照査法の 1 次設計の重要性」，土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, I-477, pp.953-954,（2017）

山田聰徳，宇佐美勉，葛漢彬，山崎伸介：「座屈拘束波形鋼板（ＢＲＲＰ）制震ダンパーの許容低サイクル疲労損傷度」，土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, I-599, pp.1197-1198,（2017）

近藤加奈，深田桃子，榊原賢治，葛漢彬：「せん断型座屈拘束ブレースの開発に関する実験的研究」，土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, I-601, pp.1201-1202,（2017）

辛燁超，賈良玖，吉川裕康，葛漢彬：「有孔座屈拘束ブレース（ＰＢＲＢ）の開発に関する実験的研究」，土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, I-602, pp.1203-1204,（2017）

宇佐美勉，山田聡徳，閻楊，葛漢彬：「Twin-BRRP 制震ダンパーの性能実験と拘束材の Pushover 挙動」，土木学会第 37 回地震工学研究発表会講演論文集，論文番号 1066,（2017）

鈴木元哉，葛漢彬：「パイプ変断面鋼製橋脚の耐震設計法の一提案に関する解析的研究」，土木学会第 37 回地震工学研究発表会講演論文集，論文番号 1145,（2017）

近藤加奈，葛漢彬，賈良玖：「せん断型座屈拘束ブレースの開発に関する実験的研究」，土木学会第 37 回地震工学研究発表会講演論文集，論文番号 1147,（2017）

吉田聡一郎，葛漢彬，賈良玖：「繰り返し曲げを受ける鋼部材の延性き裂発生・進展・破壊現象の解明に関する実験的研究」，土木学会第 37 回地震工学研究発表会講演論文集，論文番号 1179,（2017）

劉厳，葛漢彬，康 瀾：「高応力三軸度下における鋼材の延性破壊評価モデルの構築に関する研究」，土木学会第 37 回地震工学研究発表会講演論文集，論文番号 1222,（2017）

Jia, L.J., Ge, H.B., and Yoshikawa, H.：“Experimental Study of Scaled Perforated Buckling Restrained Braces”, Proc.15th East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction（EASEC-15）, Xian, China, Oct.11-13, pp.260-261,（2017）

小高 猛司

【学術論文】

武藤裕久，神谷 隆，長沼明彦，小高猛司，崔 瑛，中野正樹，野田利弘：「摩擦抵抗と支圧抵抗を併用した補強材を用いた補強土壁の施工実験」，地盤工学ジャーナル, Vol.12, No.1, pp.33-46（2017）

武藤裕久，神谷 隆，長沼明彦，小高猛司，崔 瑛，中野正樹，野田利弘：「2011 年東北地方太平洋沖地震の余震時の補強土壁における補強材の支圧抵抗と摩擦抵抗の動態観測」，土木学会論文集 C, Vol.73, No.4, pp.311-329（2017）

I.Tachibana, S.Moriguchi, S.Takase, K.Terada, T.Aoki, K.Kamiya, T.Kodaka：“Characterization of transition from Darcy to non-Darcy flow with 3D pore-level simulations” Soils and Foundations, Vol.57, No.4, pp.707-719（2017）

武藤裕久，神谷 隆，長沼明彦，小高猛司，崔 瑛，中野正樹，野田利弘：「摩擦抵抗と支圧抵抗を併用した補強材の実大引抜き試験」，地盤工学ジャーナル, Vol.12, No.4（2017）

【その他】

梅村逸遊，小高猛司，崔瑛，李圭太，田村太郎：「礫質土の埋め立て材料としての力学特性の評価」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, CD-ROM（2017）

御手洗翔太，小高猛司，崔瑛，李圭太，高木竜二：「間隙比と相対密度を尺度とした細粒分含有率の異なる砂の力学特性の評価」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, CD-ROM（2017）

田中貴之，御手洗翔太，小高猛司，崔瑛，李圭太，高木竜二：「細粒分を多く含む被災堤体土の湿潤時の力学特性」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, CD-ROM（2017）

林愛実，小高猛司，崔瑛，森三史郎：「高透水性基礎地盤を有する河川堤防の三次元浸透模型実験」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, CD-ROM（2017）

森三史郎，小高猛司，崔瑛，李圭太，林愛実：「非定常浸透流解析による透水性基礎地盤を有する堤防の浸透破壊メカニズムの検討」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, CD-ROM（2017）

