2021 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

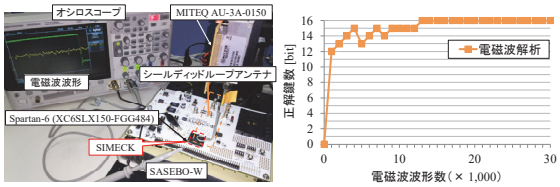
第 61 号

令和 3 年

軽量ブロック暗号に対するサイドチャネル解析に関する研究

野崎佑典（情報工学科）

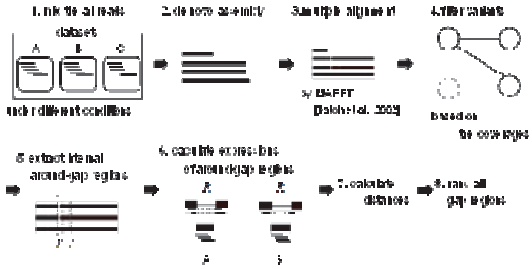
IoT 時代で利用が期待される軽量暗号の安全性評価の確立がセキュリティの課題とされている．筆者らはこれまでに軽量暗号のサイドチャネル解析に対する安全性評価手法を開発してきた．本稿では，それらの成果のうち，小回路規模実装が可能な軽量暗号 SIMECK に対するサイドチャネル解析手法を紹介する．



DASE-AG: Conditional-specific Differential Alternative Splicing Events Estimation Method for Around-gap Regions

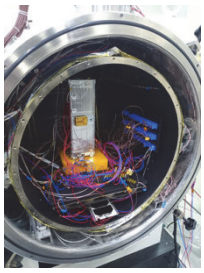
Kouki YONEZAWA (Dept. of Inform. Eng.), et al.

In this paper, we propose the differential alternative splicing events estimation method, applicable to non-model organisms with more than two conditions, by focusing gaps and their flanking regions, which we call around-gap regions. Our method could give the conditional-specific splicing events higher ranks, which was reported to have the splicing variants under two different conditions.



3U 級 CubeSat TRICOM-1R の熱設計および軌道上データ評価 宇宙機姿勢と熱解析モデルパラメータの同時同定

宮田喜久子（交通機械工学科）

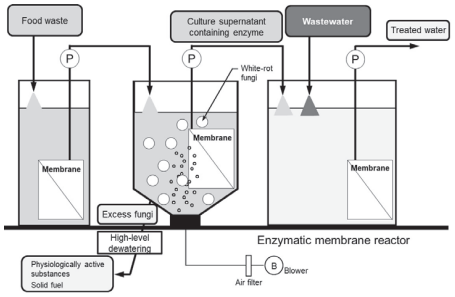


本稿では，搭載機器制約から姿勢推定誤差が大きく，さらに製造時の熱伝達の条件における不確実性が大きいため有用な熱数学モデルの構築が難しいという超小型人工衛星特有の問題に対する解決策の一つとして，軌道上取得データから宇宙機の熱数学モデルパラメータと姿勢の同時推定を実施するシーケンスを提案する．また，提案手法を 3U 級 CubeSat TRICOM-1R という実際の小型宇宙機の運用データに適用し，提案手法の妥当性を評価する．

膜利用型高度廃水処理プロセスの開発

片桐誠之（環境創造工学科）

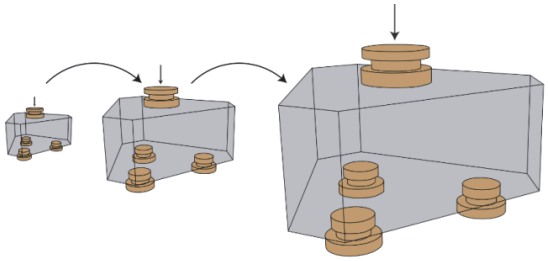
世界的な水問題への対応策の一つとして，汚染水を高度に処理する新技術の開発に取り組んでいる．本稿では，生物機能を最大限に活かす膜利用型高度廃水処理プロセスの開発にあたり構築した，食品廃棄物による汚染物分解酵素の産生，酵素メンブレンリアクター，菌の高度脱水といった各要素技術を紹介する．



パイルキャップの寸法効果

市之瀬敏勝（建築学科）ほか

現在，世界中で都市化が進み，超高層建物が建設されている。その結果，太い杭が使用され，杭と建物をつなぐパイルキャップも巨大化する傾向にある。本研究では，台湾に新設された世界最大級の加力装置(60 MN)を用いて，有効せいを250 mmから1000 mmまで3段階に変化させた実験を行い，せん断強度が10~15%低下することを確認した。



ジャマイカとトリニダード・トバゴにおける外国に対する意識調査の考察

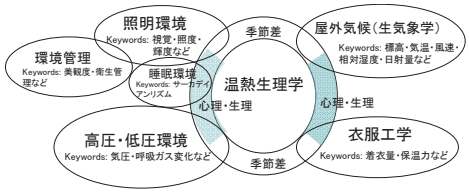
森口舞（教養教育）

本稿は、2018年にジャマイカの首都キングストンで、そして2019年にトリニダード・トバゴ主要部6か所で市民1114名に対して実施した、外国に対する好き・嫌いの意識調査の結果を考察したものである。カリブやラテンアメリカに対する両国市民の地域意識の実態や、旧宗主国やルーツとなる国々に対する意識の一端を明らかにすることができた。

人間–生活環境系分野における研究

垣鍔　直（環境創造工学科）

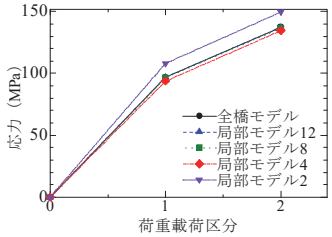
人間 - 生活環境系システムにおける私の研究を紹介している．7つの関連する分野を図に示す．これらの分野が共有するkeywordsは2つあり，「心理・生理」と「季節差」である．工学の分野なのに生理学が関連する．例えば，熱中症を予防するために暑熱環境への曝露時間の限界を予測する体温調節モデルがあるが，活用するには多くの生理反応のデータベースが必要となる．従って，近年は，医者や生理学者よりも工学者の方が生理学への関心が高まっている．以上が人間 - 生活環境系システムが工学の分野で重要になっている理由である．7分野のうち，「屋外気候（生気象学）に関する研究」，「環境管理に関する研究」，「睡眠に関する研究」を除く4分野の研究内容を概説する．



鋼橋に生じた疲労き裂の原因解明に用いる局部モデルの妥当性に関する検討

浅野拳斗（社会基盤デザイン工学科）ほか

高速道路の鋼床版箱桁橋において，建設当初の想定を超えた大型車両の交通量が原因と考えられる疲労き裂が数多く報告されている．疲労き裂発生の原因の検討として既往の研究では，対象区間で全橋モデルを作成して検討されていたが，全橋モデルでは要素数が多くなりすぎてしまい，解析に要する時間が非常に長くなるという問題があった．そこで本研究では，全橋モデルと要素数が少なくメッシュサイズも細かくすることができる局部モデルの結果を比較し，局部モデルの妥当性を検討した．

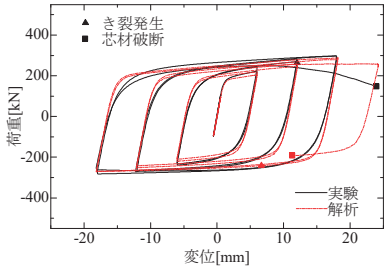


各モデルにおけるブラケット控え材溶接部のvon-Mises応力の比較図

せん断ヒューズ付きの鋼製ダンパーの開発に関する解析的検討

田口実季（社会基盤デザイン工学専攻）ほか

近年発生した連動型巨大地震への対策として，新型高機能制震ダンパーの開発の重要性が再認識されている．本研究では，せん断ヒューズ付き鋼製ダンパーの解析手法を確立させ，各構造パラメータ変動による変形性能への影響をパラメトリック解析により検討している．



No. 2 試験体における実験と解析の荷重－変位履歴曲線の比較

堤防模型実験の力学的相似条件と法尻排水工の検討

中村宏樹（社会基盤デザイン工学専攻）ほか

本論文では，堤防模型実験の実務適用性を検討するために，河川堤防の被災危険度を評価できる堤防脆弱性指標を用いて実際の河川堤防との力学的相似性を考察し，さらに，浸透すべり破壊の抑制に効果がある堤体法尻部に設置する排水工について，その大きさと設置位置について検討する．



骨格構造を有する土の力学特性

藤田薫（社会基盤デザイン工学専攻）ほか

自然界の土は，地質的な履歴によって様々な骨格構造を有し，その違いに起因して力学特性も異なる．本論文では，人為的に異なる骨格構造を有する供試体を作製し，三軸試験と単純せん断試験によって，骨格構造の違いによって現れる力学特性を解明することを試みる．

骨格構造を変化せた供試体表面



Material Design for Concrete Using Low-Quality Recycled Aggregate in Vietnam

NGUYEN Anh Duc（Graduate School of Science and Technology）, et al.

This study proposes a method to promote the use of low-quality recycled aggregate for concrete in Vietnam. By applying the relative quality index method for material design, the manufacturing of recycled aggregate concrete with required performance can be achieved.





ベトナムにおけるフライアッシュのコンクリート用混和材への利用

DAO THI PHUONG（理工学研究科）ほか

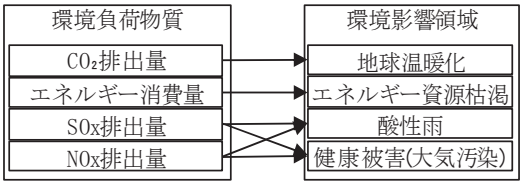
本研究では，ベトナムにおけるフライアッシュ(FA)のコンクリート用混和材へ利用を目的に検討を行った．その結果，ベトナムにおける FA を構造用コンクリートに用いる場合，化学混和剤の適切な使用，セメントへの置換率の調整，細骨材の代替として一定量使用することにより，日本の基準にも合致した性能のコンクリートを製造することが可能であることが判明した．



環境側面からみた屋根材料の性能評価

西尾菜歩子（環境創造学専攻）ほか

建物の長寿命化により，建物を構成する様々なビルディングエレメントのメンテナンスは重要となり，新築時に適切な材料の選定(材料設計)が必要となる．本研究では，適切な屋根材料の材料設計を目的に，JIS Q 14021 を用いた定性的評価および建物の LCA に基づく定量的評価により，屋根材料が環境に及ぼす影響について検討を行った結果を示す．



Study on the Utilization of Refuge Floor in Four Asian Cities

Kai XIANG（Dept. of Architecture）, et al.

This paper makes an in-depth study of the standard of various countries on refuge floors and sky garden, and whether the refuge floor can be used as sky garden.





目　　次

招待論文

軽量ブロック暗号に対するサイドチャネル解析に関する研究
……情報工学科　野崎　佑典 …… 1

DASE-AG: Conditional-specific Differential Alternative Splicing Events Estimation Method for Around-gap Regions
……情報工学科　Kouki YONEZAWA…… 9
長浜バイオ大学大学院バイオサイエンス研究科　Ryuhei MINEI
長浜バイオ大学大学院バイオサイエンス研究科　Atsushi OGURA

3U 級 CubeSat TRICOM-1R の熱設計および軌道上データ評価
宇宙機姿勢と熱解析モデルパラメータの同時同定
……交通機械工学科　宮田喜久子 …… 15

膜利用型高度廃水処理プロセスの開発
……環境創造工学科　片桐　誠之 …… 23

パイルキャップの寸法効果
……建築学科　市之瀬敏勝 …… 29
SpaceX　Lucas A. LAUGHERY
東京工業大学科学技術創成研究院　笠井　和彦

ジャマイカとトリニダード・トバゴにおける外国に対する意識調査の考察
……教養教育　森口　　舞 …… 33

人間 - 生活環境系分野における研究
……環境創造工学科　垣鍔　　直 …… 41

論　　文

鋼橋に生じた疲労き裂の原因解明に用いる局部モデルの妥当性に関する検討
……社会基盤デザイン工学科　浅野　拳斗 …… 47
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
社会基盤デザイン工学科　青木　成巳

せん断ヒューズ付き鋼製ダンパーの開発に関する解析的検討
……大学院理工学研究科社会基盤デザイン工学専攻　田口　実季 …… 55
社会基盤デザイン工学科　葛　　漢彬

堤防模型実験の力学的相似条件と法尻排水工の検討
…… 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　中村　宏樹 …… 63
社会基盤デザイン工学科　小高　猛司

骨格構造を有する土の力学特性
…… 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　藤田　薫 …… 68
名城大学 理工学部 社会基盤デザイン工学科　小高　猛司

Material Design for Concrete Using Low-Quality Recycled Aggregate in Vietnam
…… Graduate School of Science and Technology, Meijo University　Anh Duc NGUYEN …… 73
Prof. Dept. of Environmental Technology, Meijo University　Yasuhiro DOSHO

ベトナムにおけるフライアッシュのコンクリート用混和材への利用
……名城大学大学院理工学研究科環境創造学専攻　ダオ テイ フオン …… 81
名城大学理工学部環境創造工学科　道正　泰弘

環境側面からみた屋根材料の性能評価
……名城大学大学院理工学研究科環境創造学専攻　西尾菜歩子 …… 87
名城大学理工学部環境創造工学科　道正　泰弘

Study on the Utilization of Refuge Floor in Four Asian Cities
…… Kai XIANG …… 96
Hiroyuki TAKAI

資　料

名城大学理工談話会開催記録…… 104
2020 年度研究費補助金交付者一覧表 …… 108
2020 年度受託研究一覧 …… 114
2020 年度共同研究一覧 …… 115
2020 年度奨学寄付金一覧 …… 117

令和 2 年発表論文題目…… 118

名城大学理工学部研究報告投稿内規…… 170

投稿内規細則…… 171

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…… 172

CONTENTS

Invited Papers

A Study on Side-Channel Analysis for Lightweight Block Ciphers
Department of Information Engineering
Yusuke NOZAKI ····· 1

DASE-AG: Conditional-specific Differential Alternative Splicing Events Estimation Method for Around-gap Regions
Department of Information Engineering
Kouki YONEZAWA ····· 9
Graduate School of Bioscience, Nagahama Institute of Bio-Science and Technology
Ryuhei MINEI
Graduate School of Bioscience, Nagahama Institute of Bio-Science and Technology
Atsushi OGURA

Thermal Design and On-orbit Data Evaluation of the 3U-class CubeSat TRICOM-1R Analysis using Correlation between Attitude and Thermal Measurement
Department of Vehicle and Mechanical Engineering
Kikuko MIYATA ····· 15

Development of Membrane-based Advanced Wastewater Treatment Process
Department of Environmental Technology
Nobuyuki KATAGIRI ····· 23

Size Effect of Pile Cap
Department of Architecture
Toshikatsu ICHINOSE ····· 29
SpaceX
Lucas A. LAUGHERY
Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology
Kazuhiko KASAI

A Survey Study of Jamaican and Trinidadian and Tobagonian Attitudes Toward Foreign Countries
General Education
Mai MORIGUCHI ····· 33

Research on Man and His Environment System
Department of Environment Science and Technology
Naoshi KAKITSUBA ····· 41

Papers

Examination of the validity of the local model to be used for clarifying the cause of fatigue cracks occurred in steel bridges
Department of Civil Engineering
Kento ASANO ····· 47
Department of Civil Engineering
Hanbin GE
Department of Civil Engineering
Norihiko HAYAKAWA
Department of Civil Engineering
Narumi AOKI

Analytical Study on Developing A New Type of Steel Damper with Shear Fuses
Master Course of Civil Engineering
Miki TAGUCHI ····· 55
Department of Civil Engineering
Hanbin GE

A Consideration of Mechanical Similarity Condition of Embankment Model Test and Drainage in the Slope Toe
Graduate School of Science and Technology, Department of Civil Engineering
Hiroki NAKAMURA ……63
Department of Civil Engineering
Takeshi KODAKA

Mechanical Characteristics of Structural Soils.
Graduate School of Science and Technology, Department of Civil Engineering
Kaoru FUJITA ……68
Department of Civil Engineering
Takeshi KODAKA

Material Design for Concrete Using Low-Quality Recycled Aggregate in Vietnam
Graduate School of Science and Technology, Meijo University
Anh Duc NGUYEN ……73
Prof. Dept. of Environmental Technology, Meijo University
Yasuhiro DOSHO

Expanding the Use of Fly Ash as an Admixture in Concrete in Vietnam
Graduate School of Science and Technology, Meijo University
Thi Phuong DAO ……81
Prof. Dept. of Environmental Technology, Meijo University
Yasuhiro DOSHO

Performance Assessment of Roofing Materials by Environmental Aspects
Graduate School of Science and Technology., Meijo Univ.
Nahoko NISHIO ……87
Prof, Dept. of Environmental Technology, Meijo Univ.
Yasuhiro DOSHO

Study on the Utilization of Refuge Floor in Four Asian Cities
Kai XIANG
Hiroyuki TAKAI ……96

Materials

Records of Faculty Seminar (RIKO-DANWA-KAI) …… 104

List of Grant-in-Aid for Scientific Research ——— 2020 Academic Year ——— …… 108

List of Contract Researches ——— 2020 Academic Year ——— …… 114

List of Cooperatative Researches ——— 2020 Academic Year ——— …… 115

List of Subscriptions for Encouragement of Reseach ——— 2020 Academic Year ——— …… 117

List of Publications in 2020 …… 118

Internal Rule for Contribution to Research Reports of the Faculty of Science and Technology, Meijo University …… 170

Detailed Regulation of Internal Rule for Contribution …… 171

Guide Line for Preparation of Manuscript of List of Publications in Research Reports of the Faculty of Science and Technology, Meijo University …… 172

招 待 論 文

軽量ブロック暗号に対するサイドチャネル解析に関する研究

野崎佑典 [1]

A Study on Side-Channel Analysis for Lightweight Block Ciphers

Yusuke NOZAKI[1)]

Abstract

In internet of things era, lightweight block ciphers, which can be embedded by small circuit scale, low-power, and low-latency, have been attracted attention. In the field of hardware security, the dreadful of side-channel analysis is pointed out. Therefore, it is important issues to establish security evaluation methods of side-channel analysis for lightweight block ciphers. This study introduces side-channel analysis methods for a lightweight block cipher SIMECK.

1. はじめに

Internet of Things（IoT）によって様々な機器がネットワークと接続されるようになってきた．そのため，これらのつながる機器のセキュリティ確保は重要な課題である．セキュリティ確保において，暗号技術は最も重要とされ，この暗号アルゴリズムにはAdvanced Encryption Standard（AES）暗号が一般的に広く使用されている．しかし，IoT で用いられる組込機器では利用可能な回路規模や消費電力，処理時間に制約のあるものが多く，AES 暗号の適用が困難であることが指摘されている [1]. そのため，これらの組込機器へ実装可能な暗号技術として軽量暗号が注目されている．軽量暗号は ISO/IEC29192-2 で標準化された PRESENT [2] を筆頭に様々な要求に合わせて，多くのアルゴリズムが提案されている [2]–[8].