森智彦，森三史郎，林愛実，小高猛司，崔瑛，李圭太：「透

水性基礎地盤の地層構成が河川堤防の浸透破壊に及ぼす影響」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, CD-ROM（2017）
武藤裕久，長沼明彦，小高猛司，崔瑛：「補強土壁における補強材軸力の動的挙動と FEM 解析」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, CD-ROM（2017）
小高 猛司，李 圭太：「不飽和浸透連成剛塑性有限要素法による河川堤防の安定解析」，計算工学講演会論文集, Vol.22, F-03-5（2017）
橘一光，森口周二，高瀬慎介，寺田賢二郎，青木尊之，神谷浩二，小高猛司：「粒子流体連成解析による地盤材料の透水係数の非線形特性分析」，計算工学講演会論文集, Vol.22, F-02-4（2017）
李圭太，小高猛司，石原雅規，上山高史：「河川堤防盛土を対象とした原位置透水試験に関する考察」，第 52 回地盤工学研究発表会, pp.1-2（2017）
李圭太，小高猛司，佐野彰彦，上野舞子，岡嶋義行：「河川堤防を対象とした物理探査の適用に関する考察」，第 52 回地盤工学研究発表会, pp.135-136（2017）
小高猛司，板橋一雄，御手洗翔太，高木竜二，崔瑛，李圭太，久保裕一：「粒度変化と密度変化が砂質土の力学挙動に及ぼす影響」，第 52 回地盤工学研究発表会, pp.363-364（2017）
李圭太，小高猛司，北川誠純，田川央，岡嶋義行，梅村逸遊：「石混じり礫盛土における粒度特性，密度調査に関する一考察」, 第 52 回地盤工学研究発表会, pp.417-418（2017）
李圭太，小高猛司，中上宗之，宗行正則，中土井佑輔，小林猛嗣：「河川堤防における厚層粘土上の築堤盛土による地盤変状挙動に関する考察」，第 52 回地盤工学研究発表会, pp.798-790（2017）
小高猛司，李圭太，石原雅規，久保裕一，田中貴之，崔瑛：「吸水軟化試験による細粒分が卓越した堤防土の浸透耐性の評価」, 第 52 回地盤工学研究発表会, pp.931-932（2017）
小高猛司，李圭太，石原雅規，久保裕一，田中貴之，崔瑛：「細粒分が卓越した堤防土の浸透耐震評価に及ぼすサンプリング法と凍結履歴の影響」，第 52 回地盤工学研究発表会, pp.933-934（2017）
小高猛司，崔瑛，林愛実，森三史郎，李圭太：「基礎地盤の複層構造が河川堤防の浸透破壊に及ぼす影響」, 第 52 回地盤工学研究発表会, pp.961-962（2017）
小高猛司, 崔瑛, 森三史郎, 林愛実, 森智彦, 李圭太:「複層構造基礎地盤を有する河川堤防の非定常浸透流解析」, 第 52 回地盤工学研究発表会, pp.963-964（2017）
小高猛司，崔瑛，森智彦，森三史郎，林愛実，李圭太:「河川縦断方向に均質な模型堤体に浸透破壊を引き起こす基礎地盤の条件」，第 52 回地盤工学研究発表会, pp.963-964（2017）
李圭太，小高猛司，中上宗之，宗行正則，富澤彰仁，小林猛嗣：「水中盛土上における河川堤防の評価手法に関する考察」，第 52 回地盤工学研究発表会, pp.973-974（2017）
小高猛司，李圭太，梅村逸遊，田中貴之，崔瑛：「河川堤防の礫質基礎地盤土の力学特性の評価」，第 52 回地盤工学研究発表会, pp.983-984（2017）
小高猛司，李圭太：「河川堤防の浸透すべり破壊への剛塑性有限要素法の適用」，第 52 回地盤工学研究発表会, pp.997-998（2017）
武藤裕久，長沼明彦，小高猛司，崔瑛：「地震時における支圧抵抗と摩擦抵抗を組み合わせた補強土壁挙動と FEM 解析（その 2）」，第 52 回地盤工学研究発表会, pp.1493-1494（2017）
李圭太，小高猛司，梅村逸遊，長谷川剛基：「石混じり礫質土を有する河川堤防における地盤特性に関する考察」，第 72 回土木学会年次学術講演会, pp.175-176（2017）
田中貴之，小高猛司，李圭太，久保裕一，石原雅規，崔瑛：「中間土堤体土の吸水軟化試験による浸透耐性の評価と供試体作製方法の影響」，第 72 回土木学会年次学術講演会, pp.179-180（2017）
久保裕一，小高猛司，李圭太，石原雅規：「吸水軟化試験による砂質土の浸透耐性の評価」，第 72 回土木学会年次学術講演会, pp.181-182（2017）
森智彦，森三史郎，林愛実，小高猛司，崔瑛，李圭太:「複層構造における上層基礎地盤の透水性が浸透破壊に与える影響」, 第 72 回土木学会年次学術講演会, pp.185-186（2017）
森三史郎, 森智彦, 林愛実, 小高猛司, 崔瑛, 李圭太:「複層基礎地盤の上部砂層の透水性と層厚が堤体法尻部に及ぼす影響に関する浸透流解析」，第 72 回土木学会年次学術講演会, pp.187-188（2017）
森三史郎, 林愛実, 森智彦, 小高猛司, 崔瑛, 李圭太:「複層構造基礎地盤を有する河川堤防の浸透破壊実験における三次元効果の検討」，第 72 回土木学会年次学術講演会, pp.189-190（2017）
吉川高広，野田利弘，内藤誠也，小高猛司，崔瑛:「模型堤防の浸透破壊メカニズム解明のための空気～水～土骨格連成有限変形シミュレーション」，第 72 回土木学会年次学術講演会, pp.201-202（2017）
杉井俊夫，朱発瑜，寺西剣悟，小高猛司，前田健一，

崔瑛，斉藤秀樹，小林剛，山口明代：「小型堤防による越水から決壊現象における堤体粒度の影響」，第 72 回土木学会年次学術講演会, pp.235-236（2017）

武藤裕久，長沼明彦，小高猛司：「支圧抵抗と摩擦抵抗を組み合わせた補強土壁の地震応答解析」，第 72 回土木学会年次学術講演会, pp.487-488（2017）

御手洗翔太，小高猛司，板橋一雄，李圭太，久保裕一，崔瑛：「砂質土の供試体作製時における初期含水比の違いが力学挙動に及ぼす影響」，第 72 回土木学会年次学術講演会, pp.541-542（2017）

梅村逸遊，小高猛司，李圭太，崔瑛：「三軸試験による礫質土の力学特性の評価における供試体密度の影響」，第 72 回土木学会年次学術講演会, pp.549-550（2017）

J.J.Kumara, T.Kodaka, Y.Cui：“Mechanical properties of sand-bentonite composite material used as a buffer material of nuclear waste repository”Proc.of ICSMGE, Seoul, Korea, pp.419-422（2017）

T.Yoshikawa, T.Kodaka, Y.Cui：“A consideration of the failure mechanism of river levees due to water seepage based on model tests and soil-water-air coupled finite deformation analysis”Proc.of ICSMGE, Seoul, Korea, pp.1319-1322（2017）

T.Kodaka, K.-T.Lee, M.Ishihara：“Simplified sampling method for river embankment soils and strength property evaluations of the sampled soils”Proc.of ICSMGE, Seoul, Korea, pp.2395-2398（2017）

小高猛司，李圭太，石原雅規，久保裕一，田中貴之，梅村逸遊：「吸水軟化試験による河川堤防土の低拘束圧下のせん断強度の評価」，第 5 回 河川堤防技術シンポジウム論文集, pp.45-48（2017）

小高猛司, 李圭太, 崔瑛, 森智彦, 森三史郎, 林愛実:「浸透に伴う基礎地盤の弱化に起因する堤防法すべり崩壊に関する考察」，第 5 回 河川堤防技術シンポジウム論文集, pp.55-58（2017）

李圭太，小高猛司，石原雅規，久保裕一，御手洗翔太:「河川堤防盛土の原位置透水特性に関する考察」，第 5 回 河川堤防技術シンポジウム論文集, pp.59-62（2017）

福岡捷二，小高猛司，田端幸輔：「現地堤防と模型堤防の浸透破壊を規定する力学的相似条件－堤防脆弱性指標」，第 5 回 河川堤防技術シンポジウム論文集, pp.79-82（2017）

H.Muto, T.Kodaka, A.Naganuma：“Seismic Response Analysis of a Reinforced Earth Wall using the Reinforcements incorporating both Friction Resistance and Bearing Resistance”Proc.of GEOMATE2017, Tsu, Japan（2017）

鈴木 温

【学術論文】

Atsushi Suzuki, Nao Sugiki and Kazuaki Miyamoto, “Development of Spatial Micro-Simulation for Forecasting Households Distribution”, Proceeding of the 15th international conference on Computers in Urban Planning and Urban Management,（2017）

Tatsu HASHIMOTO, Yuki HAYAKAWA and Atsushi SUZUKI, “Analysis on change of visitors before and after the open of high speed rail using mobile spatial statistics”, Journal of Eastern Asian Society for Transportation Studies Vol.12,（2017）

Mariko NAKATSUKASA, Atsushi SUZUKI, “Evaluation of Comfortability in walking on street space with physiological indices”, Journal of Eastern Asian Society for Transportation Studies Vol.12,（2017）

【その他】

吉田愼也，鈴木温：「オープンデータを用いた初期世帯マイクロデータの生成に関する研究」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集，CD-ROM, IV-26 ,（2017）

古野竜也，鈴木温:「世帯立地マイクロシミュレーションモデルの予測精度評価に関する研究」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集，CD-ROM, IV-27 ,（2017）

鈴木宏幸，内藤広陸，鈴木温：「財・サービスに着目したアクセシビリティと生活機能の満足度との関係性分析」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集，CD-ROM, IV-44 ,（2017）

鈴木温，早川勇希：「モバイル空間統計を用いた北陸新幹線整備前後の訪問者数変化に関する比較分析」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集，CD-ROM, IV-59 ,（2017）

中務真里子，鈴木温，林大揮：「生理指標を用いた歩行時の心理低負担に関する昼夜比較」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集，CD-ROM, IV-68 ,（2017）

吉田早悠里，鈴木温，中務真里子：「移動における身体的・心理的負担に関する交通モード間比較」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集，CD-ROM, IV-69 ,（2017）

橋本達，二村樹，吉田光志，鈴木温:「人流ネットワーク構造に着目した都市構造評価に向けた基礎的研

究」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, CD-ROM, IV-78 , (2017)

吉田愼也，鈴木温：「オープンデータを用いた初期世帯マイクロデータの生成に関する研究」，第 55 回土木計画学研究発表会・講演集，55 巻, CD-ROM, , (2017)

古野竜也，鈴木温:「世帯立地マイクロシミュレーションモデルの予測精度評価」，第 55 回土木計画学研究発表会・講演集，55 巻, CD-ROM, , (2017)

橋本達, 二村樹, 鈴木温:「人流とインフラのネットワーク構造の相互作用に関する基礎的研究」，第 55 回土木計画学研究発表会・講演集，55 巻, CD-ROM, , (2017)

中務真里子，吉田早悠里，鈴木温：「移動における身体的・心理的負担に関する交通モード間比較」，第 55 回土木計画学研究発表会・講演集，55 巻, CD-ROM, (2017)

杉木直，鈴木温，宮本和明：「住宅ストック遷移を内生化した都市マイクロシミュレーションの開発」，第 56 回土木計画学研究発表会・講演集，55 巻, CD-ROM, , (2017)

原田 守博

【学術論文】

原田守博，渡邉英典：「粗粒媒体における非線形透水法則に関する考察」，土木学会論文集 B1（水工学）Vol.73, No.4, pp.I_43-I_48, (2017)

【その他】

原田守博，飯尾尚平，畑中重光，三島直生：「ポーラスコンクリート舗装の雨水流出抑制効果に関する大型屋外実験」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集，Ⅱ -027, pp.133-134, CD-ROM, (2017)

原田守博, 飯尾尚平, 高橋 輝, 田口智広, 廣瀬 翔大:「大型屋外実験に基づくポーラスコンクリート舗装の雨水流出抑制効果の評価」，名城大学総合研究所紀要，第 22 号, pp.101-104, (2017)

溝口 敦子

【学術論文】

溝口敦子，土屋 幸宏，森 勇輔：「二粒径構成河床における反砂堆と礫集合体形成に関する一考察」，土木学会論文集 A2（応用力学）特集号, Vol.72, No.2，土木学会，pp．I_549-I_556（2017）

溝口敦子：「二極化した粒度分布を有する河床における表層礫構造の取り扱いに関する一考察」，水工学論文集第 61 巻,（土木学会論文集 B1（水工学）Vol.73），pp.I-871-I-876（2017）

溝口敦子，赤堀良介：「多列砂州を有する大井川の河床変動特性と流量時系列の変化が河床変動へ及ぼす影響」，河川技術論文集, Vol.23，pp.537-542（2017）

新井 宗之

【学術論文】

Muneyuki ARAI：Wave Equation and Some solutions on Intermittent Debris flow, International Journal of Erosion Control Engineering, Vol.10, No.1, pp.39-46（2017）

【その他】

M.Arai：A research on unsteady period of debris flow surges, European Geosciences Union 2017 Assembly, NH3.8 Documentation and monitoring of landslides and debris flows for mathematical modelling and design of mitigation measures, Vol.19, EGU2017-10715（2017）

新井宗之, 村田雄大, 金原政希:「粒子法シミュレーションによる浅水流サージのダム流下における流況変化に関する検討」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, II-16, pp.111-112（2017）

新井宗之，金原政希，村田雄大：「間欠性浅水流サージのダム流下における流況変化に関する粒子法シミュレーションによる基礎的検討」，土木学会第 72 回年次各術講演会講演概要集, II-131, pp.261-262（2017）

岩下 健太郎

【その他】

金天玉，岩下健太郎，山内匡，千賀年浩，近藤修，高見肇：「変動を伴う高レベル荷重下における BFRP シートとコンクリートの付着挙動」，土木学会第 72 回年次講演会, V-165, pp.329-330（2017）

松永秀暁，岩下健太郎，山内匡，千賀年浩，近藤修，高見肇：「BFRP シート接着補強 RC 梁のひび割れ抑制効果に関する研究」，土木学会中部支部研究発表会, V-018, pp.541-542（2017）

渡辺 孝一

【学術論文】

渡辺孝一，石田真士:「座屈拘束ブレース支持ブラケットの初期不整が鋼製ラーメン橋脚の制震性能に与える影響に関する解析的検討」，鋼構造論文集，日本鋼構造協会, Vol.24, No.93, pp.17-27, (2017)

久保全弘，渡辺孝一：「波形鋼板ウェブ断面の残留応力測定」，土木学会論文集 A1, Vol.73, No.1, pp.248-

258, (2017)
渡辺孝一，石田真士：「座屈拘束ブレースを付与した鋼製ラーメン橋脚のハイブリッド実験による制震効果の検証」，構造工学論文集，土木学会, Vol.63A, pp.315-328, (2017)
渡辺孝一，清水俊彦，川口修平，桐山裕司：「アルミニウム押出型材を用いたSPDの性能実験と解析的検討」，構造工学論文集，土木学会, Vol.63A, pp.329-338, (2017)

【その他】

浅井駿弥，石田 真士，渡辺 孝一：「BRBで制震化したラーメン橋脚基部の部分模型実験」，土木学会中部支部研究発表会, I-8, pp.15-16, (2017)
浅井駿弥，渡辺 孝一：「制震化した鋼製ラーメン橋脚のダイアフラム補強に関する解析的検討」，土木学会第72回年次講演会, I-672, pp.1343-1444, (2017)

環境創造学科

伊藤 政博

【学術論文】

伊藤政博：「東北地方太平洋沖地震の津波浸水流が海岸林樹木に及ぼした流体力」，名城大総合研究所学術研究論文集, No.22, pp. 1-10（2017）

伊藤政博，馬場慎一：「東北地方太平洋沖地震津波の浸水と海岸林樹木の耐津波性―樹木生育の地盤土質が樹木倒伏に及ぼす影響」，土木学会論文集 B3（海洋開発）, Vol.73, , pp.474-479（2017.6）

【その他】

馬場慎一，伊藤政博：「 猿尾の断面形状・材質とすべり破壊および侵食安全性について」，平成 28 年度土木学会中部支部研究発表会, pp.565-566（2017.3）

馬場慎一，伊藤政博：「猿尾の断面形状・材質とすべり破壊および侵食の安全性」，名城大学総合研究所紀要, No.22，pp.105-106（2017）

馬場慎一，伊藤政博，加藤英明：「木曽川の洪水と猿尾群の歴史」，平成 29 年度土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, pp.1255-1256（2017.9）

垣鍔 直

【著書】

生理人類学入門－改訂版 第 8 章 環境 8.3 気圧（生理人類士認定委員会編）, pp.163-166, ，国際文献印刷社（2017）

【学術論文】

正田浩三，垣鍔直：「建築物の室内清掃の品質評価指標確立についての検討」，日本建築学会技術報告集, vol. 54, pp.607 － 612，2017.6

N.Kakitsuba, I.B. Mekjavic：「Diurnal Variation in the Core Interthreshold Zone and its Relation to Cutaneous Sensation Threshold Zone」，Journal of Physiological Anthropology, DOI:10.1186/s40101-017-0141-y，2017.