これらの暗号アルゴリズムは, 通常計算量的にその安全性が保障されている．しかし，暗号を実デバイスで動作させた場合に生じる情報を利用して，秘密鍵を推定するサイドチャネル解析の脅威が報告されている [9]–[15]．特に暗号動作時の消費電力や電磁波を利用する電力・電磁波解析 [9]–[12]や, 暗号デバイスに誤動作を引き起こすことで得られる誤り付き暗号文を利用したフォールト解析 [13]–[15] は強力な解析である．そのため，IoT 時代において利用が期待される軽量暗号に対して，サイドチャネル解析に対する安全性を検証することは非常に重要である．しかし，これまでに軽量暗号を対象としたサイドチャネル解析の研究報告は少なく，軽量暗号のサイドチャネル解析に対する安全性検証は不十分である．

本研究では，軽量暗号の安全性の検証に必要なサイドチャネル解析を提案している．特に，小回路規模実装・低消費電力実装・低遅延実装・認証付暗号に加え商用利用の 5 つを軽量暗号における重要要素と位置づける．そして，これら 5 大要素の軽量暗号 TWINE [3]，SIMECK [4]，Midori [5]，PRINCE [6]，Minalpher [7]，TWINE-OTR [8]に対するサイドチャネル解析を提案している．本報告では，著者らが提案した解析手法のうち，特に小回路規模実装の軽量暗号 SIMECK [4]に対するサイドチャネル解析手法 [16][17]を紹介する．

2. 準備

2.1 軽量暗号 SIMECK

SIMECK [4]は現在報告されている軽量暗号の中で最も小回路規模でハードウェア実装することができる．SIMECK の暗号アルゴリズムの概要を Fig. 1 に示す．Fig. 1 は r ラウンド目の SIMECK の処理を示している．SIMECK は Fig. 1 に示すように，暗号中間値を左半分の値 L^r，右半分の値 R^r へ分割し，ビット単位での XOR 演算（⊕），AND 演算（&），左ローテーション処理（<<）を行う．また，これらの演算は式(1)(2)で表すことができる．

$$\begin{aligned} L^{r+1} &= R^r \oplus f(L^r) \oplus RK^r \\ R^{r+1} &= L^r \end{aligned} \tag{1}$$

$$f(x) = f\big(x\&(x << 5)\big) \oplus (x << 1) \tag{2}$$

これらの処理を T-1 回繰り返すことで暗号化する. また, SIMECK のブロック長と鍵長の組み合わせは, (ブロック長, 鍵長) = (32, 64), (48, 96), (64, 128)であり，ラウンド数 T は各組み合わせに応じて，T = 33, 37, 45 と変化する．

1) 情報工学科

1) Department of Information Engineering

2.2　サイドチャネル解析

サイドチャネル解析は，暗号デバイス動作時に得られる情報を利用して秘密鍵を推定する解析手法であり，消費電力や電磁波を利用するものを電力・電磁波解析と呼び，誤り付き暗号文を利用するものをフォールト解析と呼ぶ．

電力・電磁波解析はハミング距離型とハミング重み型に大別される．ここではハミング距離型について説明する．ハミング距離型では，特に暗号デバイスにおけるデータレジスタ間のビット遷移に着目する．そして，このビット遷移（ハミング距離）と，その時に生じる消費電力や漏洩電磁波との線形な相関関係を利用する．解析では，既知平文または既知暗号文を利用して暗号中間値を算出することで，データレジスタ間のハミング距離を導出する．この計算において，暗号処理で利用する鍵値は未知であるため，予測値を導入する．この予測値について，対象とする鍵長が $n$bit であれば，2^n 通りの鍵候補を全て試す．代表的な解析手法には，相関電力解析（Correlation Power Analysis : CPA [10]）や相関電磁波解析（Correlation ElectroMagnetic Analysis : CEMA [12]）などがあり，ハミング距離 h と消費電力または電磁波 W とのピアソンの相関係数 ρ を算出する．この計算式を式(3)に示す．ここで，D は波形数，t は時間軸上のサンプル点位置をそれぞれ示している．

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^{D}(W_{i,t}-\overline{W_t})(h_i-\bar{h})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{D}(W_{i,t}-\overline{W_t})^2 \sum_{i=1}^{D}(h_i-\bar{h})^2}} \tag{3}$$

このとき，鍵の予測値が正解の場合，導出されるハミング距離は正しい値であるため，ハミング距離と消費電力・電磁波の間の線形関係がピアソンの相関係数にピークとなって現れる．一方で，鍵の予測値が不正解の場合，導出されるハミング距離はランダムな値となるため，ピアソンの相関係数にピークは現れない．そのため，CPA や CEMA では，式(3)で導出するピアソンの相関係数を最大とする鍵候補を正解鍵として推定する．

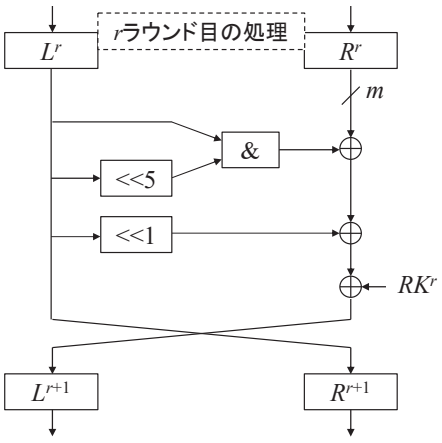


Fig. 1 SIMECK の暗号アルゴリズムの概要

これまでに AES 暗号などを対象とした電力・電磁波解析は数多く報告されているが，軽量暗号を対象とした研究報告は少ない．特に，本稿で紹介する SIMECK に対する電力・電磁波解析の研究は筆者らの知る限りにおいて報告されていない．

フォールト解析は，暗号デバイスに対して演算誤り（フォールト）を発生させ，そのときに得られる誤り付き暗号文と正規の暗号文を利用することで，秘密鍵の推定を行う．代表的なフォールト解析には，差分フォールト解析（Differential Fault Analysis : DFA [13]）があり，AES 暗号や DES 暗号を対象に多くの手法が提案されている [14][15]．本稿で対象とする SIMECK に対しても，DFA が提案されている [18]．一方で文献 [18]のフォールトモデルは，1bit のみのフォールトが混入する場合などを想定しており，ランダムな位置に複数個のフォールトが混入する場合は解析を行うことは難しい．最も容易なフォールト混入手法であるクロックグリッチ [19]では，ランダムな位置に複数個のフォールトが混入するため，文献 [18]の手法で解析を行うことは困難である．特に本稿で紹介するフォールト解析 [17]では，クロックグリッチによるフォールト混入を想定しており，ランダムな位置に複数個のフォールトが混入した際にも解析を行うことができる．

3.　SIMECK に対する電磁波解析 [16]

3.1　ベース解析手法

SIMECK に対する電磁波解析では，SIMECK のデータレジスタ間のハミング距離と，SIMECK 動作時に生じる電磁波との間に線形相関があることを仮定する．具体的には，

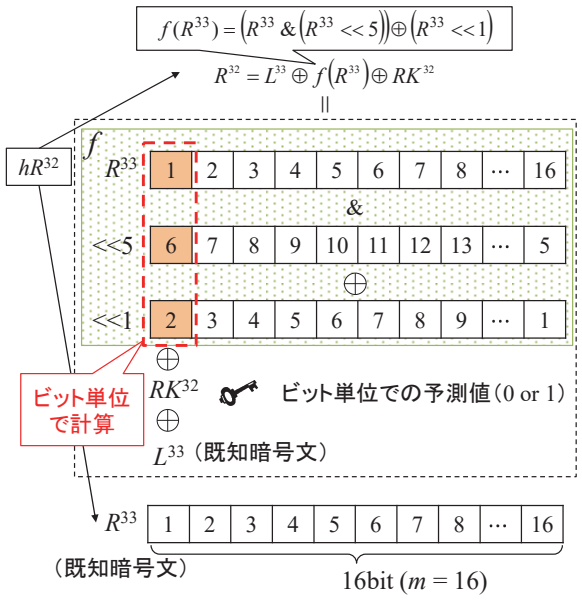


Fig. 2　ビット単位でのハミング距離の導出方法

SIMECK の暗号中間値 R^{T-1} と既知暗号文 R^T のハミング距離を利用する．ここで，R^{T-1} は未知の値であり，式(4)で計算する．

$$R^{T-1} = L^T \oplus f(R^T) \oplus RK^{T-1} \quad (4)$$

このとき，式(4)の L^T，R^T は既知暗号文であり，RK^{T-1} は解析で求めたい未知の鍵値であるため，予測値を用いる．またこの計算について，SIMECK はビット単位で演算を行っていることから，ビット単位で行う．暗号中間値およびレジスタ間ハミング距離の計算例を Fig. 2 に示す．Fig. 2 はブロック長 32bit，鍵長 64bit（ラウンド数 T=33）の場合の例を示している．Fig. 2 に示すように，それぞれの計算をビット単位で行っているため，ラウンド鍵 RK^{32} の予測値には，2^1=2 通り（0 か 1）の値を用いるだけでよい．

そして，計算した暗号中間値 R^{T-1} と既知暗号文 R^T のハミング距離 hR^{T-1} を計算し，SIMECK 動作時の電磁波 W とのピアソンの相関係数を式(3)から算出する．最後に，算出したピアソンの相関係数を最大とする鍵候補を正解鍵として推定する．

3.2　複数ラウンドを利用した解析

SIMECK に対する電磁波解析では，SIMECK の構造に着目した複数ラウンドを利用した解析を導入することで解析効率を向上させる．複数ラウンドを利用した解析の概要を Fig. 3 に示す．

SIMECK では式(1)から $L^r = R^{r+1}$ が成り立つため，Fig. 3 に示すように，T-2 ラウンドと T-1 ラウンドにおいて，L^{T-2} = R^{T-1} と L^{T-1} = R^T が成り立つ．したがって，L^{T-2} と L^{T-1} 間のハミング距離 hL^{T-2} と，R^{T-1} と R^T 間のハミング距離 hR^{T-1} は等しくなる（hL^{T-2}=hR^{T-1}）．そのため，1 つのラウンド鍵の予測値から，2 つのラウンドのハミング距離を求めることができる．つまり，解析でより多くの情報を使用することができる．実際に，SIMECK の電磁波解析では上記の性質から，2 つのラウンドで相関係数のピークが現れる．複数ラウンドを利用した解析では，この複数のピークの合計値を解析に利用する．このように，より多くの情報を利用することで解析効率を向上させる．

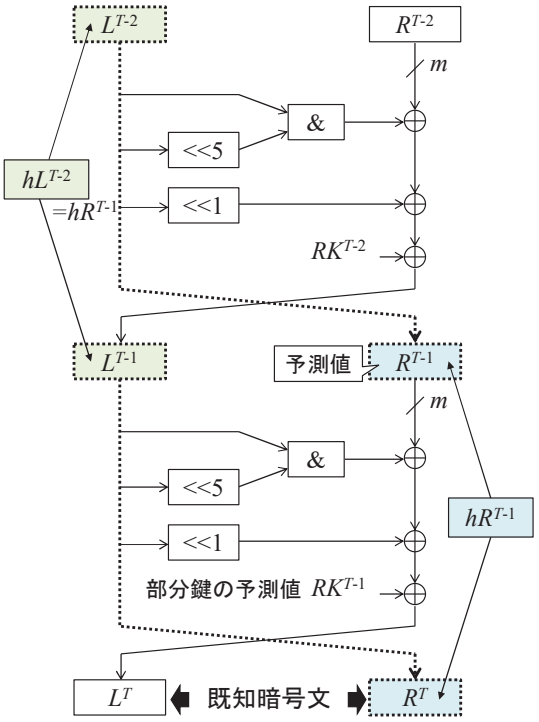


Fig. 3 複数ラウンドを利用した解析

3.3　組込処理

SIMECK の電磁波解析では，既知の情報の組込処理を導入することで解析効率を向上させる．ここで，電力・電磁波解析は，あるデータレジスタ間のハミング距離に着目するため，着目していないハミング距離でのデータ遷移に伴って生じる消費電力・電磁波は，解析におけるノイズ成分となる．そのため，既知の情報（信号成分）を増やし，未知の情報（ノイズ成分）を減らすことで信号対ノイズ比（Signal-to-Noise Ratio: SNR）を改善させ，効率的な解析が可能になる[20][21].

SIMECK の電磁波解析で導入する組込処理の概要を Fig. 4 に示す．Fig. 4 (i)に示すように，データ長が $m$bit（ブロック長が 2$m$bit）の SIMECK では 1bit の信号に着目するため，2m-1bit 分のノイズが発生する．そこで，Fig. 4 (ii)に示すように，$m$bit のノイズを既知の情報である信号成分としてみなすことで，解析効率を向上させる．具体的には，T-1 ラウンド目の解析では L^{T-1} と L^T 間のハミング距離 hL^{T-1} が既知

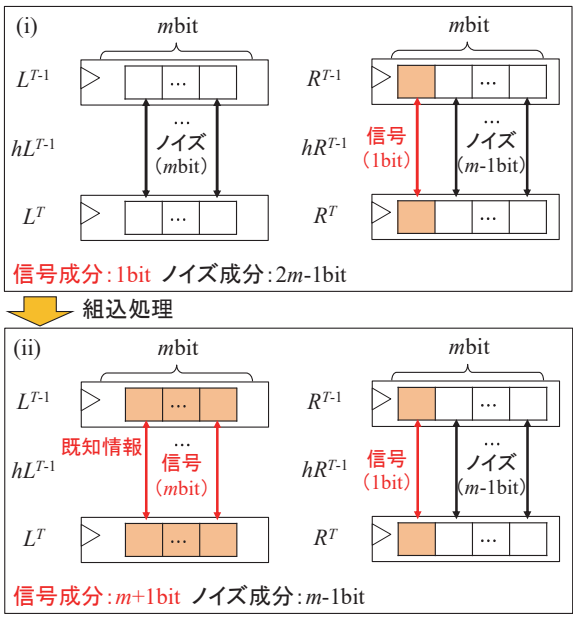


Fig. 4 組込処理

情報として利用できる．したがって，組込処理において実際に利用するハミング距離$h_{built-in}^{T-1}$は式(5)で計算できる．

$$h_{built-in}^{T-1} = hL^{T-1} + hR^{T-1} \quad (5)$$

以上の計算によって，$m$bit のノイズ成分が $m$bit の信号成分へ変化するため，ノイズ成分を大幅に削減することができる．

4.　SIMECK に対するフォールト解析 [17]

4.1　フォールトモデル

SIMECK に対するフォールト解析で使用するフォールトモデルを Fig. 5 に示す．Fig. 5 に示すように SIMECK の T-4 ラウンドを対象にクロックグリッチを挿入することでフォールトを混入させる．クロックグリッチの挿入によって，セットアップタイム制約違反が発生して複数の値は誤ってフリップフロップへと取り込まれる．このとき，グリッチは回路全体へ供給されるため，複数のフォールトがランダムな位置へと混入する．

Fig. 5 に示すように，T-4 ラウンドの処理へグリッチを挿入した場合，L^{T-3*} (=R^{T-2*}) へ複数のフォールトが混入する．また，R^{T-3*}については L^{T-4} に対してほとんど演算を行っていないため，セットアップタイム制約違反によるフォールトは混入しない．ここで，全フリップフロップでセットアップタイム制約違反が生じた場合について考える．フリップフロップの値が変化するパターンは 0→0，0→1，1→0，1→1 の 4 種類であり，値が反転する（フォールトが混入する）確率は 1/2 である．しかし，実際には配置配線や信号伝搬遅延のばらつきによって，フリップフロップの値が確定するタイミングは異なるため，全フリップフロップでセットアップタイム制約違反は発生しない．したがって，各ビットでグリッチによるフォールトが混入する確率は 1/2 よりも小さくなる．

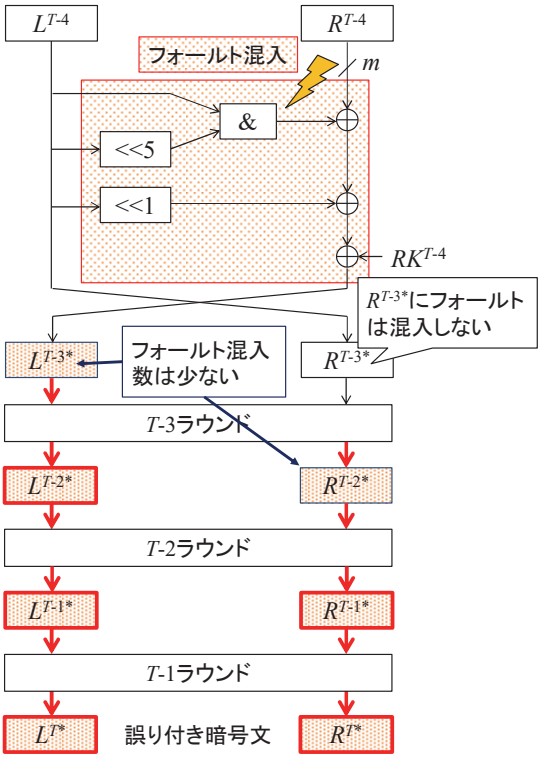


Fig. 5 フォールトモデル

4.2　1 段階目のフォールト解析

解析では，Fig. 5 のフォールトモデルに従い，R^{T-2*}のフォールト混入数は少ないという性質と，R^{T-3*}にはフォールトは混入しないという性質に着目し，2 段階のフォールト解析を導入する．

まず 1 段階目のフォールト解析では，R^{T-2*}のフォールト混入数は少ないという性質を利用して，ラウンド鍵RK^{T-1}を推定する．解析の概要を Fig. 6 に示す．解析では正規の暗号文 L^T, R^T とクロックグリッチによって得られる誤り付き暗号文 L^{T*}, R^{T*}の組を複数個用意する．そして，Fig. 6 に示すように各暗号文から暗号中間値 R^{T-2} と R^{T-2*}をそれぞれ計算する．この暗号中間値は式(1)から式(6)で計算できる．

$$\begin{aligned} R^{T-2} &= R^T \oplus f(R^{T-1}) \oplus RK^{T-2} \\ R^{T-2*} &= R^{T*} \oplus f(R^{T-1*}) \oplus RK^{T-2} \end{aligned} \quad (6)$$

また，式(6)における R^{T-1} と R^{T-1*}は式(7)で計算できる．

$$\begin{aligned} R^{T-1} &= L^T \oplus f(R^T) \oplus RK^{T-1} \\ R^{T-1*} &= L^{T*} \oplus f(R^{T*}) \oplus RK^{T-1} \end{aligned} \quad (7)$$

そのため，R^{T-2} と R^{T-2*}は式(8)で計算できる．

$$\begin{aligned} R^{T-2} &= R^T \oplus f(L^T \oplus f(R^T) \oplus RK^{T-1}) \oplus RK^{T-2} \\ R^{T-2*} &= R^{T*} \oplus f(L^{T*} \oplus f(R^{T*}) \oplus RK^{T-1}) \oplus RK^{T-2} \end{aligned} \quad (8)$$

このとき，式(8)のラウンド鍵 RK^{T-1} は未知であるため，予測値として α を与える．この計算結果 X は式(9)で表すことができる．

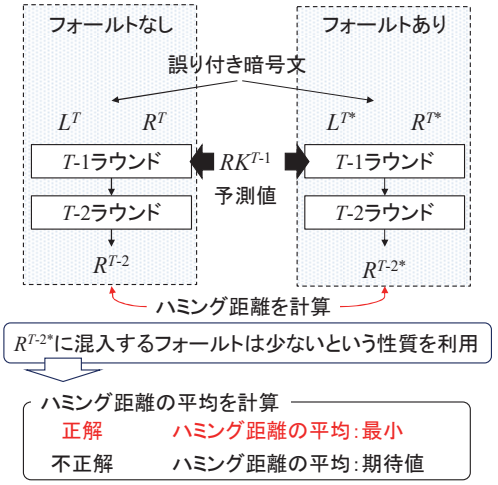


Fig. 6 1 段階目のフォールト解析

$$X = R^T \oplus f(L^T \oplus f(R^T) \oplus \alpha) \oplus RK^{T-2}$$
$$X^* = R^{T*} \oplus f(L^{T*} \oplus f(R^{T*}) \oplus \alpha) \oplus RK^{T-2} \quad (9)$$

このとき，ラウンド鍵のビット長はブロック長によって異なり，各ブロック長 (32bit, 48bit, 64bit) に対して，16bit, 24bit，32bit と変化する．そのため，鍵の予測値として，それぞれ 2^{16}，2^{24}，2^{32} 通りの計算が必要となり，計算量が膨大になる．そこで，計算量を削減するために，Fig. 7 に示すようにビット単位での演算を行う．Fig. 7 の計算例は，ブロック長が 32bit（ラウンド鍵のビット長は 16bit）の場合の例であり，ラウンド鍵の予測値は 2bit（2^2=4 通り）のみであり，大幅に計算量を削減できる．

次に，式(6)から(9)において R^{T-2} と X, R^{T-2*} と X^*には式(10)に示す関係が成り立つ．

$$R^{T-2}\begin{cases} = X & (\alpha = RK^{T-1}) \\ \neq X & (\alpha \neq RK^{T-1}) \end{cases}$$
$$R^{T-2*}\begin{cases} = X^* & (\alpha = RK^{T-1}) \\ \neq X^* & (\alpha \neq RK^{T-1}) \end{cases} \quad (10)$$