【その他】

正田浩三，垣鍔直：「ATP 拭き取り検査による清掃用具の汚れ除去調査」，第 44 回建築物環境衛生管理全国大会学抄録集, pp.80-81，2017.1

N. Kakitsuba：Vertical temperature distribution measured with a drone at locations adjacent to the edge of the forest and the lake in summer, International Congress of Biometeorology, Durham, UK, September 3 - 7，2017.

N. Kakitsuba and I. B. Mekjavic：Diurnal variation in the core interthreshold zone and its relation to cutaneous sensation threshold zone，17th International Conference on Environmental Ergonomics, Kobe, Japan, November 12-17, p192，2017.

垣鍔直，石井 仁，吉永美香：繰り返し熱ストレスを受けた時の心理・生理反応に関する実験的研究，日本生気象学会雑誌，54（3）, S40，10/2017

竹内達哉，垣鍔直，李スミン，勝浦哲夫：白色光から青色・緑色成分を除いた光が心理・生理反応に及ぼす影響平成 29 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会講演論文集，13-4，平成 29 年 9 月

酒巻 史郎

【その他】

LY HOANG YEN，酒巻史郎：「植物繊維を用いたバイオフィルターによるアンモニアガス分解処理の検討」，化学工学会第 82 回年会講演要旨集, CD-ROM（2017）

LY HOANG YEN，酒巻史郎：「ベトナム都市の大気汚染研究」，第 58 回大気環境学会年会講演要旨集, pp.307（2017）

道正 泰弘

【学術論文】

道正泰弘：「低品質再生骨材を用いたコンクリートの品質改善」，コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.1, pp.1525-1530,（2017）

【その他】

道正泰弘：「低品質再生骨材の構造用コンクリートへの利用」，コンクリート工学, Vol.55, No.8, pp.635-643,（2017）

道正泰弘：「コンクリート塊の資源循環システム構築に関する研究（その１．混和材によるコンクリートからのセシウムの溶出抑制）」，日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.131-132,（2017）

西山 桂

【学術論文】

T. Harada, K. Takamoku, K. Nishiyama,“Structural analysis and emission properties of Ce^{3+} complexes with N-coordinating, tridentate ligands in solution”, J. Mol. Liq., vol. 226, pp.35–42（2017）.

K. Nishiyama, M. Ehara, S. Katsube, T. Kaji,“Synthesis of Optically Clear Molecular Organogels Comprising Phenol

and Surfactants of Sulfosuccinic Acid Derivatives", Chem. Lett. vol. 46, pp.1361–1364（2017）.

【その他】

重松宏武，西山桂，舩木隆司，西嶋康雄，松永武，萱野誠，内田由美子，棟居翼，風盛文哉，前川真利奈，谷川佑太，兼安真也，吉村大介，片岡佑美，栗田克弘：「エネルギー・環境をテーマとした教材開発，研修及び実践Ⅱ－ 山口エネルギー環境教育研究会における学生指導と実践の記録 －」，山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要, vol. 44, pp.123–131（2017）.

K. Nishiyama, "Stat Mech and materials synthesis：self-assembly organogel preparations and their applications to inclusive materials, and molecular origins of gelation processes", International Workshop on Stat-Mech of Liquids, Nagoya University, Nagoya, Japan, April 2017.（国際学会招待講演）

K. Nishiyama, M. Kinoshita, E. Mamoru, S. Katsube, Y. Katsumoto, and T. Kaji, "Organogel availability depending of solvophobicity of gelators in organic solvents：fibrous gel networks comprising phenol and sulfosuccinic acid derivatives", Joint EMLG/JMLG Meeting 2017, University of Vienna, Austria, September 2017.（国際学会講演）

広瀬 正史

【学術論文】

M. Hirose, Y. N. Takayabu, A. Hamada, S. Shige, and M. K. Yamamoto："Impact of long-term observation on the sampling characteristics of TRMM PR precipitation,"J. Appl. Meteor. and Climatol.，56，713-723, DOI：10.1175/JAMC-D-16-0115.1.（2017-3）

M. Hirose, Y. N. Takayabu, A. Hamada, S. Shige, and M. K. Yamamoto："Spatial contrast of geographically induced rainfall observed by TRMM PR,"J. Climate，30，4165-4184, DOI：10.1175/JCLI-D-16-0442.1.（2017-5）

【その他】

M. Hirose："Evaluation of high-resolution precipitation climatology based on two spaceborne radar data（2）,"JAXA PI workshop, PMM session（2017-1）

広瀬正史，堤勇人：「海岸線付近の降水変動」，名古屋大学宇宙地球環境研究所平成 28 年度共同研究集会「GSMaP および衛星シミュレータ合同研究集会」予稿集, pp.62-66（2017-3）

M. Hirose："Geographic patterns of fine-scale TRMM PR rain climatology and retrieval uncertainties,"Proc. of 38th Conference on Radar Meteorology, Quantitative Precipitation Estimation and Hydrology.（2017-8）

堤勇人，広瀬正史：「GSMaP による中・高緯度の降雪推定」，日本気象学会 2017 年度秋季大会予稿集, p. 88（2017-10）

広瀬正史，堤勇人：「GPM DPR 観測における背の低い雲による降水の見逃し」，日本気象学会 2017 年度秋季大会予稿集, p. 285（2017-10）

堤勇人，広瀬正史：「衛星搭載降水レーダによる降雪推定値の空間分布」，日本気象学会平成 29 年度中部支部研究会予稿集，4 pp.（2017-11）

広瀬正史：「PR と DPR の地表近傍降水情報の補正」，JAXA/PMM 国内サイエンスチーム会合（2017-11）

建築学科

岡田 恭明

【その他】

*Y.Okada, Y.Mizutani, K.Yoshihisa and T.Iwase：“Experimental study on noise radiation from wind turbines,”Journal of the Acoustical Society of America, Vol.140, No.4, p.3383, Invited Paper（2016.12）

*T.Iwase, H.Uchida, H.Kurono, Y.Okada and K.Yoshihisa：“Observations of vibration velocity on wind turbine with propagated sound to surroundings,”Journal of the Acoustical Society of America, Vol.140, No.4, p.3383, Invited Paper（2016.12）

*植村友昭，岡田恭明，吉久光一：「自動車走行騒音の音響パワーレベルの測定(車種分類および測定箇所による違いに着目した検討)」，日本音響学会講演論文集, p.765-768（2017.3）

*岡田恭明，兵藤伸也，吉久光一：「風車騒音の周期性変動成分に着目した放射特性の解析」，日本音響学会講演論文集, p.827-830（2017.3）

*Y.Okada, S.Hyodo, K.Yoshihisa and T.Iwase：“Analysis of sound emission by using amplitude modulation components of wind turbine noise,”Proceedings of the 7th International Meeting on Wind Turbine Noise，10 pages（2017.5）

*植村友昭，岡田恭明，吉久光一：「一般道を走行する自動車の音響パワーレベル(密粒及びコンクリート舗装における測定データの比較)」，日本音響学会騒音・振動研究会資料 N-2017-17，8 pages（2017.5）

渡辺好章，安藤彰男，及川靖広，蜂屋弘之，尾本章，岡田恭明，坂本慎一，西村明，他 9 名：「第 5 回日米音響学会ジョイントミーティング(会議報告)」，日本音響学会誌, 第 73 巻, 第 8 号, pp.525-535(2017.8)

*岡田恭明，兵藤伸也：「風力発電施設から発生する騒音の実態(その 3：周期性変動成分に着目した放射特性の解析)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.267-268（2017.8）

*兵藤伸也，岡田恭明：「風力発電施設から発生する騒音の実態(その 4：風車周辺における周期性変動音の大きさ)」，日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.269-270（2017.8）

*岡田恭明，吉久光一：「風力発電施設周辺での周期性変動音の指向性分布」，日本騒音制御工学会講演論文集, pp.55-56（2017.11）

鈴木 博志

【学術論文】

長屋榮一，鈴木博志：「中国の地方都市における高齢者福祉施設の入所理由と改善要望の検討―大連市，西安市，成都市の事例比較，日本建築学会住宅系研究報告会論文集 11, pp.141-150,（2017）

Eiichi Nagaya, Jitong Wang, Sachie Miyazaki, Hiroshi Suzuki：「The Actual Situations and Issues of the Universal Design of Elderly care facilities in Dalian, China」, The 6th International conference for Universal Design in NAGOYA 2016, pp.10-10,（2016）

長屋榮一，鈴木博志：「中国の高齢者福祉施設の入所者と入所理由，改善要望の分析」，日本建築学会技術報告集，第 23 巻 53 号, pp.283-288（2017）

Maitrung PHAM, Hiroshi SUZUKI：「A Study about the Ecological city of Ha Noi City in Viet Nam」, International Community of Spatial planning and Sustainable development」, pp.1-15,（2016）

長屋榮一，長谷川直樹，鈴木博志：「サービス付き高齢者向け住宅への住替え状況に関する分析―愛知県・岐阜県のアンケート調査結果」，日本建築学会技術報告集，第 23 号第 55 号, pp.941-946,（2017）

【その他】

鈴木博志：「研究現場発―福祉と住宅の連携を引き出す街づくり」，中部経済新聞，第 3 面,（2017）

グェン・グォクチュオン：「ベトナム・ハノイ市の生態都市に関する研究」，日本建築学会大会学術講演梗概集，7551, pp.1207-1208,（2017）

寺西 浩司

【学術論文】

丹羽大地，寺西浩司：「スラグ骨材を用いたモルタルおよびコンクリートの流動性および分離抵抗性」, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.1, pp.61-66（2017.7）

佐藤晴香，寺西浩司：「スラグ骨材の乾燥収縮ひずみおよび弾性係数の推定」，コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.1, pp.67-72（2017.7）

【その他】

丹羽大地，寺西浩司：「スラグ骨材を用いたモルタルおよびコンクリートのワーカビリティー」，日本建築学会東海支部研究報告集, No.55, pp.53-56（2017.2）

佐藤晴香，寺西浩司：「スラグ骨材の乾燥収縮ひずみ

に関する研究」，日本建築学会東海支部研究報告集，No.55, pp.57-60（2017.2）

山田雄大，今本啓一，野口貴文，濱崎仁，寺西浩司，清原千鶴，兼松学：「実構造物調査を通した中性化が到達した鉄筋の腐食評価に関する実地研究」，日本建築学会関東支部研究報告集, No.87，Ⅰ, pp.1-4（2017.3）

寺西浩司，佐藤晴香：「各種セメントを用いたセメントペーストの乾燥収縮ひずみ」，名城大学総合研究所紀要, No.22, pp.109-112（2017.3）

松本千鶴，寺西浩司，佐藤晴香，加藤領一：「外部環境がコンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響（その 1．実験概要）」，日本建築学会大会学術講演梗概集，A-1, pp.219-220（2017.8）

佐藤晴香, 寺西浩司, 加藤領一:「外部環境がコンクリートの乾燥収縮に及ぼす影響（その 2．測定結果）」，日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.221-222（2017.8）

丹羽大地，寺西浩司：「突固めがスランプコーン内のコンクリートのレオロジー定数分布に及ぼす影響」，日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.269-270（2017.8）

長江遥，寺西浩司，丹羽大地，津坂知輝：「材料分離が構造体コンクリートの品質に及ぼす影響（その 1．実験概要）」，日本建築学会大会学術講演梗概集，A-1, pp.299-300（2017.8）

牧智也，寺西浩司，丹羽大地，津坂知輝，長江遥：「材料分離が構造体コンクリートの品質に及ぼす影響（その 2．充填状況および粗骨材量分布）」，日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.301-302,（2017.8）

津坂知輝，寺西浩司，丹羽大地，長江遥：「材料分離が構造体コンクリートの品質に及ぼす影響（その 3．構造体コンクリートの品質）」，日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.303-304（2017.8）

鈴木澄江，桝田佳寛，鹿毛忠継，小泉信一，橘高義典，寺西浩司：「J リングフロー試験方法による高流動コンクリートのワーカビリティー評価に関する実験検討 その 1 課題の抽出と実験計画」，日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.327-328（2017.8）

鹿毛忠継，桝田佳寛，鈴木澄江，小泉信一，橘高義典，寺西浩司：「J リングフロー試験方法による高流動コンクリートのワーカビリティー評価に関する実験検討 その 5 J リングフロー試験方法（案）およびワーカビリティーの評価基準（案）」，日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.335-336（2017.8）

飯森卓哉, 寺西浩司, 佐藤晴香, 村手直樹, 山田和希:「吸水試験によるコンクリートの物質移動性の評価（その 2．含水率の影響）」，日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.581-582（2017.8）

村手直樹, 寺西浩司, 佐藤晴香, 飯森卓哉, 山田和希:「吸水試験によるコンクリートの物質移動性の評価（その 3．水中養生期間の影響評価）」，日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.583-584（2017.8）

山田和希, 寺西浩司, 佐藤晴香, 飯森卓哉, 村手直樹:「吸水試験によるコンクリートの物質移動性の評価（その 4．コンクリートの劣化度合いの評価）」，日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.585-586（2017.8）

白髭龍，野口貴文，寺嶋啓，今本啓一，兼松学，濱崎仁，山田義智，小山智幸，寺西浩司，下澤和幸:「端島の建物を対象としたマルコフ連鎖による劣化予測に関する研究」，日本建築学会大会学術講演梗概集，A-1, pp.603-604（2017.8）

加藤領一，寺西浩司，佐藤晴香：「鉄筋腐食に伴うひび割れの発生パターンに対する鉄筋位置の影響」，日本建築学会大会学術講演梗概集, A-1, pp.781-782（2017.8）

武藤 厚

【その他】

武藤厚，山下健，菅原真帆：「コンクリート系の曲面の設計・施工のシステム化に関する検討（その 1 システム化の概要）」，日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.757-758,（2017-8）