このとき，R^{T-2} と R^{T-2*}のハミング距離 hR^{T-2} と，X と X^*のハミング距離 hX には式(11)の関係が成り立つ．

$$hR^{T-2}\begin{cases} = hX & (\alpha = RK^{T-1}) \\ \neq hX & (\alpha \neq RK^{T-1}) \end{cases} \quad (11)$$

式(11)において，$RK^{T-1}=\alpha$ のとき，ハミング距離 hX はフォールト混入数と等しくなる．また，Fig. 5 のフォールトモデルから R^{T-1*}はフォールト混入数が少ないため，ハミング距離は期待値に対して小さい値をとる．

ここで，暗号中間値によってフリップフロップの確定タイミングは異なるため，フォールト混入数も暗号中間値によって異なる．そこで，解析ではN組の暗号文を使用して，ハミング距離の平均値を算出し，このばらつきを平準化する．したがって，算出したハミング距離の平均値を最小とするラウンド鍵の予測値 α を正解鍵として推定する．

4.3　2 段階目のフォールト解析

2 段階目のフォールト解析では，R^{T-3} にはフォールトが混入しないという性質を利用してラウンド鍵 RK^{T-2} を推定する．解析の概要を Fig. 8 に示す．解析では，1 段階目のフォールト解析で推定した RK^{T-1} を利用して R^{T-1} と R^{T-1*}を導出する（式(7)参照）．そして R^{T-1} と R^{T-1*}を利用して，R^{T-3} と R^{T-3*}を式(12)で計算する．

$$R^{T-3} = R^{T-1} \oplus f(L^{T-1} \oplus f(R^{T-1}) \oplus RK^{T-2}) \oplus RK^{T-3}$$
$$R^{T-3*} = R^{T-1*} \oplus f(L^{T-1*} \oplus f(R^{T-1*}) \oplus RK^{T-2}) \oplus RK^{T-3} \quad (12)$$

そして，R^{T-3} と R^{T-3*}を利用して 1 段階目のフォールト解析と同様にハミング距離を計算する．このとき，R^{T-3} にフォールトは混入しないため，ラウンド鍵の予測値が正しい場合，$R^{T-3}=R^{T-3*}$が成り立つ．すなわち，$R^{T-3}=R^{T-3*}$から R^{T-3} と R^{T-3*}のハミング距離は 0 となる．解析では，N 組の暗号文ペアを利用してハミング距離の平均を算出する．そして，ハミング距離の平均値を最小とするラウンド鍵の RK^{T-2} の予測値を正解鍵として推定する．

5.　評価実験

評価実験では，SIMECK に対して電磁波解析とフォールト解析を行い，その安全性（耐タンパ性）を評価した．各実験では，ブロック長が 32bit，鍵長が 64bit の SIMECK を対象として実験を行った．

5.1　実験環境

電磁波解析の実験では，SASEBO-W 上の Field Programmable Gate Array（FPGA）に対して SIMECK を実装し，SIMECK 動作時の漏洩電磁波をシールディッドループアンテナとオシロスコープを用いて測定した．実験環境を

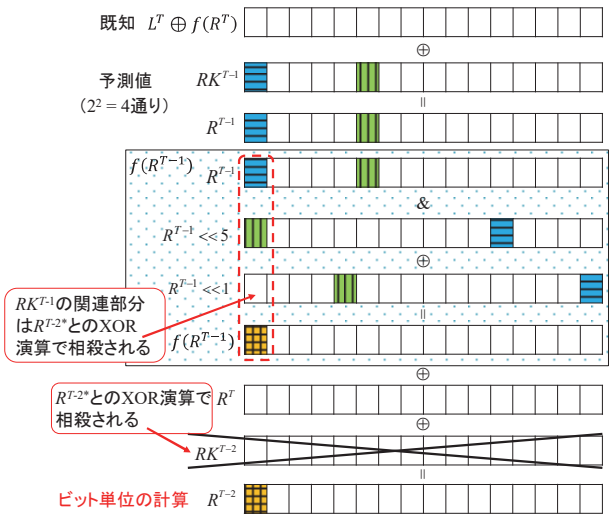


Fig. 7 暗号中間値の導出方法

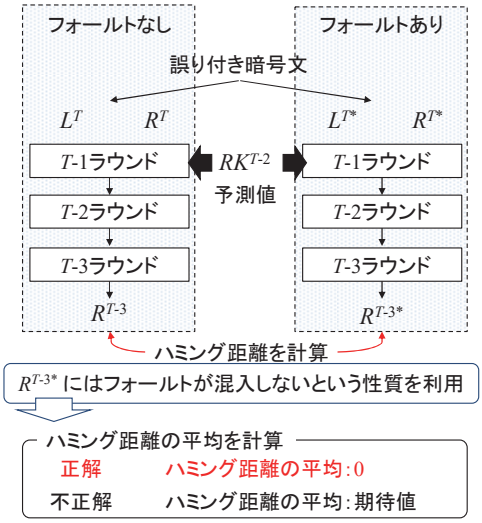


Fig. 8 2 段階目のフォールト解析

Fig. 9 に示す．実験では 40,000 個の電磁波波形を測定し，これらを利用してラウンド鍵 RK^{32} の解析を行った．

フォールト解析の実験では，シミュレーションによって疑似的にフォールトを混入させて行った．具体的には，対象とする暗号中間値 L^{30}（T=3 のときの L^{T-3}）に対して，各ビットでそれぞれ 10，20，30%の確率で値をランダムに反転させることでフォールトを混入させた．そして，100 個の暗号文ペアを使用した解析を 100 回行い，各解析で推定に成功したラウンド鍵のビット数の平均値を算出した．

5.2　電磁波解析の実験結果

まず SIMECK に対する電磁波解析の実験結果を Fig. 10 に示す．Fig. 10 の縦軸は解析に成功したラウンド鍵のビット数を，横軸は解析に使用した電磁波波形数を示している．

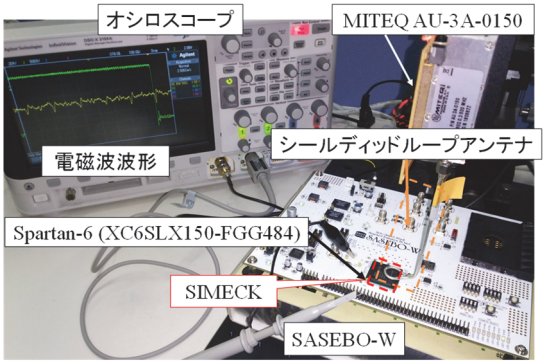


Fig. 9 実験環境

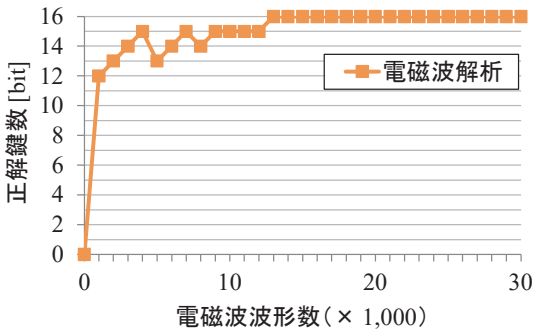


Fig. 10 電磁波解析の実験結果

Table 1. 各解析手法の比較

	解析に必要な波形数
提案手法 （複数ラウンド+組込処理）	13,000
複数ラウンドを利用	19,000
1 つのラウンドのみを利用	40,000 以上
組込処理あり	24,000
組込処理なし	40,000 以上

Fig. 10 から 13,000 個の電磁波波形を使用することで，ラウンド鍵 RK^{32} を全て推定することに成功している．

ここで本手法では，複数ラウンドを利用した解析に加えて，既知情報の組込処理を導入することで解析効率の改善を図っている．各手法の有効性について，それぞれの解析結果の比較表を Table 1 に示す．Table 1 はラウンド鍵 RK^{32} を全て導出するのに必要な電磁波波形の数をそれぞれ示している．Table 1 から複数ラウンドのみを利用した場合は，1 つのラウンドのみを利用した場合よりも解析に必要な波形数が少なく，有効であることが分かる．また組込処理については，組込処理を導入しない場合と比較して，解析に必要な波形数が少なく，有効であることが確認できる．したがって，各手法をそれぞれ組み合わせることで解析に必要な波形数が少なくなっており，解析効率が向上していると考えられる．

最後に，解析における相関係数の結果を Fig. 11 に示す．Fig. 11 は 30,000 波形を用いた場合の正解鍵における結果を示している．Fig. 11 から 31 ラウンドと 32 ラウンドの複数のラウンドで，解析に利用可能な相関係数のピークが現れていることが確認できる．

以上のように，本稿で紹介した電磁波解析によって SIMECK の耐タンパ性を定量的に評価することができる．

5.3　フォールト解析の実験結果

実験では，ラウンド鍵 RK^{31} と RK^{32} を対象に解析を行った．まず 1 段階目のフォールト解析で対象とする RK^{32} の解析結果を Fig. 12 に示す．Fig. 12 の縦軸は正解鍵数を横軸は暗号文ペア数を示している．Fig. 12 からフォールト混入確率が 10，20，30%のとき，100 個の暗号文ペアでそれぞれ 15.56，15.77，15.35bit のラウンド鍵 RK^{32} の推定に成功している．ここで，正解鍵数が 16bit でないのは，解析結果は 100 回の解析の平均を示しており，使用する暗号文によってはフォールト混入数が異なるためだと考えられる．また，フォールト混入確率が 20%のときが最も正解鍵数が多いことから，1 段階目のフォールト解析では各ビットで 20%

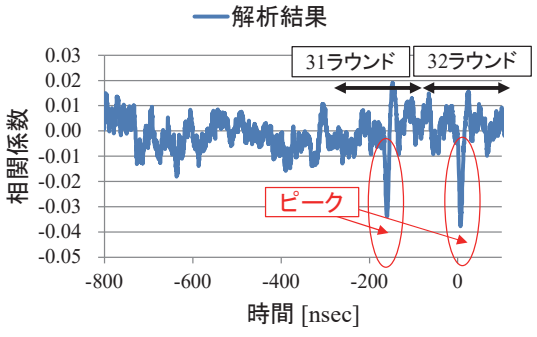


Fig. 11 相関係数の比較

程度フォールトが混入する場合が，最も解析効率が高くなると考えられる．

次に，2 段階目のフォールト解析で対象とする RK^{31} の解析結果を Fig. 13 に示す．Fig. 13 から暗号文ペア数が 65 個以上では，フォールト混入確率の違いに関わらず全てのラウンド鍵 RK^{31} の推定に成功していることが確認できる．また，フォールト混入確率が 30%のときが解析に必要な暗号文ペア数が最も少ないことから，2 段階目のフォールト解析では各ビットで 30%程度フォールトが混入する場合が最も解析効率が高くなると考えられる．

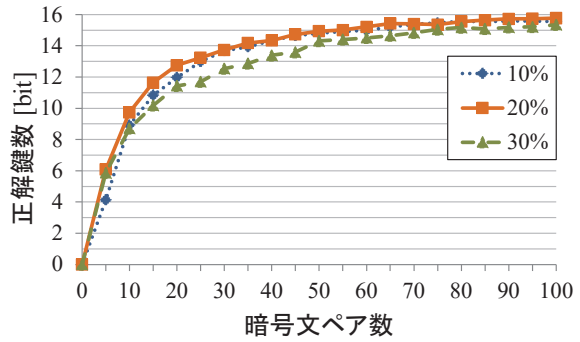


Fig. 12 1 段階目のフォールト解析の実験結果

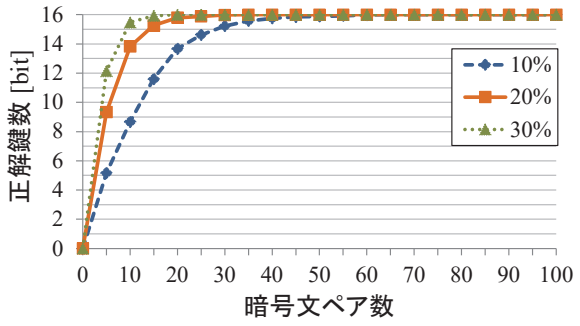


Fig. 13 2 段階目のフォールト解析の実験結果

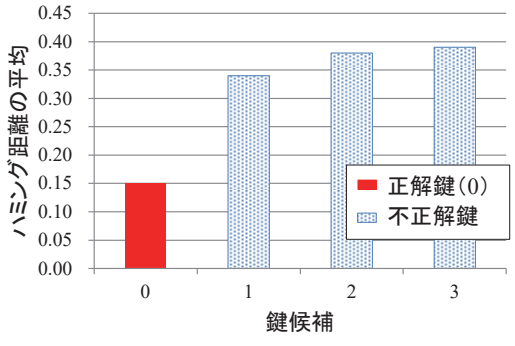


Fig. 14 1 段階目のフォールト解析のハミング距離の平均

最後に解析で使用したハミング距離の平均についての比較結果を Fig. 14 と Fig. 15 に示す．Fig. 14 は 1 段階目のフォールト解析で導出したハミング距離の平均値を，Fig. 15 は 2 段階目のフォールト解析で導出したハミング距離の平均値をそれぞれ示している．Fig. 14 から 1 段階目のフォールト解析では，正解鍵におけるハミング距離の平均値は他の鍵候補と比較して最小の値をとっている．一方で，不正解鍵では 1bit のハミング距離の期待値である 0.5 に近づいていることが確認できる．また，Fig. 15 から 2 段階目のフォールト解析では，正解鍵におけるハミング距離の平均値は 0 であることが確認できる．これは Fig. 5 のフォールトモデルでは，R^{T3} にはフォールトが混入しないためである．

以上のように，本稿で紹介したフォールト解析を行うことで SIMECK の耐タンパ性を定量的に評価することができる．

6. まとめ

本論文では，最小回路規模でハードウェア実装可能な軽量暗号 SIMECK に対するサイドチャネル解析を紹介した．特に，電磁波解析とフォールト解析について紹介し，実デバイスを用いた実験とシミュレーション実験によって，その有効性を評価した．実験結果から，それぞれの解析手法で SIMECK のラウンド鍵の推定に成功しており，解析手法の有効性を示すとともに，SIMECK のサイドチャネル解析に対する安全性（耐タンパ性）を定量的に評価した．

今後の課題として，SIMECK のサイドチャネル解析に対する対策手法の確立が挙げられる．サイドチャネル解析への代表的な対策手法について，電力・電磁波解析に対してはマスキング [22]やハイディング手法 [23][24]が，フォールト解析に対しては検算による対策 [25]などが知られている．今後は，これらの対策技術をベースに SIMECK の小回路規模実装という特性を損なうことのない実装方式についての検討を進めていきたい．

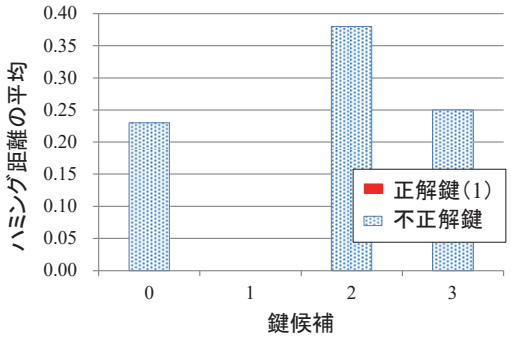


Fig. 15 2 段階目のフォールト解析のハミング距離の平均

参考文献

1) 鈴木大輔, 菅原　健, 佐伯　稔 : 軽量/低遅延暗号のハードウェア実装性能について, 2014 年暗号と情報セキュリティシンポジウム講演論文集, 2A2-2, pp. 1–6, Jan. 2014.

2) A. Bogdanav, L. R. Knudsen, G. Leander, C. Paar, A. Poschmann, M. J. B. Robshaw, Y. Seurin, and C. Vikkelsoe: PRESENT: An Ultra-Lightweight Block Cipher, Proc. CHES 2007, LNCS Vol. 4727, pp. 450–466, Springer-Verlag, Sep. 2007.

3) T. Suzaki, K. Minematsu, S. Morioka, and E. Kobayashi: TWINE: A Lightweight, Versatile Blockcipher, Proc. LC11, pp. 146–149, Nov. 2011.

4) G. Yang, B. Zhu, V. Suder, M. D. Aagaard, and G. Gong: The Simeck Family of Lightweight Block Ciphers, Proc. CHES 2015, LNCS Vol. 9293, pp. 307–329, Springer, Sep. 2015.

5) S. Banik, A. Bogdanov, T. Isobe, K. Shibutani, H. Hiwatari, T. Akishita, and F. Regazzoni: Midori: A Block Cipher for Low Energy, Proc. ASIACRYPT 2015, LNCS Vol. 9453, pp. 411–436, Springer, Dec. 2015.

6) J. Borghoff, A. Canteaut, T. Güneysu, E. B. Kavum, M. Knežević, L. R. Knudsen, G. Leander, V. Nikov, C. Paar, C. Rechberger, P. Rombouts, S. S. Thomsen, and T. Yalçin: PRINCE - A Low-latency Block Cipher for Pervasive Computing Applications, Proc. ASIACRYPT 2012, LNCS Vol. 7658, pp. 208–225, Springer, Dec. 2012.

7) Y. Sasaki, Y. Todo, K. Aoki, Y. Naito, T. Sugawara, Y. Murakami, M. Matsui, and S. Hirose: Minalpher v1.1, Aug. 2015. http://info.isl.ntt.co.jp/crypt/minalpher/files/minalpher v11.pdf

8) K. Minematsu: AES-OTR v3.1, Sep. 2016. http://competitions.cr.yp.to/round3/aesotrv31.pdf

9) P. Kocher, J. Jaffe, and B. Jun: Differential Power Analysis, Proc. CRYPTO'99, LNCS Vol. 1666, pp. 388–397, Springer-Verlag, Dec. 1999.

10) E. Brier, C. Clavier, and F. Olivier: Correlation Power Analysis with a Leakage Model, Proc. CHES 2004, LNCS Vol. 3156, pp. 16–29, Springer-Verlag, Aug. 2004.

11) 野崎佑典, 吉川雅弥 : 軽量認証暗号 TWINE-OTR に対する 2 段階電力解析とその評価, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J101-D, No. 3, pp. 512–521, Mar. 2018.

12) O. Meynard, S. Guilley, J.-L. Danger, and L. Sauvage: Far Correlation-based EMA with a Precharacterized Leakage Model, Proc. DATE 2010, pp. 977–980, Mar. 2010.

13) D. Boneh, R. A. DeMillo, and R. J. Lipton: On the Importance of Checking Cryptographic Protocols for Faults, Proc. EUROCRYPT'97, LNCS Vol. 1233, pp. 37–51, Springer Verlag, May 1997.

14) G. Piret, J. J. Quisquater: A Differential Fault Attack Technique against SPN Structures, with Application to the AES and Khazad, Proc. CHES 2003, LNCS Vol. 2779, pp. 77–88, Springer Verlag, Sep. 2003.

15) E. Biham and A. Shamir: Differential Fault Analysis of Secret Key Cryptosystems, Proc. CRYPTO'97, LNCS Vol. 1294, pp. 513–525, Springer-Verlag, Aug. 1997.

16) 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, Dec. 2016.

17) 野崎佑典, 吉川雅弥 : 軽量暗号 Simeck に対するフォールト攻撃, 電子情報通信学会技術研究報告, IEICE-CAS, Vol. 115, No. 422, pp. 33–38, Jan. 2016.

18) V. Nalla, R. A. Sahu, and V. Saraswat: Differential Fault Attack on SIMECK, Proc. CS2'16, pp. 45–48, Jan. 2016.

19) S. Endo, T. Sugawara, N. Homma, T. Aoki and A. Satoh: A Configurable On Chip Glitchy Clock Generator for Fault Injection Experiments, IEICE Trans. Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol. E95 A, No. 1, pp. 263–266, Jan. 2012.

20) Y. Komano, H. Shimizu, and S. Kawamura: BS-CPA: Built-In Determined Sub-Key Correlation Power Analysis, IEICE Trans. Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol. E93-A, No. 9, pp. 1632–1638, Sep. 2010.

21) 野崎佑典, 藤野　毅, 吉川雅弥 : 軽量暗号 TWINE に対する周波数領域での電力解析とその評価, 電子情報通信学会論文誌 B, Vol. J99-B, No. 10, pp. 881–892, Oct. 2016.

22) E. Trichina: Combinational Logic Design For AES SubByte Transformation On Masked Data, Cryptology ePrint Archive, pp.203–236, 2003.

23) K. Tiri and I, Verbauwhede: A Logic level Design Methodology for a Secure DPA Resistant ASIC or FPGA Implementation, Proc. DATE 2004, Vol.1, pp.246–251, Feb. 2004.

24) 野崎佑典, 吉川雅弥 : 環境発電デバイスのサイドチャネル評価システムと耐タンパ実装の開発, 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. 9, No. 2, pp. 22–32, May 2019.

25) A. Satoh, T. Sugawara, N. Homma, and T. Aoki: High-Performance Concurrent Error Detection Scheme for AES Hardware, Proc. CHES 2008, LNCS Vol. 5156, pp. 100–112, Aug. 2008.

（原稿受理日　令和 2 年 10 月 1 日）

DASE-AG: Conditional-specific Differential Alternative Splicing Events Estimation Method for Around-gap Regions

Kouki Yonezawa[1)], Ryuhei Minei[2)], Atsushi Ogura[2)]

Abstract

In this paper, we propose the differential alternative splicing events estimation method, applicable to non-model organisms with more than two conditions, by focusing gaps and their flanking regions, which we call around-gap regions. Our method could give the conditional-specific splicing events higher ranks, which was reported to have the splicing variants under two different conditions. DASE-AG is available at `https://github.com/koukiyonezawa/DASE-AG`.

1. Introduction

Alternative splicing is a mechanism to generate more than one mRNA isoforms from a single locus, and it increases the genetic diversity during post-transcriptional gene regulation[1)]. Furthermore, alternative splicing is often differentially regulated across tissues and during development. It suggests that each splicing isoform may have specific spatial and temporal roles in life system[2)-6)]. Recent studies indicate that tissue-specific alternative exons often encode structurally disordered protein regions that are enriched in target sites for post-translational modification and in binding motifs that mediate protein-protein interactions, which increases the functional versatility of the corresponding proteins[3),4)]. Spatiotemporal control of splicing variants is known to be regulated by splicing code inscribed in the neighbor regions of target coding sequences[7)].

This mechanism is also known to be present in many species from yeast to human[8),9)]. In addition to the existence of alternative splicing in organisms, but also the effect of alternative splicing is deeply involved in life system. More than 90% of genes in human have been identified to have alternative splicing variants with different functions in various tissues and developmental stages[2),10)]. Currently, more than 17,000 research articles for alternative splicing studies were identified using a PubMed title/abstract search as of 2018. This rapid growth was driven by recent developments in next-generation sequencing technologies and high-throughput methods for genomic analysis[11)]. Recent advances in high-throughput technologies have facilitated studies of genome-wide alternative splicing.

Trinity thoroughly reconstructs a significant fraction of the transcripts present in the data, also reporting alternative splice isoforms[12)]. A recent study compared four transcriptome assembly methods, including a widely used de novo assembler, two transcriptome re-assembly strategies utilizing proteomic and genomic resources from closely related species and a genome-guided assembler (Cufflinks)[13)].

We have developed the differential alternative splicing variants estimation method, DASE and DASE2[14),15)]. DASE2 uses FPKMs or TPMs as expression quantities. FPKMs and TPMs are read counts normalized with the lengths of transcripts. However, DASE2 had three problems in finding splicing events. First, splicing events involve gaps in some of the transcripts but DASE2 also considered a series of mismatched nucleotides as splicing events. Second, DASE2 tended to give consecutive gaps at 5'- and 3'-ends higher ranks than those at internal positions. Third, expression quantities of regions around gaps at internal positions are important for detecting splicing events but DASE2 treated expression quantities of whole transcripts. To find alternative splicing (AS) events, for example, intron retention, exon skipping and alternative splice sites, expression quantities of regions including gaps in some of variants and nucleotides in the others are required. We therefore developed DASE-AG for finding series of gaps with their flanking regions with different trends of expressions under the different condition as candidates of AS events. Alternative 5'- and 3'-splice sites found in de novo assembly tend to be more false-positive than skipped exons (SE), retained introns (RI) and mutually exclusive exons

1) 情報工学科 2) 長浜バイオ大学大学院バイオサイエンス研究科

1) Department of Information Engineering 2) Graduate School of Bioscience, Nagahama Institute of Bio-Science and Technology

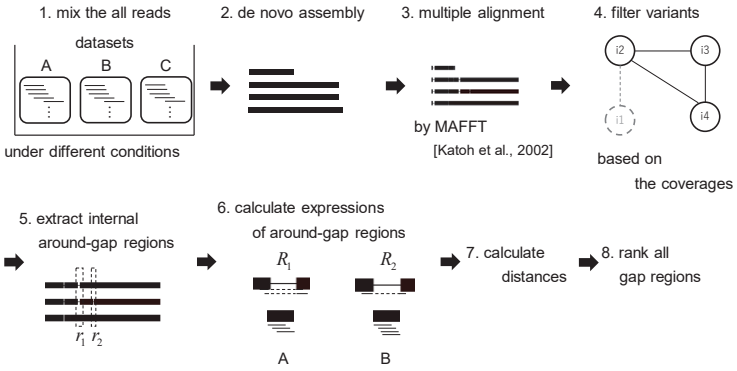


Fig. 1: Framework of DASE-AG

(MXE). Therefore, DASE-AG focuses only on series of gaps and their flanking nucleotides, called around-gap regions, and aims to comprehensively detect candidates of SE, RI and MXE.

In this paper, we performed estimation of alternative splicing in different conditions of mice[16]. DASE-AG considered one of the genes discussed in the paper to possibly have conditional-specific splicing variants, which was validated to have different expression tendencies of the variants under the two conditions using quantitative RT-PCR and semiquantitative RT-PCR.

2. Methods

2.1 Framework

In the revised DASE method (DASE-AG), consecutive gaps and their surrounding nucleotides are focused. The whole framework is shown in Fig. 1.

2.2 *De novo* assembly

De novo assembly is executed using Trinity[12]. Here all the reads are integrated into one file when the reads are single-ended and otherwise all the reads are integrated into two files. Trinity produces a FASTA file containing the variants. The produced variants are grouped into clusters, being considered as genes.

2.3 Calculation of Sequence Coverages

Under the different conditions, some genes have dramatic changes of exon structures, such as exon-skipping and intron retention[17], as well as their expression quantities. Therefore, the sequence coverages over pairs of nucleotide sequences of variants are taken into account.

All nucleotide sequences of variants from the same gene are aligned using MAFFT[18]. For the purpose not to filter the difference of a nucleotide at each site but to find blocks of nucleotide sequences that would be considered as exons, a default gap penalty for MAFFT is set to 10.0, which is much larger than the default of MAFFT, 1.53.

After the multiple alignment, sequence coverages over all pairs of variant sequences are calculated as follows. Let s_1 and s_2 be the aligned nucleotide sequences of pairs of variants from a gene, and $s_{i,j}$ denotes the j-th site of sequence s_i, where $i=1,2$. Also let $\ell=|s_i|$. Focusing on one site in a block, each nucleotide at that site should not be a gap. Suppose that the number of such the sites is ℓ_{nuc}. ℓ_{gap} denotes the number of sites that $s_{1,j}$ is a gap but $s_{2,j}$ is not or vice versa. ℓ_{neg} denotes the number of sites that under the same situation as above, both $s_{1,j}$ and $s_{2,j}$ are gaps. It happens that $\ell_{\text{neg}}>0$ since MAFFT does the multiple alignment, not the pairwise alignment, all over the variant sequences due to the computation time. It should be noted that $\ell_{\text{nuc}}+\ell_{\text{gap}}+\ell_{\text{neg}}=\ell$. Then the sequence coverage for variants v_1 and v_2 with sequences s_1 and s_2, respectively, is calculated as $sc(v_1,v_2)=\dfrac{\ell_{\text{nuc}}}{\ell-\ell_{\text{neg}}}\in[0,1]$.

Sequence coverages are used to filter out variants that are relatively short to others considered to be produced from the

same gene. Let $V=\{v_1,v_2,\cdots,v_n\}$ denote a set of variants considered to be from a gene. Given the threshold for coverages t_c, a subset of V, $V'=\{v'_1,\ldots,v'_m\}$, where $m\le n$, is filtered in which all of the pairs of the variants have the coverages at least t_c.

2.4 Exhaustive Finding of Around-gap Regions

DASE-AG aims to find splicing events and considers series of gaps in a multiple alignment as candidates of the splicing events. For a set of variants V' considered to be from a gene, interval $R=[k,k']$ is called a series of gaps if there are variant $v'_i\in V'$ whose site at any position $j\in R$ is a gap and another variant $v'_{i'}\in V'\ (i\neq i')$ whose j-th site is not a gap. DASE-AG exhaustively finds series of gaps having length no less than a given threshold (8 as a default), and not at either 5'- or 3'-end. DASE-AG adds flanking sites on both sides of each series of gaps with the lengths the same as the read length. In this paper each series of gaps with flanking sites is called an *around-gap* (AG) *region*. When two or more AG regions overlap, DASE-AG treats them as one AG region.

2.5 Calculation of Expression Quantities of Around-gap Regions

For each around-gap region DASE-AG employs RSEM[19] to compute their transcripts per kilobase million (TPM) for all conditions. The achieved TPMs for the AG regions are used to find the differences of expressions under different conditions.

2.6 Calculation of Distances in an Expression-Coordinate System

Since the around-gap regions with too small expression quantities are quite difficult to detect in wet experiments, those with small expression quantities less than a given threshold are neglected. More precisely, let $(e_1,e_2,\ldots,e_q)$ be the tuple of expressions of AG regions under q different conditions. Then the AG regions that have the sum of the log expression $\sum_i \log_2(e_i+1)$ is smaller than a given threshold (default is 2) are neglected. In the following process, an expression vector of an AG region is given as a tuple of log of expression quantities plus one, i.e., $r=\left(\log_2(e_1+1),\ldots,\log_2(e_q+1)\right)$.

Once the AG regions with enough expression are derived, each AG region has a tuple of logarithm of expression quantities whose length is the same as the number of different conditions q. For each pair of AG regions, angle θ in geometric space G with q dimensions can be calculated. Intuitively, larger θ implies that the pair of AG regions have quite different trend of expressions. More precisely, let r_1 and r_2 be the tuples of log expressions of the pair of AG regions, respectively. Then angle θ for AG regions R_1 and R_2 is calculated as the following formula:

$$\theta(R_1,R_2)=\arccos\frac{r_1\cdot r_2}{|r_1||r_2|},$$

where $r\cdot r'$ denotes the inner product of vectors r and r'. Moreover, since each element of r is non-negative, it holds that $\theta(R_1,R_2)\in[0,\pi/2]$.

In the case that the expression level of each AG region is important, the length of the arc drawn from two vectors r_1 and r_2 is used for the measure instead of $\theta(R_1,R_2)$. The length of the arc, $L(R_1,R_2)$, is defined as $L(R_1,R_2)=\max(|r_1|,|r_2|)\theta(R_1,R_2)$. In the following, DASE-AG with $\theta(R_1,R_2)$ as the measure is called the *cosine mode* and that with $L(R_1,R_2)$ is called the *longer arc mode*.

2.7 Ranking Around-gap Regions according to Their Mean Distances

To filter around-gap regions each of which has a different trend of expressions from other AG regions, each AG region is ranked according to the average distance over all other AG regions. More precisely, consider AG region R. Let $R'_1,\ldots,R'_{m-1}$ be the filtered AG regions from the same gene as R and $R\neq R'_j$ for $j=1,\ldots,m-1$. The average distance of R, $\bar{\theta}(R)$, in the cosine mode is calculated as

$\bar{\theta}(R) = \frac{1}{m-1}\sum_{j=1}^{m-1}\theta(R, R'_j)$. In the longer arc mode, the average distance of R, $\bar{L}(R)$, is defined as $\bar{L}(R) = \frac{1}{m-1}\sum_{j=1}^{m-1}L(R, R'_j)$.

After the calculation of the average distances, all the AG regions are ranked due to the average distances $\bar{\theta}(R)$ or $\bar{L}(R)$.

3. Experimental Results

3.1 Datasets

To assess applicability of our method using RNA-sequence data for estimation of conditional-specific alternative events, we used the RNA-seq dataset of the mouse model of Rett syndrome[16]. In the paper, methyl-CpG-binding protein 2 (MeCP2)-null mice were produced and the RNA sequencing results of MeCP2-null mice and those of MeCP2-null mice with kainic acid (KA) treatment 68 minutes before were compared. Illumina HiSeq 2500 was used for the paired-end RNA sequencing with read length 125. The number of reads per sample was about 60 million and there were three samples under each condition. In the analysis of the paper, the authors estimated 560 differential alternative splicing events in the mutant mice upon KA treatment, and they validated alternative splicing events by RT-PCR. In our analysis, we compared the estimated and validated alternative splicing events with our de novo estimation by DASE-AG method.

3.2 *De novo* Assembly and Quantification

Trinity v2.8.5 was used for *de novo* assembly. Trimmomatic[20] was employed to trim and crop the RNA-seq data. 854190 genes with 991926 transcripts were achieved as the de novo assembly result.

DASE employed MAFFT v7.310 for multiple alignment. RSEM v1.3.1 was employed for expression quantification of variants and for expression quantification of around-gap regions in DASE-AG. Variants that had TPMs less than a threshold 0.5 in both conditions were filtered out.

The 250 alternative splicing events with increased inclusion and the 300 AS events with increased exclusion. Among the AS events, the alternative first exon and the alternative last exon events were filtered since DASE-AG cannot detect them. The remaining 114 AS events with increased inclusion and 65 with increased exclusion were considered as the reported AS events.

BLASTN to the genes with the abovementioned AS events was employed for annotation to the *de novo* assembly result. The gene sequences were acquired from Ensembl Genome database.

3.3 Finding Better Parameters of DASE-AG

DASE-AG has three parameters, a gap open penalty for MAFFT, a TPM threshold, and a coverage threshold. We set ranges for a gap open penalty as $\{1.0, 2.0, \ldots, 15.0\}$, a TPM threshold as $\{1.0, 2.0, \ldots, 15.0\}$, and a coverage threshold for $\{0.4, 0.5, \ldots, 0.9\}$ and executed DASE-AG against the dataset with all combinations of the values of the three parameters. We found that only a TPM threshold effected the ranking by DASE-AG.

3.4 Comparing with the result by the previous version of DASE

To compare the result given by DASE2 and DASE-AG, we first verified how many genes or transcripts were filtered. DASE2 filtered 55939 genes (6.5%) with 193657 transcripts (19.5%) and DASE-AG filtered 7069 genes (0.8%) with 18079 transcripts (1.8%).

We further verified how many alternative splicing events reported in the paper could be detected. DASE-AG found such the events. For example, DASE-AG with a TPM threshold 7.0, a gap open penalty 3.0, and a coverage threshold 0.5 detected 28 events up to the 500 ranks. On the other hand, DASE2 could not detect such the events with any combination of the parameters.

4. Discussion

Neglecting of mismatches and 5'- or 3'- gaps drastically changed the DASE-AG rankings. It is possible that these kinds of splicing events actually happened, but it is difficult to distinguish assembly errors and actual alternative splicing on 5'- or 3'-regions. To see the reason that DASE-AG worked

better than the previous version, we investigated how many genes computed by Trinity had AG regions. Among 55939 genes, 7069 (12.7%) had one or more AG regions in this experiment. In more than a half of the genes, there were variants having different nucleotides at some sites from the others or those having series of gaps at 5'- and/or 3'-end.

TPM thresholds for DASE-AG significantly affected the rankings. The AG regions of variants filtered by exhaustive extraction had relatively large TPMs. TPMs of AG regions tend to be higher than those of whole sequences and AG regions with small TPMs may be untrustworthy.

We investigated why DASE-AG filtered significant AG regions. In the case of Ranbp2, which was one of the deeply discussed genes, the TPMs under the both conditions with the whole sequences had quite small quantities. On the other hand, the TPMs of the AG region had the large difference under the two conditions.

5. Conclusion

DASE-AG could detect candidates of splicing events without reference genomes. DASE-AG would have the ability to enlarge the evolutionary landscape of AS in non-model organisms. Now we plan to apply DASE-AG to other RNA-seq datasets of non-model organisms and to employ rnaSPAdes[21] for *de novo* assembly.

Acknowledgment

K. Y. thanks to Grant-in-Aid for Scientific Research (C) (No. 17K00419) and the Platform for Drug Design, Informatics, and Structural Lifescience (No. 16am0101042j0005) from AMED. A.O. thanks to Japan Society for the Promotion of Science (No. 90360560).

References

1) Modrek, B. & Lee, C. A genomic view of alternative splicing. *Nature Genetics* **30**, 13–19 (2002).
2) Pan, Q., Shai, O., Lee, L. J., Frey, B. J. & Blencowe, B. J. Deep surveying of alternative splicing complexity in the human transcriptome by high-throughput sequencing. *Nature Genetics* **40**, 1413–1415 (2008).
3) Wang, E. T. *et al.* Alternative isoform regulation in human tissue transcriptomes. *Nature* **456**, 470–476 (2008).
4) Nilsen, T. W. & Graveley, B. R. Expansion of the eukaryotic proteome by alternative splicing. *Nature* **463**, 457–463 (2010).
5) Barbosa-Morais, N. L. *et al.* The Evolutionary Landscape of Alternative Splicing in Vertebrate Species. *Science* **338**, 1587–1593 (2012).
6) Minde, D.-P., Dunker, A. K. & Lilley, K. S. Time, space, and disorder in the expanding proteome universe. *PROTEOMICS* **17**, 1600399 (2017).
7) Barash, Y. *et al.* Deciphering the splicing code. *Nature* **465**, 53–59 (2010).
8) Ellis, J. D. *et al.* Tissue-Specific Alternative Splicing Remodels Protein-Protein Interaction Networks. *Molecular Cell* **46**, 884–892 (2012).
9) Buljan, M. *et al.* Tissue-Specific Splicing of Disordered Segments that Embed Binding Motifs Rewires Protein Interaction Networks. *Molecular Cell* **46**, 871–883 (2012).
10) Sultan, M. *et al.* A Global View of Gene Activity and Alternative Splicing by Deep Sequencing of the Human Transcriptome. *Science* **321**, 956–960 (2008).
11) Martin, J. A. & Wang, Z. Next-generation transcriptome assembly. *Nature Reviews Genetics* **12**, 671–682 (2011).
12) Grabherr, M. G *et al.* Trinity: reconstructing a full-length transcriptome without a genome from RNA-Seq data. *Nat Biotechnol* **29**, 644–652 (2011).
13) Trapnell, C. *et al.* Differential gene and transcript expression analysis of RNA-seq experiments with TopHat and Cufflinks. *Nat. Protocols* **7**, 562–578 (2012).
14) Yonezawa, K., Mori, T., Shigeno, S. & Ogura, A. DASE: Condition-specific differential alternative splicing variants estimation method without reference genome sequence, and its application to non-model organisms. in *2016 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)* 324–329 (2016). doi:10.1109/BIBM.2016.7822540.
15) Yonezawa, K., Nakata, K., Minei, R. & Ogura, A. DASE2: differential alternative splicing variants estimation method without reference genome, and comparison with mapping strategy. *International Journal of Data Mining and Bioinformatics* **18**, 56–73 (2017).
16) Osenberg, S. *et al.* Activity-dependent aberrations in gene expression and alternative splicing in a mouse model of Rett syndrome. *PNAS* 201722546 (2018) doi:10.1073/pnas.1722546115.