菅原真帆，髙見澤孝志，伊藤崇晃，武藤厚：「コンクリート系の曲面の設計・施工のシステム化に関する検討（その 2 構造設計時の形状を用いた型枠の試作）」，日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.759-760,（2017-8）

四方田彩花，渡辺菜津美，武藤厚：「築 80 年を超える木造の講堂建築に関する技術保存の検討（その 1 大スパン木質トラス屋根を有する建物の技術的価値）」，日本建築学会大会建築デザイン発表梗概集，pp.46-47,（2017-8）

渡辺菜津美，四方田彩花，武藤厚：「築 80 年を超える木造の講堂建築に関する技術保存の検討（その 2 技術資料の保存に関する可能性検討と今後の課題）」，日本建築学会大会建築デザイン発表梗概集, pp.48-49,（2017-8）

菅原真帆，武藤厚：「合掌造の移築古民家の利活用のための構造補強に関する検討」，日本建築学会大会建築デザイン発表梗概集, pp.138-139,（2017-8）

生田 京子

【著書】

生田京子：「7.1 図面化する」「7.2 模型化する」,『発想し創造する建築設計製図』(松本直司編)，第 7 章, pp.123-135，理工図書(2017)

【その他】

今田夕稀，生田京子：「観光客と地元住民の行動動線から見る町づくり：岐阜県高山市重要伝統的建造物群保存地区とその周辺地域を対象として」，日本建築学会東海支部研究報告集(55), pp.393-396（2017）

福永真也，兼松陽介，生田京子，恒川和久：「公共施設再編により管理主体を変更した施設に関する研究－浜松市を事例として（その 1）：施設分布および建築的特徴」，日本建築学会学術講演梗概集(建築社会システム), pp.263-264（2017）

兼松陽介，福永真也，生田京子，恒川和久：「公共施設再編により管理主体を変更した施設に関する研究－浜松市を事例として（その 2）：管理・運営・利用の変化」，日本建築学会学術講演梗概集(建築社会システム), pp.265-266（2017）

生田京子，横関浩，藤尾篤，浅井信好：「月灯りの移動劇場」，グッドデザイン賞，公益財団法人日本デザイン振興会(2016)

石井 仁

【学術論文】

S.Watanabe and J.Ishii：“Measurement Method for the Solar Absorptance of a Standing Clothed Human Body”, Journal of the Human-Environment System, Vol.19, No.2, pp.49-55（2017）

Y.Kurazumi, J.Ishii, K.Fukagawa, E.Kondo, A.Nyilas and A.Aruninta：“Seasonal Differences of Psychological and Physiological Responses in Tropical Urban Climate”. Health, Vol.9, pp.896-920（2017）

S.Watanabe and J.Ishii：“Mitigation of pedestrian heat stress using parasols in a humid subtropical region”, International Journal of Biometeorology, Vol.61, No.11, pp.2009-2019（2017）

渡邊慎一，石井仁：「全国の公立小学校の運動会開催時期と熱中症の危険度評価」，日本生気象学会雑誌, Vol.54, No.2, pp.75-86（2017）

【その他】

J.Ishii, T.Hashimoto, S.Watanabe, K.Kurihara and A.Tachikawa：“Assessment of thermal comfort around sotetsubate“field with cycas hedge”in Amami-Ohshima, Japan”，21st International Congress of Biometeorology, p.79（2017）

渡邊慎一，石井仁：「屋外空間における 6 方向の紅斑紫外線量の測定」，日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.677-678（2017）

垣鍔直，石井仁，吉永美香：「繰り返し熱ストレスを受けた時の心理・生理反応に関する実験的研究」，日本生気象学会雑誌, Vol.54, No.3, p.S40（2017）

石井仁，橋本剛，渡邊慎一，栗原広佑，立川あゆ:「奄美大島における伝統的な高倉と民家の温熱環境調査」，日本生気象学会雑誌, Vol.54, No.3, p.S64（2017）

渡邊慎一，石井仁：「夏期における避難所を想定した体育館内温熱環境の実測調査」，日本生気象学会雑誌, Vol.54, No.3, p.S69（2017）

石井仁，渡邊慎一：「排便時におけるトイレの温熱環境が人体に及ぼす生理的・心理的影響」，第 47 回熱シンポジム, pp.67-72（2017）

谷田 真

【著書】

谷田真：「発送する／エスキス」『発想し創造する建築設計製図』(松本直司，夏目欣昇編著)，第 3 章, pp.33-49，理工図書(2017)

【作品】

谷田真, 井澤幸:「小幡の家」住宅新築, 名古屋市守山区,（2017）

谷田真，井澤幸：「株式会社谷口製陶所ショールーム」住宅改修，多治見市,（2017）

名城大学谷田研究室：「森と人の物語プロジェクト木育編」一連の取り組み，第 3 回ウッドデザイン賞受賞,（2017）

名城大学谷田研究室：「巣づくろい」制作，第 9 回建築コンクール優秀賞，公益社団法人愛知建築士会名古屋北支部,（2017）

【その他】

谷田真：「近代建築のタイルに迫る」(工場賛歌原料編関連企画）講演，モザイクタイルミュージアム，2016 年 12 月 3 日

名城大学谷田研究室：「株式会社谷口製陶所・長江陶業株式会社展示ブース」，建築・建材展，日本経済新聞社,（2017）

名城大学谷田研究室：「ハンダカタリバ・未来のまちは自分でつくる」, JR 半田駅周辺まちづくり検討会，半田市,（2017）

名城大学谷田研究室：「河川敷屋台ワークショップ」，森と人の物語プロジェクト，下呂市,（2017）

谷田真，井澤幸：「子どもたちの放課後の居場所を地

域で育む」，日本の学童保育, pp-20-28，全国学童保育連絡協議会,（2017）

名城大学谷田研究室：「幸せなお家」改修，旧カネ鹿大岩鹿兵商店改修プロジェクト，多治見市,（2017）

名城大学谷田研究室:「知立団地多文化共生型パブリックスペース・リデザイン・プロジェクト」報告，知立市,（2017）

Tanida lab.：“DISAPPEARRED / EXTINCT VILLAGES IN RALSKO”, workshop TUL+MUN+HKU, Technical University of Liberec.（2017）

名城大学谷田研究室：「筋骨ワークショップ」，飛騨金山スクールプロジェクト，下呂市金山町観光協会・ひだ金山まちづくり協議会・下呂市金山第二区・下呂市観光課,（2017）

平岩 陸

【学術論文】

平岩陸，朴相俊：収縮ひび割れに及ぼす繊維の影響に関する解析的研究，コンクリート工学年次論文集, Vol.38, No.1, pp.253-258,（2017.7）

【その他】

平岩陸，朴相俊：ひび割れ誘発目地がひび割れの発生に及ぼす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.55, pp.1-4,（2017.2）

小川剛志，平岩陸：ポーラスコンクリートの簡易空隙率測定方法に関する研究(その１：測定方法)，日本建築学会大会学術講演梗概集(中国), A-1, pp.73-74,（2017.8）

小川剛志，平岩陸：ポーラスコンクリートの簡易空隙率測定方法に関する研究(その２：実験結果および考察)，日本建築学会大会学術講演梗概集(中国), A-1, pp.75-76,（2017.8）

松田 和浩

【学術論文】

笠井和彦，佐藤大樹，松田和浩，長山祥：「長時間正弦波加振実験による４種の実大制振ダンパーの動的特性の変化および簡易評価手法の提案」，構造工学論文集, Vol.63B, pp.275-283（2017）

【その他】

K.Matsuda and K.Kasai："Study on Seismic behavior of Cable Rack System for Electric Wiring Having Passive Control Scheme"，16th World Conference on Earthquake Engineering（16th WCEE）, USB, Santiago, Chili（2017）

H.Sakata, K.Kasai, K.Matsuda and Y.Yamazaki：“Development of passively controlled small wooden structures and the design method”，16th World Conference on Earthquake Engineering（16th WCEE）, USB, Santiago, Chili（2017）

K.Kasai, K.Matsuda and S.Chimamphant：“Performance Curve for Base-isolated Buildings with Consideration of Superstructure Flexibility”, International Workshop on Performance-Based Seismic Design of Structures（PESDES 2017）, USB, Shanghai, China（2017）

長山祥, 佐藤大樹, 笠井和彦, 松田和浩:「粘性ダンパーの長時間繰り返しによる特性値低下を考慮した解析モデルの提案と地震応答評価」，日本建築学会関東支部研究報告集, pp.553-556（2017）

山田耕司，松田和浩，坂田弘安：「減衰性能の壁量換算法(その 2)」，日本建築学会東海支部研究報告集, pp.89-92（2017）

笠井和彦，松田和浩：「求められる小規模住宅制振設計指針の内容」，メディア向け制振ダンパーセミナー，東京(2017)

長山祥，佐藤大樹，笠井和彦，松田和浩：「長周期地震動時における粘性ダンパーを有する制振構造建物の簡易応答評価(その 4) 20 質点モデルによる時刻歴応答解析結果」，日本建築学会大会学術講演, B-2 分冊, pp.613-614，中国(2017)

岡田亮佑，長山祥，佐藤大樹，笠井和彦，松田和浩:「長周期地震動時における粘性ダンパーを有する制振構造建物の簡易応答評価(その 3) 長時間繰り返しによる特性値低下を考慮した解析モデルの提案」，日本建築学会大会学術講演, B-2 分冊, pp.611-612，中国(2017)

田中清，笠井和彦，西島正人，松田和浩：「非線形粘性ダンパーを用いた柔かい鉄骨架構の制振設計法と制振効果の検証」，日本建築学会大会学術講演, B-2 分冊, pp.871-872，中国(2017)

上村実那，金井建二，家住良太，笠井和彦，坂田弘安，松田和浩，山崎義弘：「財産保持性に優れた制振住宅に関する開発の経過報告(その 55) 振動台実験における木質制振架構の動的性状と特性⑤」，日本建築学会大会学術講演, C-1 分冊, pp.373-374，中国(2017)

金井建二，上村実那，家住良太，笠井和彦，坂田弘安，松田和浩，山崎義弘：「財産保持性に優れた制振住宅に関する開発の経過報告(その 54) 振動台実験における木質制振架構の動的性状と特性④」，日本建築学会大会学術講演, C-1 分冊, pp.371-372，中国(2017)

関雄佑, 松田和浩, 笠井和彦:「電気配線用ケーブルラックの制振化に関する研究開発(その 6) 詳細なフレームモデルによる解析検討」, 日本建築学会大会学術講演, B-2 分冊, pp.753-754, 中国(2017)

角田裕介, 松田和浩, 坂田弘安, 山崎義弘, 伊東洋路, 森本知宏:「セルフセンタリング型 CLT 壁柱を有する木質制振架構の力学的挙動に関する研究(その 2) 力学モデルと地震応答解析」, 日本建築学会大会学術講演, C-1 分冊, pp.403-404, 中国, (2017)

松田和浩, 角田裕介, 坂田弘安, 山崎義弘, 伊東洋路, 森本知宏:「セルフセンタリング型 CLT 壁柱を有する木質制振架構の力学的挙動に関する研究(その 1) 実験概要および実験結果」, 日本建築学会大会学術講演, C-1 分冊, pp.401-402, 中国(2017)

吉永 美香

【学術論文】

*柳沢究, 吉永美香, 塚本英勝, 山本慧:「デリー(インド)近郊の伝統的中庭式住居と現代的集合住宅における温湿度環境の実態」, 日本建築学会技術報告集第 23 巻第 54 号, pp.603-606, (2017-6)

*田中英紀, 渡邊剛, 尹奎英, 千葉理恵, 吉永美香, 菰田英晴, 丹羽 英治, 時田繁, 奥宮正哉:「シミュレーションを活用したエネルギーマネジメントにおける境界条件データの設定方法に関する研究 第 1 報 – 設計段階・運用段階における熱源負荷の設定方法」, 空気調和・衛生工学会論文集第 249 号, pp.13-22, (2017-12)

【その他】

*吉永美香, 桑沢保夫, 城出浩作, 浅井俊二:「住宅用太陽熱利用システムの評価及び効果予測シミュレーションに関する研究 その 1 太陽熱温水器の冬期における性能試験と集熱性能のモデル化」, 日本建築学会学術講演梗概集(環境工学 II), pp.1295-1296, (2017-8)

*吉永美香, 桑沢保夫, 城出浩作, 浅井俊二:「住宅用太陽熱利用給湯システムの評価及び効果予測シミュレーションに関する研究 その 1 太陽熱温水器のモデル化と冬期・春期の精度検証」, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, 第 10 巻, pp.77-80, (2017-9)

*城出浩作, 吉永美香, 桑沢保夫, 浅井俊二:「住宅用太陽熱利用給湯システムに関する研究 第 2 報 春期および夏期における太陽熱温水器の実証試験報告」, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会合同研究発表会, 太陽 / 風力エネルギー講演論文集, pp.105-108, (2017-10)

*浅井俊二, 吉永美香, 桑沢保夫, 城出浩作:「住宅用太陽熱利用給湯システムに関する研究 第 3 報 ソーラーシステムの実証試験中間報告」, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会合同研究発表会, 太陽 / 風力エネルギー講演論文集, pp.109-112, (2017-10)

*吉永美香, 城出浩作, 桑沢保夫, 浅井俊二:「住宅用太陽熱利用給湯システムに関する研究 第 4 報 太陽熱温水器とソーラーシステムのシミュレーション構築と精度検証」, 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー学会合同研究発表会, 太陽 / 風力エネルギー講演論文集, pp.113-116, (2017-10)

*垣鍔 直, 石井 仁, 吉永美香:「繰り返し熱ストレスを受けた時の心理・生理反応に関する実験的研究」, 日本生気象学会雑誌, 54 (3), S40, (2017-10)

*石井仁, 垣鍔直, 吉永美香, 名古彩乃:「異なる色温度の LED 照明環境下における人体生理・心理反応の日内変化について」, 人間 – 生活環境系学会大会, 第 41 回人間 - 生活環境系シンポジウム, pp.27-30, (2017-12)

*竹内達哉, 垣鍔直, 石井仁, 吉永美香:「一定照度条件で読書した時のストレスの日内変動に関する実験的研究」, 人間 – 生活環境系学会大会, 第 41 回人間 - 生活環境系シンポジウム, pp.81-82, (2017-12)