17) Keren, H., Lev-Maor, G. & Ast, G. Alternative splicing and evolution: diversification, exon definition and function. *Nature Reviews Genetics* **11**, 345–355 (2010).
18) Katoh, K., Misawa, K., Kuma, K. & Miyata, T. MAFFT: a novel method for rapid multiple sequence alignment based on fast Fourier transform. *Nucl. Acids Res.* **30**, 3059–3066 (2002).
19) Li, B. & Dewey, C. N. RSEM: accurate transcript quantification from RNA-Seq data with or without a reference genome. *BMC Bioinformatics* **12**, 323 (2011).
20) Bolger, A. M., Lohse, M. & Usadel, B. Trimmomatic: a flexible trimmer for Illumina sequence data. *Bioinformatics* **30**, 2114–2120 (2014).
21) Bushmanova, E., Antipov, D., Lapidus, A. & Prjibelski, A. D. rnaSPAdes: a de novo transcriptome assembler and its application to RNA-Seq data. *bioRxiv* 420208 (2018) doi:10.1101/420208.

（原稿受理日　令和 2 年 10 月 1 日）

3U 級 CubeSat TRICOM-1R の熱設計および軌道上データ評価
宇宙機姿勢と熱解析モデルパラメータの同時同定

宮田喜久子 [1)]

Thermal Design and On-orbit Data Evaluation of the 3U-class CubeSat TRICOM-1R Analysis using Correlation between Attitude and Thermal Measurement

Kikuko MIYATA[1)]

Abstract

This paper describes the thermal design and on-orbit evaluation of the 3U CubeSat-class nanosatellite TRICOM-1R that was launched by the SS-520-5 sounding rocket and operated for half a year. The satellite had difficulties in the evaluation of thermal mathematical model calibration, and attitude determination. It only has low quality pre-launch thermal design model because the project skipped the thermal vacuum test of the exact flight model to shorten the development period. Moreover, the satellite has attitude determination uncertainties because it only equips low-quality attitude sensors, despite the inserted orbit has high eccentricity and atmospheric drag affected the orbit and attitude profile. This paper proposes the simultaneous calibration sequence of the thermal-mathematical model and attitude using on-orbit measurement data. First, the overview of the satellite and its pre-launch thermal mathematical model establishment are explained. Then, the model is calibrated by the proposed sequence using on-orbit measurement data. Usually, attitude data are fixed in the calibration sequence, but herein, attitude estimation data are also updated during the calibration of the thermal properties with the help of thermal measurement data. The analysis results with the established model show acceptable differences from on-orbit measurement data.

1. はじめに

近年，CubeSat という構造的な規格の世界的な浸透もあり，超小型人工衛星の研究開発が活発化している．規格に則した搭載機器供給業者も年々増加しており，詳しい知識がなくとも電気・構造的に機器を組立てることも可能となってきている．これにより開発期間が短縮化し宇宙開発に新規参入する企業や国家も増加している [1)]．

しかし，機器の温度管理という観点においては，現状では単純な機器接続のみで機器の温度環境条件を担保することは難しく，厳密な試験や解析が必要である．この点が開発期間短縮の障害となっている．宇宙環境での熱伝達は輻射と伝導により行われているが，製造誤差などにより類似衛星においても構成要素間の熱伝達条件には個体差が見受けられる．さらに，超小型人工衛星では電力・質量リソース制約から姿勢制御性能が乏しいことも多い．熱入力条件は太陽などに対する相対姿勢によっても変動し，わずか数キロで熱容量の小さい CubeSat の搭載機器温度は姿勢条件に大きく依存して変動する．よって，姿勢が安定している従来衛星より軌道上データから構成要素間の熱伝達の条件における不確実性を解明することも難しい．

本稿では，この問題に対する解決策の一つとして宇宙機の熱数学モデルパラメータと姿勢の同時推定シーケンスを提案する．また，提案手法を 3U 級 CubeSat TRICOM-1R という実際の小型宇宙機の運用データに適用した結果を報告する．

2. TRICOM-1R の概要と熱的制約条件

本稿で取り扱う TRICOM-1R は 2018 年 2 月 3 日に SS-520 ロケット 5 号機によって軌道投入された．2017 年 1 月 SS-502 ロケット 4 号機にて打ち上げられたがロケットの不具合により軌道投入が断念された TRICOM-1[2)] の代替機として製作された衛星である．搭載ソフトウエアのアップデートは行ったものの，基本的な機器構成は TRICOM-1 と同等である [3)]．

TRICOM-1R の熱解析の特徴としては，開発期間が短くハードウエア的な設計変更が軽微であったため，熱真

1) 交通機械工学科

1) Department of Vehicle and Mechanical Engineering

Table 1. Operational modes and its power consumption

Operational Mode	Power consumption W	Magnetic Torquer			UHF		COMM	ADC	Magnetometer	MOBC	GNSSR	S&F	SubCAM	MainCAM	PCU	RW
		X	Y	Z	UHF-R	UHF-T										
0 UVC (Under Voltage Control)	0.25	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×
1 Safe	1.24	×	×	×	○	△	○	×	×	×	×	×	×	×	○	×
2 Initial	2.35	×	×	×	○	△	○	×	×	○	×	×	×	×	○	×
3 Standby	2.35	×	×	×	○	△	○	×	×	○	×	×	×	×	○	×
4 Normal	5.27	△	△	△	○	△	○	○	○	○	○	×	×	×	○	×
5 Mission/Downlink	10.46	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	○	×
6 S&F mission	5.68	△	△	△	○	△	○	○	○	○	○	○	×	×	○	×
7 CAM mission	10.68	△	△	△	○	△	○	○	○	○	○	○	×	○	○	×

+ Power consumption shows the mean value for each mode,○: ON ×: OFF △: Intermittent operation

空環境下での試験を実施せず 2016 年中に実施した TRICOM-1 の試験結果を用いて構築した熱数学モデルをそのまま用いた点である．

TRICOM-1R は質量 3.2 kg，突起物を除いた寸法 116 × 116 × 346 mm の 3UCubeSat 級の超小型人工衛星である．外観・座標軸定義を図 1 に示す．SS-520 ロケットの衛星打ち上げ環境は特徴的であり [4]，投入軌道は軌道傾斜角約 31 度，近地点約 180 km × 遠地点約 2010 km の長楕円軌道，目標軌道寿命は 30 日以上である．ロケットにはデスピナが搭載されていないため，衛星は 1.6 Hz 程度の高速なスピン状態で分離される．

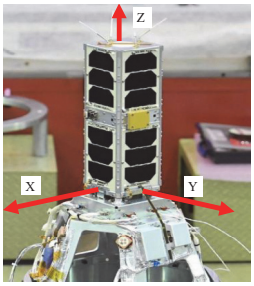


Fig. 1 Overview and axis definition of TRICOM-1R

主ミッションは高感度無線デバイスを用いた Store & Forward (S&F)[5]および民生品の主・副カメラ(Main and Sub CAMs)による地球撮像である．バス機器としては，全体的な制御・監視のために主制御 CPU (MOBC: main on-board computer)と通信・電源制御用 CPU (COMM: communication and power control computer)の 2 機の CPU を搭載している．発電は側面 4 面に搭載されたボディマウント太陽電池セルによって行い，リチウムイオン電池(BAT)を蓄電池として搭載する．また，専用の充放電制御・電力分配器(PCU: power control unit)も搭載する．姿勢決定・制御機器としては地磁気・ジャイロ・加速度センサ，GNSS 受信機(GNSSR: global navigation satellite system receiver)と姿勢決定用 CPU (ADC: attitude determination computer), デスパン用 1 軸ホイール(RW: reaction wheel), 3 軸の磁気トルカ(Magnetic Torquer)を搭載している．トルカの発生磁気モーメントは機軸方向が 0.2 Am^2，残り 2 軸が 0.3 Am^2 である．地上局との通信には UHF 帯の送受信機(UHF-T/-R)を使用している [2]．衛星内での機器配置を図 2 に，動作モードの定義と消費電力を表 1 に示す．また，表 2 に主要機器動作温度範囲を示す．ここで通信機の温度範囲は機器仕様書から，バッテリーの温度範囲は単セルの性能試験から設定しており，他の機器についてはシステム統合前に単体で実施した恒温槽試験で動作が実証された温度範囲である．

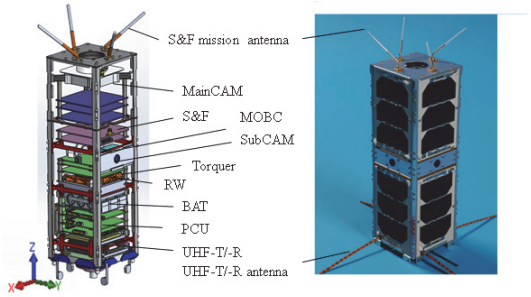


Fig. 2 Configuration of TRICOM-1R

Table 2. Operational temperature ranges for each component

	Maximum, °C	Minimum, °C
MainCAM	50	-10
SubCAM	50	-10
BAT	40	0
PCU	60	-10
COMM	60	-10
MOBC	60	-10
UHF-T/-R	50	-40
S&F	50	-20

熱設計に対する制約としては，搭載機器の仕様から積極的な姿勢制御が難しいという課題とシステムの質量・寸法・電力制約から熱計装の実装が難しいという課題が存在した．また，熱解析に対する要求としては，全運用期間における搭載機器の許容温度範囲保持の確認要求の他にも，ロケット打ち上げ中の熱環境耐性の確認要求が生じ，ノーズコーン開頭前のノーズコーンからの輻射熱，3 段目モータから輻射熱，低高度でのノーズコーン開頭による自由分子流による空力加熱に対する耐性も確認した．

3. 熱数学モデル構築 (TRICOM-1)

TRICOM-1 打ち上げ前に実施した熱数学モデル構築で

はまず，構造設計データ，カタログの仕様値や過去のプロジェクトの知見などの熱物性値を用い，熱解析ソフトウエア [6]により暫定熱数学モデルを構築した．構築モデルを用い軌道上での想定運用シナリオに基づく数値解析を実施，システム設計を検証し許容温度範囲からの大幅な逸脱がないことを確認した．その後，熱真空環境下による実機試験を実施，取得データとの比較によりモデルパラメータの較正を実施し，較正後モデルにより軌道上機器温度プロファイルを確認した．

本節では，主に熱真空環境下による実機試験とそのデータを用いたモデルの較正について説明する．実機試験としては 2016 年 11 月に，最高および最低温度条件における熱平衡試験とそれぞれの環境下での機器の動作確認を実施した．最高温度条件としてはノミナルモード(#4)，最低温度条件としてはセーフモード(#1)とし，その試験条件は暫定熱数学モデルを用いて設定された．

3.1　試験装置概要

試験に用いた宇宙環境シミュレータの外観を図 3 に示す．装置は真空槽，冷凍機，制御盤および制御用 PC から成り，10^{-4} Pa 程度まで減圧した真空槽内の環境温度を 193 K (-80 ℃)から 353.15 K (+80 ℃) までの範囲で制御可能である．内部には内径ϕ590 mm，長さ約 650 mm の円筒形のシュラウドが横向きで設置され，その底面に 400 mm × 475 mm の長方形の定盤が設置されている．シュラウド・定盤ともにアストロブラックで塗装されている．本装置ではヒーター印加電流と冷凍機の冷媒量を PID 制御しシュラウドと定盤の温度を独立に制御する．今回は深宇宙環境模擬のため，シュラウドと定盤の双方を 193.15 K に設定した．



Fig. 3 Overview of the experimental environment

3.2　試験設定概要

供試体としては TRICOM-1 の EM モデルを用い，スキンヒーター法 [7]を用いた試験を実施した．供試体は PTFE 製断熱用ブロックを介し定盤上に設置した．FM モデルとの差分は主カメラにカバーを装着し，アンテナおよびボディマウントセルが非搭載である点である．熱入力条件の設定は，側面パネル各面外壁に上下 1 枚ずつ計 8 枚設置したフレキシブルヒーター(KH-203/10 オメガエンジニアリング)によって実施した．ヒーター熱入力は暫定熱数学モデルから求めた軌道上最高・最低温度点の条件を定常状態で模擬する値とし，高温条件では各面 1.4 W，低温条件では各面 0.5 W とした．供試体の温度は衛星搭載温度センサ(10 点)と試験用 T 型熱電対(衛星内部 10 点，外部 20 点の計 30 点)により計測，1 Hz で集録した．図 4 に熱電対およびヒーターの配置を，図 5 に供試体の設置状況を示す．

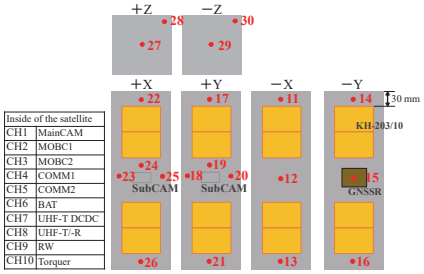


Fig. 4 Heater and measurement setup

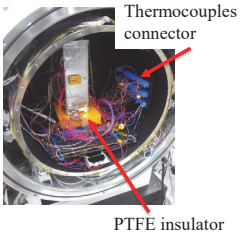


Fig. 5 Experimental setup

3.3　試験結果

試験は，開発中であった GNSS 受信機以外の運用機器について運用モード定義に基づいた動作を行うことで実施した．各運用モード定義に対し，ヒーターと機器動作条件を設定，定常状態まで移行させデータを取得した．表 3 に各条件での定常状態達成後の計測温度を 30 分間平均したものをまとめる．ただし CH 16, 18, 23, 28 の熱電対には不具合が生じたため除外している．定常状態達成後，機器の動作確認試験を実施し，想定される最低・最高温度条件下における正常動作を確認した．

3.4　熱数学モデル較正

試験条件に合わせる形で暫定熱数学モデルを修正し，修正モデルに対して試験結果に基づき熱物性や接触熱抵抗などの較正を行った．モデルのノード数は暫定熱数学モデルでは 6311，試験用の修正モデルでは 4951 である．環境温度条件は，暫定熱数学モデルでは 3 K，修正モデルではチャンバー温度(193.15 K)とした．ハードウエアの差異としては，修正モデルでは試験条件に合わせる形で太陽電池とアンテナが除外され，ヒーターと断熱用ブロッ

Table 3. 30-min average temperature measurement

	HOT, ℃	COLD, ℃		HOT, ℃	COLD, ℃
CH1 MainCAM	30.1	-30.2	CH16 -Y[Down]	—	—
CH2 MOBC1(center)	63.6	-21.4	CH17 +Y[Up]	28.1	-31.8
CH3 MOBC2(side)	52.5	-24.5	CH18 +Y[Middle]	—	—
CH4 COMM1(center)	57.7	-13.6	CH19 +Y[Middle]	30.3	-30.9
CH5 COMM2(side)	56.8	-14.3	CH20 +Y[Middle]	22.3	-34.2
CH6 BAT	47.9	-17.8	CH21 +Y[Down]	32.7	-28.4
CH7 UHF-T DCDC	40.9	-22.4	CH22 +X [Up]	31.8	-30.0
CH8 UHF-T/-R	45.1	-21.6	CH23 +X[Middle]	—	—
CH9 RW	43.1	-29.2	CH24 +X[Middle]	21.7	-34.4
CH10 Torquer Blacket	42.2	-29.0	CH25 +X[Middle]	30.0	-31.6
CH11 -X[Up]	31.1	-30.0	CH26 +X[Down]	30.5	-29.4
CH12 -X[Middle]	20.7	-35.3	CH27 +Z[center]	15.4	-35.6
CH13 -X[Down]	35.0	-27.1	CH28 +Z[edge]	—	—
CH14 -Y[Up]	32.6	-29.6	CH29 -Z[center]	22.7	-32.5
CH15 -Y[Middle]	32.2	-29.3	CH30 -Z[edge]	19.5	-33.5

クを導入した．ここで，側面パネルはアルミ合金製であるため，ヒーター入力はパネル毎に全面に拡散されると設定した．表 4 に各構成要素の主要部材と表面特性，表 5 に較正後の熱物性値を示す．初期値としては文献値[8-12]を参照し，実験結果との誤差を低減するように主に外界との熱収支，機器と筐体の間の接触熱抵抗，機器内の温度分布の 3 項目に着目し較正を実施した．表 6 に修正モデルでの解析結果と実験結果をまとめて比較したものを示す．

側面パネルへのヒーター熱入力を均一化している影響で，側面パネルでヒーターの貼られていない中央付近の誤差が大きくなっている．また，高温条件下での磁気トルカ・RW の結果に温度差が見られているが，解析では間欠運用と設定していた磁気トルカが実験では連続動作したとすると概ね一致する．RW と磁気トルカは近接して設置していることから，磁気トルカの動作の影響を受けたと推定される．また，その他の構成要素についても概ね解析結果は実験結果と一致している．

Table 4. Main materials and surface characteristics of each component

	Inside	Surface
MainCAM	AL5052	Black alumite
Structure	AL5052	AL5052
Internal structure supporter	Titanium	Titanium
GNSSR	FR4	Kapton
BAT	Battery	Black alumite
S&F antenna	Copper/Teflon/ Tin-plated copper	Tin
UHF antenna	SK95-CSP	Kapton
Torquer	Copper	Copper
PCU	FR4	FR4
COMM	FR4	FR4
MOBC	FR4	FR4
Solar cell	SAP	SAP
UHF-T/-R	AL5052	Black alumite

Table 5. Thermal properties of main materials

	Solar absorptivity	Emissivity	Thermal conductivity W/m・K	Density kg/m^3	Heat capacity J/(kg・K)
AL5052	0.08	0.15	138	2680	960
SAP	0.651	0.85	20	5307	325
Kapton	0.366	0.8	-	-	-
FR4	0.8	0.8	0.3	1900	1369
Copper	0.02	0.02	386	8940	384.5
SK95-CSP	-	-	47.8	7830	486
Teflon	0.8	0.8	4.6	940	1890
Black alumite	0.88	0.88	-	-	-
Tin	0.05	0.05	-	-	-
Titanium	0.1	0.1	17.1	4500	520
Battery	-	-	44	7850	478

Table 6. Summary of the experimental and analytical results

	HOT, ℃			COLD, ℃		
	Exp.	Anal.	Δ	Exp.	Anal.	Δ
CH1 MainCAM	30.1	37.9	7.8	-30.2	-30.0	0.2
CH2 MOBC1(center)	63.6	65.4	1.8	-21.4	-16.4	5.0
CH3 MOBC2(side)	52.5	61.4	8.9	-24.5	-21.2	3.3
CH4 COMM1(center)	57.7	64.2	6.5	-13.6	-10.5	3.1
CH5 COMM2(side)	56.8	62.2	5.4	-14.3	-10.9	3.4
CH6 BAT	47.9	52.3	4.4	-17.8	-16.0	1.8
CH7 UHF-T DCDC	40.9	51.4	10.5	-22.4	-16.9	5.5
CH8 UHF-T/-R	45.1	51.7	6.6	-21.6	-16.3	5.3
CH9 RW	43.1	51.1	8.0	-29.2	-27.3	1.9
CH10 Torquer Blacket	42.2	40.9	-1.3	-29.0	-27.4	1.6
CH11 -X[Up]	31.1	31.6	0.5	-30.0	-32.7	-2.7
CH12 -X[Middle]	20.7	39.5	18.8	-35.3	-26.8	8.5
CH13 -X[Down]	35.0	38.3	3.3	-27.1	-27.2	-0.1
CH14 -Y[Up]	32.6	38.9	6.3	-29.6	-27.9	1.7
CH15 -Y[Middle]	32.2	40.2	8.0	-29.3	-27.2	2.1
CH16 -Y[Down]						
CH17 +Y[Up]	28.1	31.5	3.4	-31.8	-32.7	-0.9
CH18 +Y[Middle]						
CH19 +Y[Middle]	30.3	39.9	9.6	-30.9	-27.0	3.9
CH20 +Y[Middle]	22.3	40.0	17.7	-34.2	-27.1	7.1
CH21 +Y[Down]	32.7	38.3	5.6	-28.4	-27.1	1.3
CH22 +X [Up]	31.8	28.2	-3.6	-30.0	-27.6	2.4
CH23 +X[Middle]						
CH24 +X[Middle]	21.7	29.4	7.7	-34.4	-27.2	7.2
CH25 +X[Middle]	30.0	29.6	-0.4	-31.6	-27.2	4.4
CH26 +X[Down]	30.5	29.1	-1.4	-29.4	-27.4	2.0
CH27 +Z[center]	15.4	15.0	-0.4	-35.6	-32.7	2.9
CH28 +Z[edge]						
CH29 -Z[center]	22.7	23.6	0.9	-32.5	-29.7	2.8
CH30 -Z[edge]	19.5	23.6	4.1	-33.5	-29.7	3.8