*中野慎哉, 垣鍔直, 石井仁, 吉永美香:「夏季の日常生活における繰り返し熱負荷によるストレスの評価に関する研究」, 人間 – 生活環境系学会大会, 第 41 回人間 - 生活環境系シンポジウム, pp.79-80, (2017-12)

*垣鍔直, 竹内達哉, 石井仁, 吉永美香:「一定照明条件におけるストレスの日内変動に関する実験的研究 – 高照度条件で計算作業をした場合 – 」, 人間 – 生活環境系学会大会, 第 41 回人間 – 生活環境系シンポジウム, pp.201-202, (2017-12)

米澤 貴紀

【著書】

米澤貴紀:「知りたい!神社の見方」,『神々が見える神社 100 選』(芸術新潮編集部編), Lecture1, pp.106-117, Lecture2, pp.144-155, 新潮社(2016)

【その他】

米澤貴紀:「関白流神道における神道灌頂道場前の設えについて」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.83-84 (2017)

矢田直, 米澤貴紀:「天守における平面の逓減につ

いて」, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.3-4
(2017)

教養教育

土屋 文

【学術論文】

B.Tsuchiya, S.Nagata, T.Sugiyama and K.Tokunaga：“Effects of Ion Irradiation on H_2O and CO_2 Absorption and Desorption Characteristics of Li_2ZrO_3 and Pt-coated Li_2ZrO_3” Int.J.Hydrogen Energ., Vol.42, pp.23746-23750（2017）

【著書】

土屋文：『反跳粒子検出法による全固体リチウムイオン二次電池内の軽元素の動的解析』，日本表面科学, J.The Surface Science Society of Japan, Vol.38, No.4, pp.182-187（2017）

森田健治，土屋文：『金属 /Li 電解質 / 金属キャパシタの電圧印加による Li 濃度分布変化の MeV 重イオンビームその場・解析』，全固体電池のイオン伝導性向上技術と材料，製造プロセスの開発, pp.403-411（2017）

【その他】

土屋文：「ERDA によるリチウムの動的挙動の研究」，日本物理学会 2017 年秋季講演大会予稿集（CD），量子ビームによる軽元素の動的挙動観察の最前線，招待講演番号：23pA20（2017）

土屋文，高廣克己，山本春也：「加熱された全固体リチウムイオン二次電池中のリチウムイオン伝導挙動」，日本金属学会 2017 年秋季講演大会予稿集（CD），エネルギー・電池材料，講演番号：57（2017）

土屋文：「セラミックスの水素貯蔵」，平成 28 年度「水素利用調査報告会」，招待講演（2017）

土屋文，山口翔太郎，宮岡裕樹，小島由継，市川貴之，徳永和俊：「リチウム－ジルコニウム酸化物の水および二酸化炭素吸収・放出特性」，日本金属学会 2017 年春季講演大会予稿集（CD），エネルギー・水素吸蔵材料，講演番号：446（2017）

土屋文，片山優介，加藤健久，佐々木善孝，入山恭寿，森田健治：「反跳粒子検出法を用いた LiPON 固体電解質内のリチウムイオン移動機構の解明」，第 42 回固体イオニクス討論会予稿集（CD），エネルギー・電池材料，講演番号：3A03（2017）

中村 栄造

【著書】

中村栄造：「ジョヴァンニの揺らぐ眼差し－ 19 世紀における世界認識の混乱と懊悩をめぐって－」,『人と言葉と表現－英米文学を読み解く－』（東海英米文学会編）, pp.116-130，学術図書出版社（2016）

神藤 定生

【学術論文】

Israeli-Ruimy V, Bule P, Jindou S, Dassa B, Moraïs S, Borovok I, Barak Y, Slutzki M, Hamberg Y, Cardoso V, Alves VD, Najmudin S, White BA, Flint HJ, Gilbert HJ, Lamed R, Fontes CM, Bayer EA.

“Complexity of the *Ruminococcus flavefaciens* FD-1 cellulosome reflects an expansion of family-related protein-protein interactions.” *Scientific Reports* 7, Article number：42355（2017）

Sakai K, Kimoto S, Shinzawa Y, Minezawa M, Suzuki K, Jindou S, Kato M, Shimizu M.

“Characterization of pH-tolerant and thermostable GH 134 β-1，4-mannanase SsGH134 possessing carbohydrate binding module 10 from Streptomyces sp.NRRL B-24484.” Journal of Bioscience and Bioengineering, in press（2017）

【その他】

神藤定生, 中尾領亜, 坂本拓郎, 細田晃文, 田村廣人：「合成生物学的手法によるエチレン生成シアノバクテリアの改良」，日本生物工学会大会学術講演会予稿集, p.151（2017）

神藤定生, 中尾領亜, 坂本拓郎, 細田晃文, 田村廣人：「合成生物学的手法によるエチレン生成シアノバクテリアの改良」，日本農芸化学会大会学術講演会予稿集, 講演番号 :3C26a01, p.1425（2017）

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，取り扱いは同委員会が定める．
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．掲載することが不適当と認められる場合は原稿を返却する．
2. 6. 招待論文等の扱いは，その都度，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

2017 年 1 月 1 日より 2017 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，2016 年に公開された論文で，発刊が遅れて第 57 号に掲載できなかったものに関しては本年分に入れる.

2. 記載形式

1）**著書**：著者氏名：『題名』，出版者名（発行年）

例 名古屋太郎，天白次郎：「理工学の研究」，名城出版（2016）

2）**学術論文**：著者氏名：「題名」，雑誌名，巻，号，ページ（発表年）

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（2016）
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（2016）

（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）

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（2016）

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る .
2. 疑問，不明の場合には各学科の学術広報委員に問合わせること .

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

2017 年 11 月 24 日（金）までに学科の学術広報委員に提出する.

6. 原稿は，Word 形式の電子ファイルで提出する.

7. メールで送付するフォーマットに被せると，うまく作成できる .

8. 原稿は，Word を使い，和文フォントは「MS 明朝」，数字と欧文フォントは「Times New Roman」とし，ポイントは 9 ポイントにする.

≪その他≫

1. 見出しの氏名は「ゴシック体」にする.
2. 英数字は半角で統一する．英数字に使う括弧は，半角とする.
3. 出版社名と発行年の間に，カンマ (,) を入れない.
4. p. または pp. の後は，半角スペースを空ける.

平成 29 年度学術広報委員会名簿

	数学科	鍛冶俊輔
	情報工学科	山田啓一
	電気電子工学科	増山岳人
	材料機能工学科	赤堀俊和
	応用化学科	池邉由美子
	機械工学科	大槻敦巳
委員長	交通機械工学科	小川宏隆
	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	岩下健太郎
	環境創造学科	垣鍔直
	建築学科	三浦彩子
	教養教育	内田雄介
	事務担当	田中純子
		鈴木尊文

名城大学 理工学部　研究報告第 58 号 (通巻)

平成 30 年 3 月 31 日　制　作

平成 30 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 501 番地

郵便番号 468－8502　　電話〈052〉838－2053

制　作　新日本印刷株式会社

名古屋市天白区中砂町 496

電話代表〈052〉832－6851　〒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。