3.5　軌道上機器温度プロファイル推定 (TRICOM-1)

較正したパラメータを用いて軌道上条件に合わせた熱数学モデルを構築し，実軌道上での温度プロファイルを予測した．軌道条件としては 2016 年 11 月 30 日 23 時 (UTC)において軌道傾斜角 31 度，昇交点赤経 68 度，軌道長半径 7211 km, 離心率 0.09 とし，姿勢は+Z 面が地心指向，Z 軸をスピン軸とし高速スピン状態であると仮定した．また，太陽フラックスは 1366 W/m^2，アルベド係数を 0.35 とし，地球温度は 250 K に設定した．その際の各条件での内部発熱量を表 7 に示す．

Table 7. Power consumption conditions (on-orbit, worst case)

	Power comsumption, W	
	Hot case	Cold case
MainCAM	5(600 sec around the perigee)	-
SubCAM	3(600 sec around the perigee)	-
PCU	0.153(const.)	0.154(const.)
COMM	0.5+0.32(const.)	0.5(const.)
MOBC	1.11(const.)	-
UHT-R/-T	-T: 5.68(1600 sec around the perigee)	-T: 5.68(1601 sec around the perigee)
	-R : 0.1(const.)	-R : 0.2(const.)
Torquer	0.85(x), 0.85(y), 0.75(z)(const.)	-

軌道上条件における各機器の定常状態達成後の平均温度の時間履歴の解析結果を図 6 および図 7 に，その際の最高・最大温度を表 8 に示す．低温条件下にてカメラ，高温条件下にてバッテリーと送受信機の動作温度範囲逸脱が見受けられる．

低温条件側のカメラの温度範囲逸脱については，該当モードでは機器を動作させないこととし，非動作時では該当温度での不具合が発生しないことが試験的にも確認できたため特別な処置は行わないとした．また，送受信機とバッテリーの高温側に対する温度逸脱に関しては，送信機起動時間との関連性が確認された．これら 2 つの

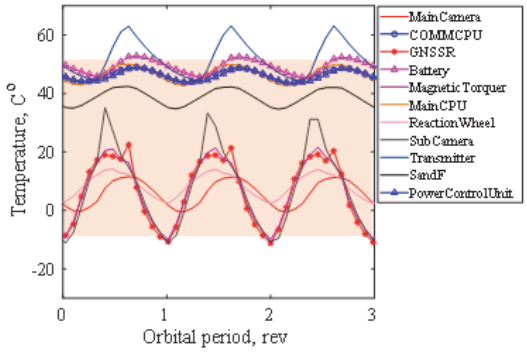


Fig. 6 Analysis results (hot case)

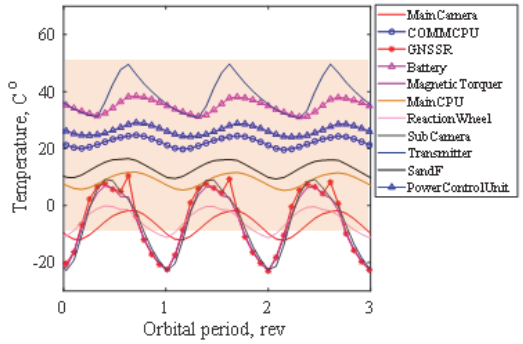


Fig. 7 Analysis results (cold case)

温度は軌道運動と連動せずに送信機起動時に立ち上がり受信機のみを起動した状態では低下する傾向を示している．本解析では送信機駆動期間を地上局可視中全期間と想定し 1600 秒間としていたが，1000 秒間に制限すると許容温度範囲に収まるという結果となったため，実際の運用に際してはソフトウエア的に運用制約処理をかけることとした．

Table 8. Highest and lowest temperature for each component and condition

	Hot		Cold	
	Max	Min	Max	Min
MainCAM	11.5	-0.7	-1.7	**-12.3**
SubCAM	35.1	-11.1	9.3	**-22.8**
BAT	**52.8**	45.3	38.4	30.9
PCU	48.9	43.5	29.1	23.9
COMM	49.0	43.5	24.7	19.5
MOBC	50.0	42.6	11.8	5.2
UHF-R/-T	**63.1**	44.0	49.7	30.6
S&F	42.4	34.6	16.5	9.2
GNSSR	22.5	-11.3	10.5	**-23.0**
Torquer	21.7	-10.0	6.9	-22.8

4.　軌道上取得データによる熱数学モデルの較正

本節では軌道上取得データを用いて熱数学モデルの較正を実施する．初めに，実際の軌道環境と運用条件についてまとめ，次に熱数学モデル較正に用いる熱数学モデルパラメータと姿勢の同時推定シーケンスを提案，最後に，軌道上測定データを使用した提案手法の実装結果を示す．

4.1　実軌道環境および運用条件

実際の軌道姿勢条件は事前解析時と異なった．投入軌道は事前解析軌道とほぼ同じ近地点であるものの遠地点は約 2000 km であり，打上時期も異なった．また，分離時のデスパンに失敗し，姿勢変動も生じたことから，熱入力条件も事前解析と異なることとなった．事前解析での姿勢条件は Z 軸回りの高速回転でのスピン安定とし，そのスピン軸は地心指向を達成するとしていたが，実際には初期は Z 軸であったスピン軸はエネルギー散逸により一定時間経過後は X 軸に移行した．機器動作状態も，事前解析条件下での長期安定運用は達成できなかった．また，衛星の時刻履歴には不確実性が含まれていた．

この条件下において，事前解析条件に最も近い安定したデータ区間を抽出し，熱数学モデルの較正を実施した．図 8 に高温条件の時系列データを示す．MainCAM の運用期間から選択した 2018 年 2 月 16 日 20:30(UTC)から始まる約 1 軌道周期分のデータである．機器運用状態としては PCU，COMM，UHF-R，MOBC が常時起動し MainCAM と UHF-T が間欠動作している．図 9 では低温条件の時系列データを示す．PCU，COMM，UHF-R / -T のみが起動している期間から選択し，データ期間は 2018 年 3 月 10 日 18:45 (UTC)から始まる約 1.4 軌道周期である．2018 年 2 月 19 日の運用中に発生した MOBC に不具合により以降はデータ保存に制約が発生したため取得データは間欠的なものとなっている．

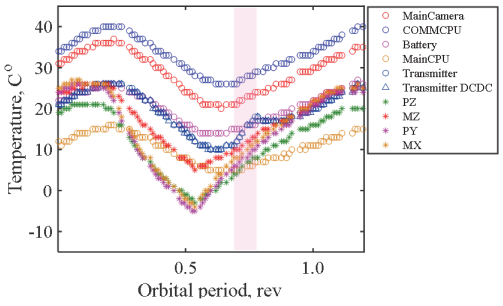


Fig. 8 On-orbit results (hot case)

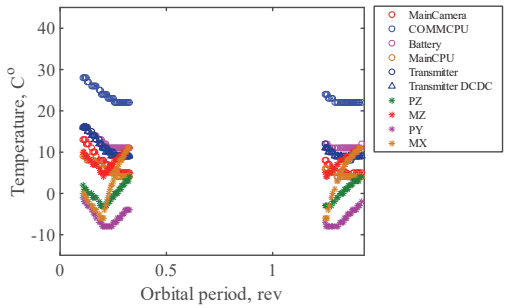


Fig. 9 On-orbit results (cold case)

4.2　熱数学モデルパラメータと姿勢の同時推定

提案する解析手法では衛星温度と姿勢の相関関係を用いており，そのシーケンスを図 10 に示す．以降の説明に用いるデータ例は図 8 に示した高温条件下のものである．

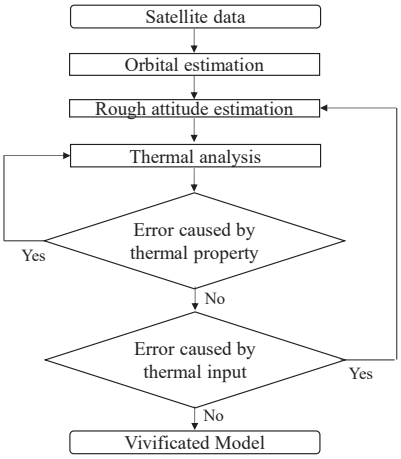


Fig. 10 Sequence of thermal-attitude correlation analysis

シーケンスの入力値としては衛星時刻，角速度，磁場，太陽電池電流，温度および機器動作状態が含まれる衛星状態データ群を用いる．まず，衛星時刻データと Joint Space Operations Center (JSpOC)から提供される Two-line elements を用いて軌道情報を生成する [13]．次に，それら取得データをもとに，大まかな姿勢を推定する．まず，取得データ自体の確実性を取得磁場のノルムと位置情報と International Geomagnetic Reference Field: the 12th generation model (IGRF-12)[14]から計算された理論上の磁場ノルムと比較することによって評価する. 図 11 のようにノイズや外乱の影響は見られるもののモデルと同様の変動傾向が得られている区間について処理を継続する．

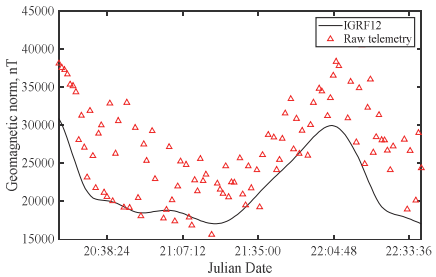


Fig. 11 Time-stamp verification by the magnetometer measurement

次に，磁場，角速度および太陽電池電流データに基づいて大まかな姿勢推定を実行する．ジャイロセンサによる角速度履歴からスピン状態を推定し，太陽電池電流データを想定最大電流で正規化することにより得られる各側面パネルへの太陽方向角および測定磁場と理論上の太陽・磁気ベクトルの間の角度データを組合せることにより図 12 に示すような大まかな姿勢時系列データを生成する．これら姿勢軌道データを熱解析モデルの熱入力条件の初期入力値とする．

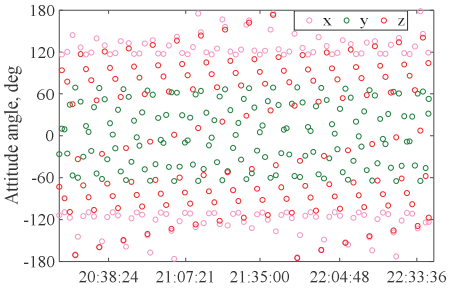


Fig. 12 Estimated attitude

熱解析モデルによる解析で得られる温度分布データをシステム全体温度と機器温度の 2 つの観点から軌道上測定データと比較することにより，姿勢および熱数学モデルパラメータの較正を行う．衛星システム全体の温度分布傾向が測定値と異なる場合，熱入力条件自体の誤差が大きいと推測し衛星の姿勢データを更新する．一部の特定機器が測定値と異なる場合，機器間の接触熱抵抗などの熱数学モデルパラメータを更新する．誤差が許容値内に収束するまでこれらの更新作業を繰り返し，最終的に妥当な熱数学モデルパラメータおよび姿勢履歴を取得する．

4.3　推定結果

図 13 および 14 にて高温条件，図 15 および 16 にて低温条件の推定結果を取得データと比較するものを示す．図 13, 15 にて側面パネル温度を示し，図 14, 16 にて搭載機器温度を示す．ここで測定結果は散布図，推定結果は実線により表示する．

比較結果を整理すると，計測値の入力ポートが隣り合っていることと推定結果履歴から MOBC と MainCAM の温度センサが実装時に入れ替わった可能性が示唆される．高温条件では，衛星全体の温度差が後半で比較的大きい傾向が見受けられ，低温条件では全体的に推定よりも高い温度履歴を示す傾向が見受けられるが，推定結果は両条件ともに測定データから±5℃未満の範囲に収まり，許容可能な誤差範囲に収束しているといえる．

5.　適用事例に対する考察

まず．推定結果は両条件ともに測定データから±5℃

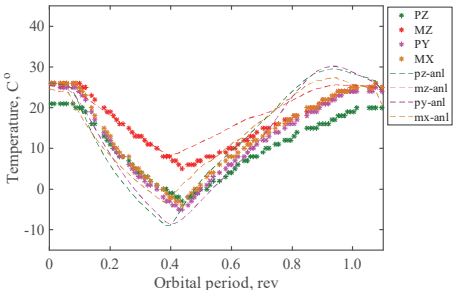


Fig. 17 Comparison of side panel temperatures (hot case)

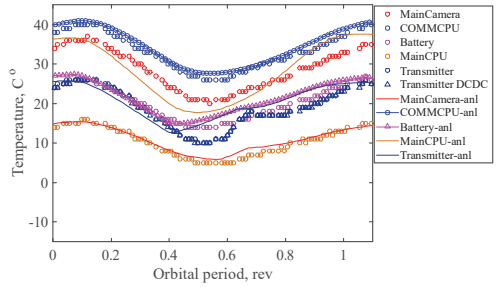


Fig. 18 Comparison of component temperatures (hot case)

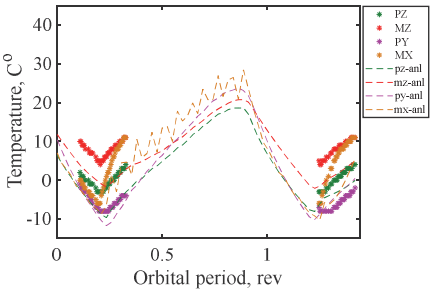


Fig. 19 Comparison of side panel temperatures (cold case)

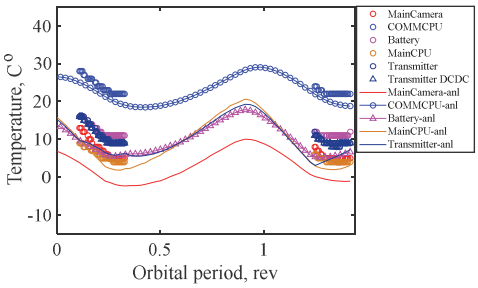


Fig. 20 Comparison of components temperatures (cold case)

未満の範囲に収まり許容可能な誤差範囲に収束していることから，提案手法の有効性が示唆されている．ただし推定パラメータの種類が多いため，収束結果を得るまでの計算コストは膨大であった．

計算コスト低減のための一つの方策としては推定する熱数学モデルパラメータの範囲及び種類の削減があげられる．例えば今回の適用事例の場合，熱入力条件誤差に対しても影響を及ぼす重大なパラメータである太陽電池表面特性などの同定範囲は，文献値の使用や事前試験の結果の適用などによってある程度の値に抑えることを可能とした．

また，システムの製造誤差低減手法の検討も有効な方策の一つである．今回の衛星システムの内部は機器計装で満たされ，周囲との接触面積や状態を制御することは非常に困難であった．また，機器計装自体の量が衛星の熱容量変動の要因となりうるため，計装自体の使用をなるべく避けるようなシステム構成が望まれる．特に今回の適用事例では，比較的大量の電力を継続的に消費し側面パネル近くに設置された PCU の接触熱抵抗変動は多くの機器の温度履歴に影響を及ぼしていたことから，このような機器周囲の計装削減の効果は大きいと推測される．

6.　まとめ

本稿では，搭載機器制約から姿勢推定誤差が大きく，さらに製造時の熱伝達の条件における不確実性が大きいため有用な熱数学モデルの構築が難しいという超小型人工衛星特有の問題に対する解決策の一つとして，軌道上取得データから宇宙機の熱数学モデルパラメータと姿勢の同時推定を実施するシーケンスを提案した．また，提案手法を 3U 級 CubeSat TRICOM-1R という実際の小型宇宙機の運用データに適用した結果を報告した．

適用事例の説明のために，衛星仕様および熱数学モデル構築手順についても説明を行った．提案した熱数学モデルパラメータと姿勢の同時推定シーケンスを用いて構築した熱数学モデルにより推定された衛星温度履歴は，軌道上で取得された温度履歴に対し± 5 ℃未満に収まる結果を示し，提案手法の有効性が示唆された．

参考文献

1) Spaceworks, 2020 Nano/Microsatellite Market Forecast, https://www.spaceworks.aero/nano-microsatellite-forecast-10th-edition-2020/

2) 青柳賢英，松本健，中須賀真一：3U-CubeSat「TRICOM-1」衛星バスの開発，第 61 回宇宙科学技術連合講演会講演集, JSASS-2017-4189, 2017.

3) 東京大学プレスリリース：超小型衛星「TRICOM-1R(たすき)」打ち上げ・民生カメラによる画像取得実験・即時観測の機能実証実験・S&F 実験に成功，https://www.t.u-tokyo.ac.jp/shared/press/data/setnws_20180221135149577096344 4_207260.pdf, accessed 2018/08/01

4) Inatani, Y., Otsuka, H., SS-520 Nano satellite launcher and its flight result, 32nd Annual AIAA/USU. Conference on Small Satellites, SSC18-IX-03, URL: https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4120&context=small sat

5) 松本健, 超小型衛星における Store and Forward ミッションの成果, 電気学会東京支部埼玉支所研究発表会, 2017/3/7
6) C&R technologies, Thermal Desktop user's manual CAD Based Thermal Analysis and Design Version 5.7 October 2014
7) JAXA, 熱真空試験ハンドブック, JERG-2-130-HB005B URL: http://sma.jaxa.jp/TechDoc/Docs/JAXA-JERG-2-130-HB005B.pdf
8) Wiberg, A., Thermal Study on hardware with comparisons between physical measurements and simulations, ABB Automation Technologies AB, Tech. Rep., 2005
9) Zhanli, J., Joshi, S. C., Thermal Control Schemes for a Micro-Satellite with All-Active and Selectively Active Solar String Designs, Heat Transfer Engineering, 27:10, pp. 80-89, 2006
10) MatWeb, Online Materials Information Resource, http://www.matweb.com/
11) Gilmore, D. G. (Ed.), Spacecraft thermal control handbook, 2nd ed., Vol.1, Aerospace Press, El Segundo, 2002
12) 大西晃 編, 宇宙機の熱設計, 名古屋大学出版会, 2014
13) Space-Track.org [online database], URL: https://www.space-track.org/
14) Thébault, E., et al., International Geomagnetic Reference Field: the 12th generation, Earth, Planets and Space, Vol. 67, No. 1, pp. 79, 2015

（原稿受理日　令和 2 年 10 月 1 日）

膜利用型高度廃水処理プロセスの開発

片桐誠之 [1)]

Development of Membrane-based Advanced Wastewater Treatment Process

Nobuyuki KATAGIRI[1)]

Abstract

Recently, global water shortage and water pollution have become key environmental issues, prompting the development of technologies for wastewater reclamation and reuse. Environmental problems related to industrial wastewater are becoming more complex with the increasing diversity of industrial products. Dye wastewater, an industrial wastewater, contains various polluting substances such as dyes, inorganic compounds, and textiles. Particularly, dyes are complex aromatic compounds considered non-biodegradable and persistent. Thus, traditional biological treatment technologies are ineffective for handling wastewater containing dyes. In this study, a novel enzymatic membrane reactor using the non-purified culture supernatant of white-rot fungi was developed to perform continuous decolorization of dye wastewater. The culture supernatant was periodically obtained from fungal cultures cultivated in cost-effective natural medium, which uses blackstrap molasses typically present in food waste, by gravitational sedimentation. The supernatant exhibiting dye decolorization activity and the dye wastewater were mixed in a continuous stirred tank membrane reactor with an ultrafiltration membrane that permitted enzyme recycling in the reactor. The results obtained from the enzymatic membrane bioreactor showed that approximately 80% of decolorization and approximately constant permeation resistance were maintained for a few days of continuous treatment. Furthermore, a method was examined for effectively using excess white-rot fungi discharged from the dye wastewater treatment process. In the dewatering of excess fungi by mechanical expression, the moisture content of the compressed cake was significantly decreased by applying pressure over 5 MPa. The moisture content was finally reduced to approximately 20 wt% under a pressure of 7 MPa. In addition, the physiological activity of the liquid squeezed from the fungal body and compressed cake was tested. The squeezed liquid contained substances with hypotensive and antioxidant effects, while β-glucan, which has antitumor activity, remained in the compressed cake. The cake had very low moisture content, suggesting the possibility of its conversion to solid fuel.

1. はじめに

近年，世界的な水不足や水汚染が深刻な問題としてクローズアップされている．水は，人間の生活に欠かせないものであり，全ての生物の営みに必要不可欠なものであることから，これまで廃棄物として取り扱われてきた汚水を資源として捉え，処理再生し，利用していくことが，人類の生活環境および自然環境の保全に繋がるものと考えられる．代表的な生物学的汚水処理法である活性汚泥法は，都市の下・排水処理技術として広く普及している. しかしながら, 難生分解性の有機物については充分な処理がなされているとは言えないことから [1)]，処理水の再利用を考えると，水質を更に高められる新しい生物学的処理法の開発が望まれる．

自然界では，人によって汚染された水が，生物の環境対応能力により浄化される現象がみられる．この生物の特殊な能力を探索する研究が活発に行われ [2)]，種々の環境汚染物に対して分解活性を示す微生物が明らかにされている．しかしながら，それら微生物の特殊な能力は限られた環境下でのみ発現される場合がほとんどであるため，様々な物質や夾雑微生物が存在し，性状変化が著しい実際の廃水処理に利用されるまでには至っていないのが現状である．

特殊な能力を有する微生物の一つとして白色腐朽菌があげられる．白色腐朽菌は，様々な残留性有機汚染物質（POPs: Persistent Organic Pollutants）および医薬品や生活用品を由来とする化学物質 (PPCPs: Pharmaceuticals and

1) 環境創造工学科

1) Department of Environmental Technology

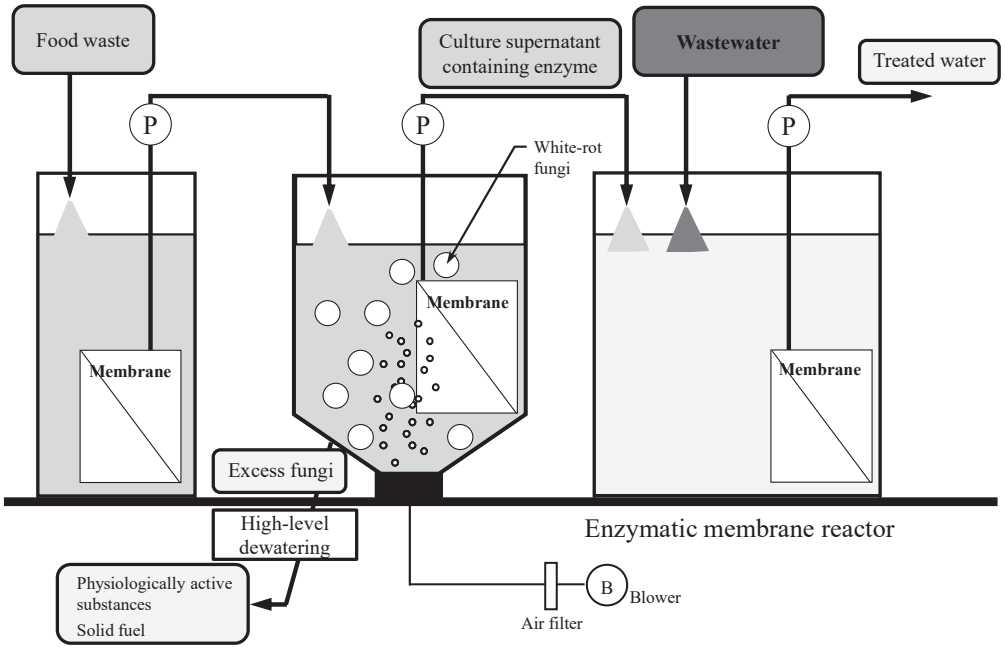


Fig. 1 Membrane-based advanced wastewater treatment process

Personal Care Products）などを分解できることが知られている [3]．また，白色腐朽菌は，漢方薬や健康食品として用いられており，カワラタケから抽出される多糖類のβ-グルカンには，抗腫瘍効果が確認され抗がん剤としても利用されてきた [4]．このような背景から，Fig. 1 に示す白色腐朽菌の機能を最大限に活用する廃水処理プロセスを考案した．実廃水処理に適用する場合に，特に問題としてあげられる「夾雑微生物の存在」への対策として，微生物フリーの環境創造に分離膜を用いることにした．他に３つの特長があり，第 1 に，白色腐朽菌による分解酵素の産生に必要な栄養源として食品廃棄物を利用する．第 2 に，白色腐朽菌が増殖し余剰菌が発生した場合に，高圧圧搾操作により超高度脱水し，搾出液から生理活性物質を回収するとともに脱水後の余剰菌を固形燃料として利用する． 第 3 に，分解酵素を含む培養液を精製することなく，そのまま汚染水の処理に用い，酵素を処理槽内に動的固定するために，分子量の大きな酵素と分子量の小さな環境汚染物を分離する限外濾過膜を設置したメンブレンリアクターを構築し，分解酵素を有効的に利用する．すなわち，食品・菌・酵素を有効活用し，更に処理水の再利用も視野に入れた膜利用型高度廃水処理プロセスである．

本稿では，この廃水処理プロセスの開発にあたり，染料を含有する着色廃水を例にとり検討を行った，食品廃棄物による脱色酵素の効率的産生，脱色酵素を含んだ培養上澄液を利用するメンブレンリアクターの構築とその脱色特性，および余剰菌の脱水特性と有効利用について述べる．

2.　廃水処理プロセスの開発

2.1　食品廃棄物による分解酵素の産生法

活性汚泥法等の従来の生物学的処理法では脱色効果がほとんど期待できない染料を処理対象物として用い，白色腐朽菌カワラタケとその酵素を用いる膜利用型廃水処理プロセスの開発に取り組んだ．カワラタケはアゾ染料やアントラキノン系染料を脱色し，無害化できることが知られている [5,6]．この染料の脱色は，白色腐朽菌が産生するラッカーゼ等の酵素によって生じるため，これらの脱色酵素を効率よく産生させる条件の確立が重要となる．一般的には，市販の合成培地を用いて白色腐朽菌を増殖させ，その後に酵素産生を誘導する物質を用いた培養により酵素液が得られている．ここでは，代表的な食品廃棄物である廃糖蜜を用いる培養法により脱色酵素を効率よく得る方法を検討した．廃糖蜜は，サトウキビの搾汁濃縮液から砂糖を結晶化させた残液であり，メラノイジンを含み，黒褐色を呈している．メラノイジンは，搾汁液の濃縮の際にメイラード反応により作られ，微生物による分解がされにくいため廃糖蜜を栄養源として利用する際の難点になるが，逆にこの難生分解性物質の存在が白色腐朽菌による脱色酵素の産生を誘導する可能性がある [7]．

廃糖蜜（三井製糖製）を純水に溶解させて所定濃度の廃糖蜜培地を作製し，白色腐朽菌の培養に供した．30℃，

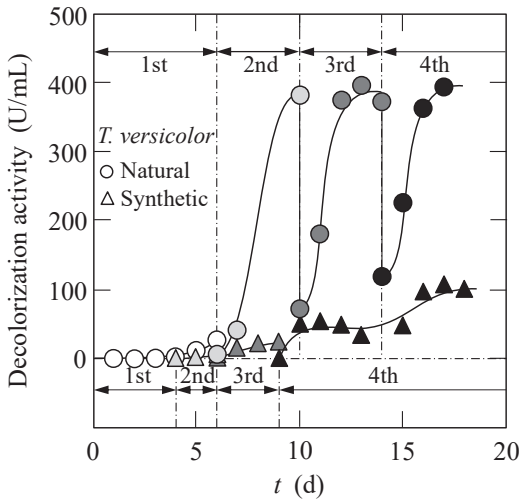


Fig. 2 Changes in dye decolorization activity of culture supernatant

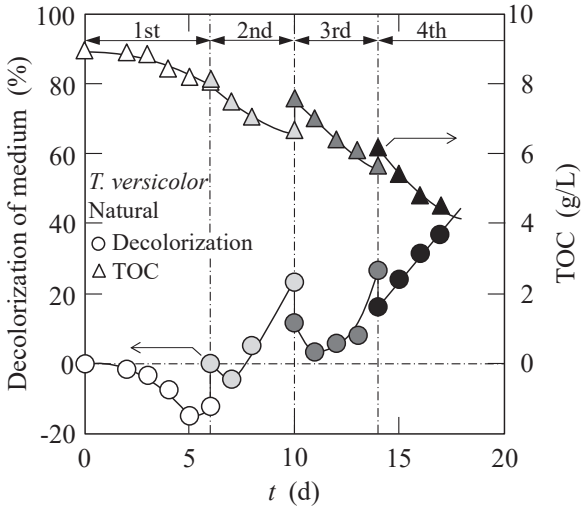


Fig. 3 Changes in color and TOC of culture supernatant

200 rpm にて振とう培養を行い，24 時間毎に培養液を採取して愛知県内の染色工場で使用されているアントラキノン系染料 MF-GLN の脱色活性を評価した. 脱色活性は，染料を 1 分間に 1 μg 脱色処理する酵素量を 1 unit と定義して表した[8].

白色腐朽菌の培養に廃糖蜜培地を用いる場合，培地中の全有機炭素濃度（TOC: Total Organic Carbon）の影響が大きく，適切に設定することで菌体の増殖と染料の脱色活性が確認できるようになった．一例として，廃糖蜜培地の TOC が 8.8 g/L の場合の脱色活性の経日変化（○プロット）を Fig. 2 に示した．培養 5 日目から脱色活性が認められるようになり，酵素が産生された．培養を長く続けると不要な代謝物も蓄積されるため，6 日目に菌体を重力沈降させ，培養上澄液と新たな廃糖蜜培地を入れ換えた．第 2 培養期間からは，数日間の培養で脱色活性が著しく大きくなり，培養上澄液と廃糖蜜培地を同様な方法で入れ換えて，第 3 期，第 4 期と培養を続けることにより，数日毎に染料脱色酵素を含有する培養液を得ることができた．図には，比較として，白色腐朽菌の増殖と酵素産生に一般的に用いられている合成培地で培養した時の酵素活性の経日変化（△プロット）も示した．廃糖蜜を用いた方が，脱色活性が大きくなり，酵素産生培地として適していることがわかる. Fig. 3 に示すように，培養中にメラノイジンが分解されて TOC が減少し，培地自体の脱色が生じることが確認されており，メラノイジンの存在により脱色酵素の産生が誘導されたものと推察される．なお，産生された酵素は，主にラッカーゼであった.

2.2　メンブレンリアクターによる脱色特性

白色腐朽菌が産生した脱色酵素を含む培養液を，精製

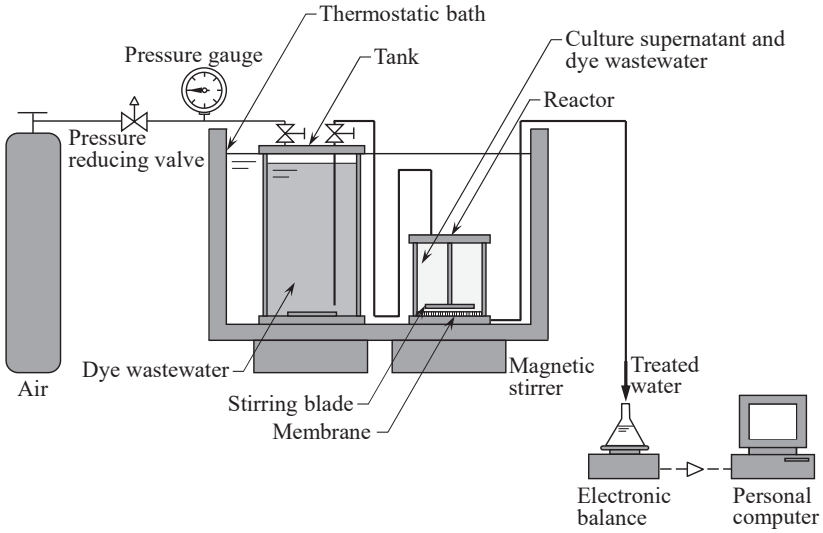


Fig. 4 Schematic layout of enzymatic membrane bioreactor

することなくそのまま用いる，モデル着色廃水（染料）の脱色処理法を検討した．モデル廃水は，アントラキノン系染料 MF-GLN を，初期濃度 $C_{A,0}$ = 0.04 g/L で調製した．酵素を動的に固定するために分画分子量 5,000 の再生セルロース製限外濾過膜（ミリポア製）を設置した．Fig. 4 に示す撹拌槽型メンブレンリアクターに，着色廃水を圧縮空気により定圧条件で連続的に透過させて脱色処理を行った．処理液の脱色率は，透過光測定法により求めた．

メンブレンリアクターによる着色廃水の脱色および透過挙動を Fig. 5 に示した．リアクター内の酵素濃度が 0.55 unit/mL で 70%程度の脱色率が得られており，Fig. 2 に示したように培養液の酵素濃度が 400 unit/mL 程度であることから，極少量の培養液で脱色処理を行うことができた．膜ファウリングの原因となる限外濾過膜で阻止される培養液中の物質（酵素など）も少量となるため，撹拌を行いつつ定圧操作にて透過脱色処理を行ったが，着色廃水の透過速度 (dv/dt)，すなわち処理速度はほぼ一定であった．図中の△プロットは，合成培地で得た培養液での結果であり，廃糖蜜の場合（○）の方が原料由来の様々な物質が含まれていると考えられるが，バッチ試験で得られる脱色活性を揃えると同程度の脱色処理が連続して行えることが確認された．

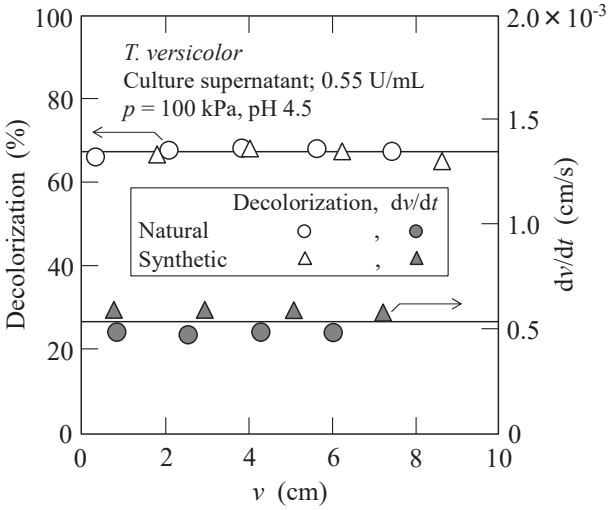


Fig. 5 Decolorization and permeation behaviors of dye wastewater by enzymatic membrane bioreactor

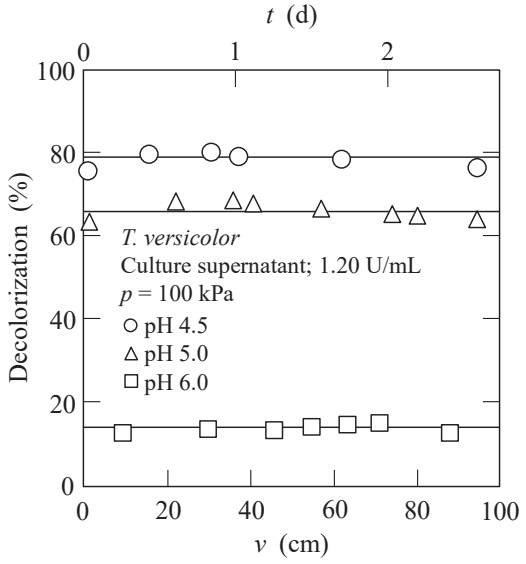


Fig. 6 Effect of pH on decolorization behaviors of dye wastewater by enzymatic membrane bioreactor

着色廃水の pH を種々に設定して，数日間連続で処理を行った場合の脱色挙動を Fig. 6 に示した．脱色性能は pH の影響を大きく受けるが，それぞれの条件で脱色率はほぼ一定で，pH を適切に設定すれば脱色率 80%が維持できており，本システムで安定した処理が行えることがわかった．図に示したデータは処理温度 37℃のものであるが，10～37℃の温度範囲で脱色処理が行えることを確認した．なお，更に処理時間を長くすることで酵素が失活し，目標の脱色率に至らなくなった場合には，Fig. 2 に示したように脱色活性を示す培養液が数日毎に得られるので，これを添加して脱色率を安定させることが可能である．

次に，メンブレンリアクターの脱色性能の推算を試みた．バッチテストにより脱色酵素の反応速度(– dC_A/dt)を算出し，次の Michaelis-Menten 式に基づいて最大反応速度 r_{max} と Michaelis 定数 K_m を求めた．

$$r = -\frac{\mathrm{d}C_\mathrm{A}}{\mathrm{d}t} = \frac{r_{\max} C_\mathrm{A}}{K_\mathrm{m} + C_\mathrm{A}} \tag{1}$$

メンブレンリアクターは撹拌槽型で，染料濃度 $C_{A,0}$ の原液が一定速度で流入し，リアクター内で酵素処理されて染料濃度 C_A となった処理液が同じ速度で流出しているので，次の物質収支式が成立する．

$$A\left(\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\right)_\mathrm{p}\left(C_{\mathrm{A},0} - C_\mathrm{A}\right) = V\left(-\frac{\mathrm{d}C_\mathrm{A}}{\mathrm{d}t}\right) \tag{2}$$

ここで，A は透過断面積，$(\mathrm{d}v/\mathrm{d}t)_p$ は操作圧力に対応する平均透過速度（処理速度），V はメンブレンリアクターの容量である．Equation (2)の物質収支式に Equation (1)の Michaelis-Menten 式を代入することで次式が導出され，種々の条件下における処理液の染料濃度 C_A が求まるので，脱色率（=($C_{A,0} - C_A$)/$C_{A,0}$×100）を計算することができる．

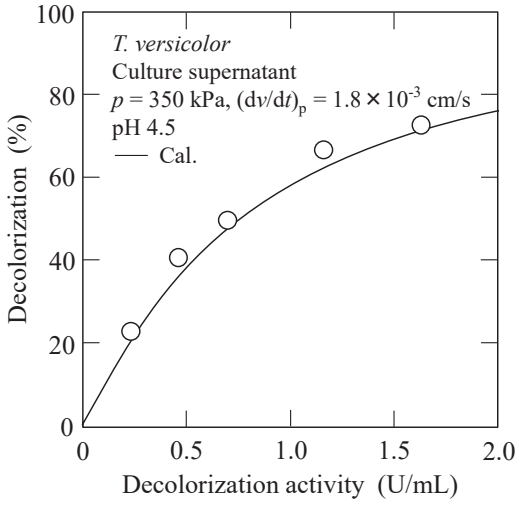


Fig. 7 Relationship between decolorization of dye wastewater and enzyme activity in enzymatic membrane bioreactor

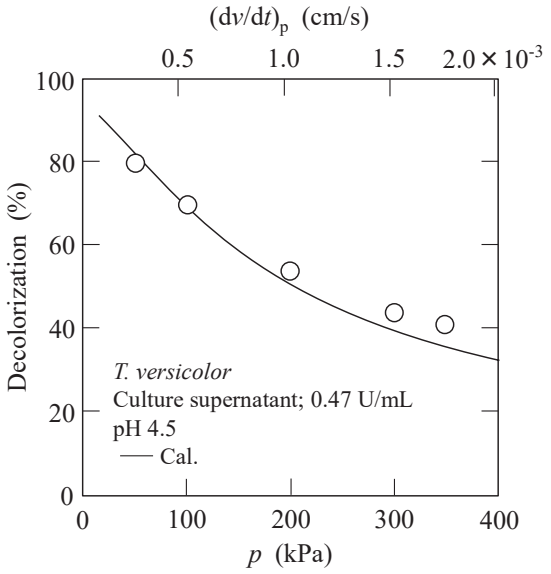


Fig. 8 Relationship between decolorization of dye wastewater and permeation rate in enzymatic membrane bioreactor

$$\frac{Vr_{\max}}{A\left(\mathrm{d}v/\mathrm{d}t\right)_{\mathrm{p}}}=\left(C_{\mathrm{A},0}-C_{\mathrm{A}}\right)+\frac{K_{\mathrm{m}}}{C_{\mathrm{A}}}\left(C_{\mathrm{A},0}-C_{\mathrm{A}}\right) \qquad (3)$$

Figs. 7, 8 には，種々の酵素量（脱色活性）および操作圧力（処理速度）で脱色処理した時の定常状態での脱色率と処理条件の関係をそれぞれ示した．図中の実線が計算値で，いずれの場合にもプロットの実験値の傾向を良く表しており，脱色率の推算が可能であることが確認できた．

2.3　余剰菌の高度脱水と生理活性物質の搾出

脱色酵素産生のための連続培養を行うと，白色腐朽菌は著しく増殖し，余剰菌が発生する．この余剰菌体は処分すべきスラッジとなり，高含水率なため脱水操作による減量化が必要不可欠となる．ここでは，高圧を作用させることでどの程度の脱水が実現できるのか試みた．また，脱水操作によって得られる搾出液中に生理活性物質が含まれているか調査した．

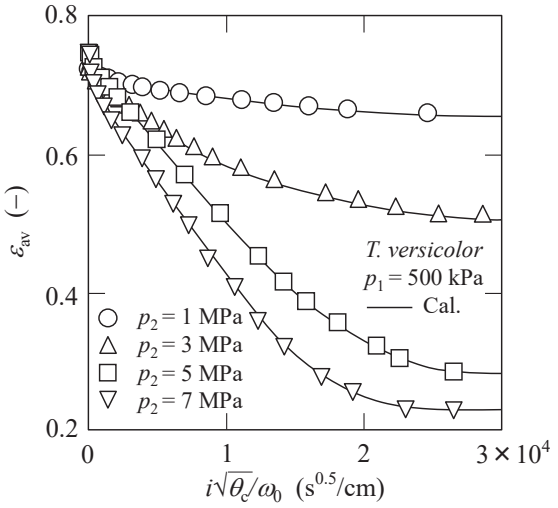


Fig. 9 Effect of pressure on variation of average porosity of white-rot fungus cake over time

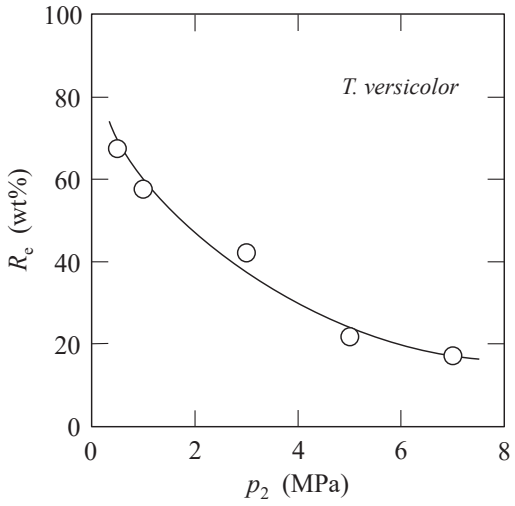


Fig. 10 Relationship between final moisture content of compressed cake and expression pressure

高圧圧搾操作により脱水がどの程度進行するのかを明らかにするため，余剰菌ケークの厚さから平均ケーク空隙率$\varepsilon_{\mathrm{av}}$を算出し，各圧搾圧力下における経時変化をFig. 9 にプロットした．圧搾圧力の影響は顕著で，p_2 = 1, 3 MPa では空隙率の減少は比較的小さいが，5 MPa 以上の圧力を加えると空隙率が大きく減少することがわかった．7 MPa の場合には，$\varepsilon_{\mathrm{av}}$は最終的に 0.230 となり，球形粒子の最密充填時の空隙率 0.2595 を下回った．ケークの圧密挙動の解析を行うと，固体圧縮圧力の増加に対し

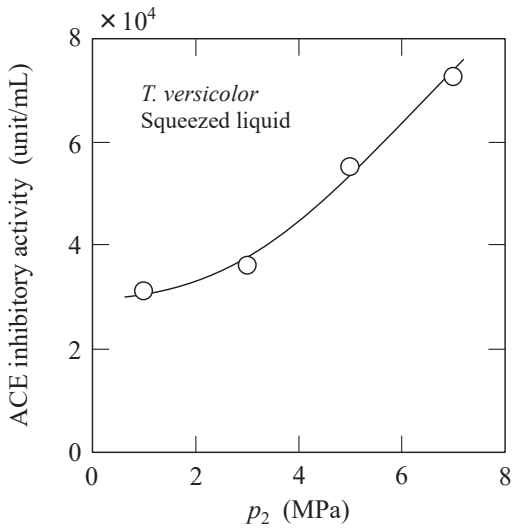


Fig. 11 Relation between ACE inhibitory activity of squeezed liquid and expression pressure

て，ケーク中の空隙の減少が時間的に遅れて変化する部分（クリープ変形）の影響が大きいことがわかった．そこで，活性汚泥などの有機質スラリーに適用できることを確認した，圧密過程で生じる多段クリープ現象を表現できる Terzaghi–一般化 Voigt モデル [9]により解析を行った．図中の実線は，モデルによる計算値であり，いずれの圧力でも実験値の挙動を記述できている．

Fig. 10 には，ケークが圧密平衡に達した時の含水率を圧搾圧力に対してプロットした．圧力の増加とともに含水率が減少し，7 MPa では 20wt%程度となり，高度な脱水が実現できた．含水率がこのレベルまで下がると自燃するものと推察され，固形燃料としての有効活用の可能性が示された．

圧搾脱水操作によって得られる搾出液には，Fig. 11 に示すようにアンジオテンシン変換酵素（ACE）阻害活性（血圧降下作用）が認められた. また，スーパーオキシドディスムターゼ活性（抗酸化作用）も検出されており，生理活性物質が搾出されることがわかった．なお，抗腫瘍効果を示すβ-グルカンは脱水後の菌に残留していた．

3.　おわりに

様々な用途に利用可能な再生水が得られる，新しい生物学的汚水処理法を確立することを目標に，膜利用型高度廃水処理プロセスを考案し，その実現のための研究を行ってきた．食品廃棄物を用いる有用酵素の産生，酵素を産生する菌の有効利用，酵素を有効的に利用する廃水処理メンブレンリアクターといった各要素技術については成果が得られつつある．今後は，これらの技術を融合させ，一連の処理を連続的に行うことができる装置を構築し，実廃水を用いた検討を行うことで，本プロセスによる廃水処理が実現できるものと期待される．

謝辞

本研究を遂行するにあたり，文部科学省科学研究費補助金（17K06889）の援助を受けました．ここに感謝の意を表します．

参考文献

1) A. Joss, S. Zabczynski, A. Göbel, B. Hoffmann, D. Löffler, C. S. McArdell, T. A. Ternes, A. Thomsen and H. Siegrist: Biological Degradation of Pharmaceuticals in Municipal Wastewater Treatment: Proposing a Classification Scheme, Water Res., Vol. 40, pp.1686-1696, 2006.

2) B.R. Oliveira, A. Penetra, V.V. Cardoso, M.J. Benoliel, M.T. Barreto Crespo, R.A. Samson and V.J. Pereira: Biodegradation of Pesticides Using Fungi Species Found in the Aquatic Environment, Environ. Sci. Pollut. Res., Vol. 22, pp.11781-11791, 2015.

3) A.P. Singh and T. Singh: Biotechnological Applications of Wood-rotting Fungi: A Review, Biomass & Bioenergy, Vol. 62, pp.198-206, 2014.

4) J. Cui and Y. Chisti: Polysaccharopeptides of *Coriolus versicolor*: Physiological Activity, Uses, and Production, *Biotechnol. Adv.*, Vol. 21, pp.109-122, 2003.

5) T. Nishida, Y. Tsutsumi, M. Kemi, T. Haneda and H. Okamura: Decolorization of Anthraquinone Dyes by White-rot Fungi and Its Related Enzymes, *J. Japan Soc. Water Environ.*, Vol. 22, pp.465-471, 1999.

6) Y. Fu and T. Viraraghavan: Fungal Decolorization of Dye Wastewaters: A Review, *Bioresour. Technol.*, Vol. 79, pp.251–262, 2001.

7) N. Katagiri, Y. Matumoto, E. Iritani and T. Nishida: Decolorization Properties of Melanoidin in Wastewater by White-rot Fungi, *J. Water Waste*, Vol. 48, pp.155-160, 2006.

8) N. Katagiri, M. Takatsu, S. Kitahata, Y. Mizuno and E. Iritani: Membrane Type Wastewater Decolorization Using Culture Supernatant of *Trametes versicolor*, *J. Water Environ. Technol.*, Vol. 16, pp.54-62, 2018.

9) E. Iritani, T. Sato, N. Katagiri and K. J. Hwang: Multi-Stage Creep Effect in Consolidation of Tofu and Okara as Soft Colloids, J. Chem. Eng. Japan, Vol. 43, pp.140-149, 2010.

（原稿受理日　令和 2 年 10 月 1 日）

パイルキャップの寸法効果

市之瀬敏勝 [1)]　Lucas A. LAUGHERY[2)]　笠井和彦 [3)]

Size Effect of Pile Cap

Toshikatsu ICHINOSE[1)], Lucas A. LAUGHERY[2)], and Kazuhiko KASAI[3)]

Abstract

Super-tall buildings are being constructed all around the world. With element sizes larger than what has been tested in the laboratory and what has been built before, these buildings are pushing the boundaries of our engineering experience. This paper discusses test results of heavily-reinforced pile caps failing in shear. The results showed a 10-15% reduction in unit strength when effective depth increased from 250mm to 1000mm. The results also showed that increasing concrete strength did not lead to a linear increase in strength.

1.　はじめに

現在，世界中で都市化が進み，超高層建物が建設されている。その結果，太い杭が使用され，杭と建物をつなぐパイルキャップも巨大化する傾向にある。一方，巨大な部材の実験を実際の寸法で行うことは困難であり，縮小試験体の結果から類推するのが通常であるが，鉄筋コンクリート梁には，寸法が大きくなるにつれて，単位面積当たりのせん断強度が低下するという現象がみられる。これを寸法効果という。

米国の基準 [1)]では，せん断補強筋の無い鉄筋コンクリート梁の単位面積当たりのせん断強度は，Fig. 1 のように低下するとされている。Fig. 1 の横軸は梁の有効せい d であり，d が 250 mm から 1000 mm に増大すると，せん断強度が 36%低下することになる。土木学会 [2)]でも同様である。この規定は，Fig. 2 のようなパイルキャップにも適用される。しかし，これまでパイルキャップへの適用性を確認する実験は行われていない。

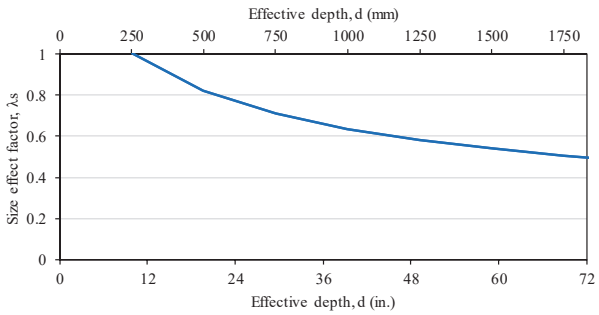


Fig. 1. Size effect factor for one-way shear in ACI 318-19[1)]

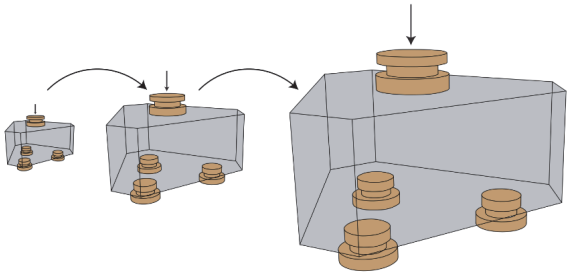


Fig. 2. Specimen scales: S, M, and L

本研究では，Fig. 2 のように有効せい d を 250 mm から 500 mm, 1000 mm まで 3 段階に変化させたパイルキャップの実験を行った。Fig. 2 上部の矢印は柱の圧縮力を表す。強度低下割合は，Fig. 1 の予測 36%より小さく，10~15%程度であることを確認した。

2.　試験体

試験体は Table 1 に示す(3+1) x 3 = 12 体である。実験パラメータは，有効せい d（3 種），鉄筋の段数（3 or 1），コンクリート強度 f'_c である。L3H 試験体は f'_c = 59 MPa，それ以外の試験体は f'_c = 37～45 MPa である。

L3 シリーズ試験体の配筋を Fig. 3 に示す。d＝500 mm，250 mm の試験体の鉄筋径，加力板の直径は d に比例して縮小させた。コンクリートの最大骨材寸法はすべての試験体で 10 mm とした。 M3 シリーズ試験体の型枠と配筋を Fig. 4 に示す。L シリーズ試験体の設置状況を Fig. 5 に示す。加力は，2017 年に台南（台湾）NCREE に設置された世界最大級の装置(60 MN)で行った。

1) 建築学科　2) SpaceX　3) 東京工業大学科学技術創成研究院

1) Department of Architecture　2) SpaceX　3) Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology

Table 1. List of specimens

		Effective depth, *d*		
		1000 mm	500 mm	250 mm
Number of steel layer	3	L3a, L3b, L3H	M3a～M3c	S3a～S3c
	1	L1	M1	S1

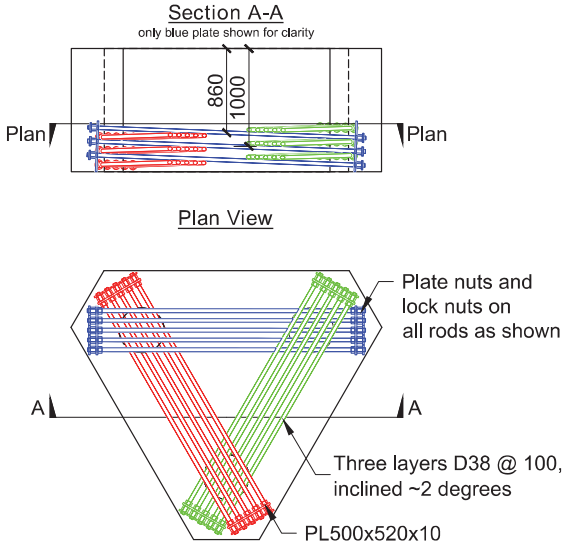


Fig. 3 Reinforcement of L3 specimens



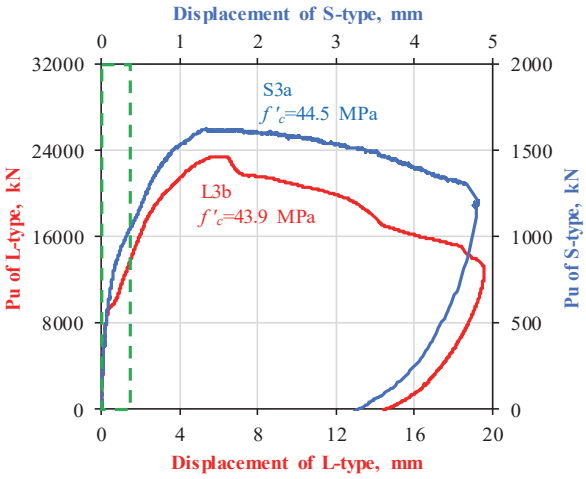
Fig. 4. Formwork and reinforcement for M3 specimen



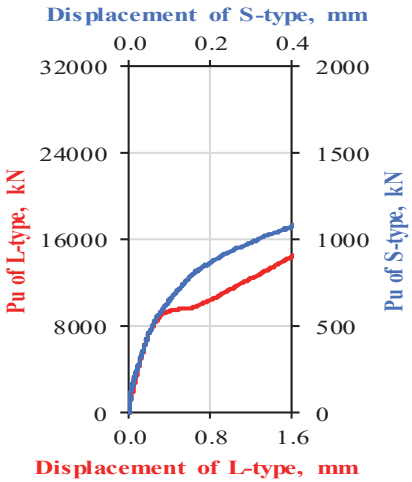
Fig. 5. Moving L specimen to loading apparatus

3. 荷重変形関係

L3b，S3a 試験体の荷重変形関係を Fig. 6(a)に示す．ただし，L3b 試験体の寸法が S3a の 4 倍であることを考慮して，L3b 試験体の縦軸を S3a の 4^2 倍，横軸を 4 倍にした。コンクリート強度がほぼ同じであるにもかかわらず，L3b の強度は S3a より小さい。ただし，強度低下割合は，Fig. 1 の予測値 36%より小さく， 10~15%程度である。また，荷重ピーク後の強度低下は S3a より L3b の方が著しい。さらに，微小変形部分（Fig. 6(a)の緑色の破線まで）を拡大して Fig. 6(b)に示す。L3b と S3a の初期剛性はほぼ同一であるが，ひび割れ後の剛性低下は L3b の方が著しい。詳細は文献 [3]に譲るが，試験体の強度はコンクリート強度の平方根に比例した。



(a) Overall view



(b) Close-up view as indicated in the green dashed square

Fig. 6. Comparison of load-deflection curves for S3a and L3b

4. 鉄筋のひずみ度

試験体の下端筋には，Fig. 7 に示す位置にひずみゲージを添付した。L1 試験体の荷重ひずみ関係を Fig. 8 に示

す。すべての鉄筋は降伏ひずみ（青の縦線）以下であった。内側の鉄筋 (a, b) のひずみ度が外側 (d, e) より大きいという違いはみられるが，6 MN 以降の荷重ひずみ関係は橙色の斜め線に近似した。この斜め線は，Fig. 9 の釣合条件（$P = 6T\cos 30$）から得られたものである。図中の赤線はコンクリートの圧縮力，黒線は鉄筋の引張力を表す。最大荷重以降の強度低下状態も含めて，Fig. 9 の釣合が成立していたことがわかる。他の試験体でも同様の一致が見られた。

試験体の下端筋には，Fig. 7 に示す位置にひずみゲージを添付した。L1 試験体の荷重ひずみ関係を Fig. 8 に示す。すべての鉄筋は降伏ひずみ（青の縦線）以下であった。内側の鉄筋 (a, b) のひずみ度が外側 (d, e) より大きいという違いはみられるが，6 MN 以降の荷重ひずみ関係は橙色の斜め線に近似した。この斜め線は，Fig. 9 の釣合条件（$P = 6T\cos 30$）から得られたものである。図中の赤線はコンクリートの圧縮力，黒線は鉄筋の引張力を表す。最大荷重以降の強度低下状態も含めて，Fig. 9 の釣合が成立していたことがわかる。他の試験体でも同様の一致が見られた。

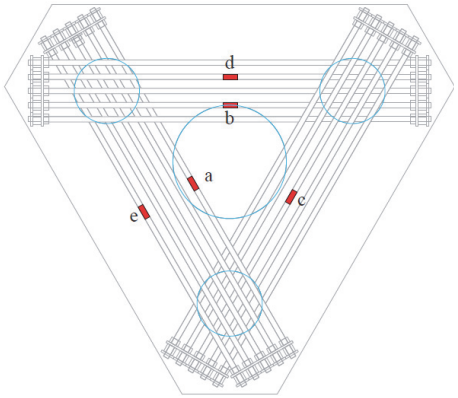


Fig. 7. Location of strain gages in L1 specimen

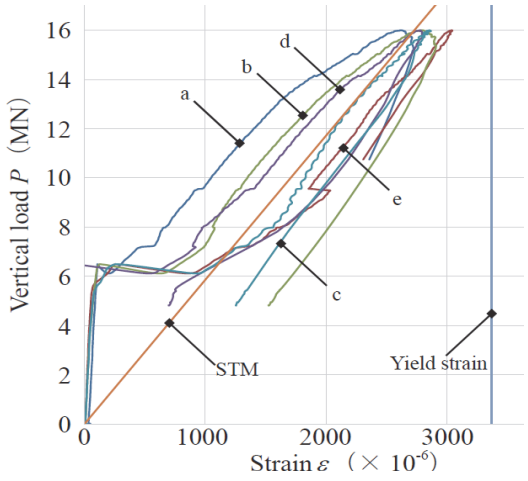


Fig. 8. Vertical load vs. steel strain of L1 specimen

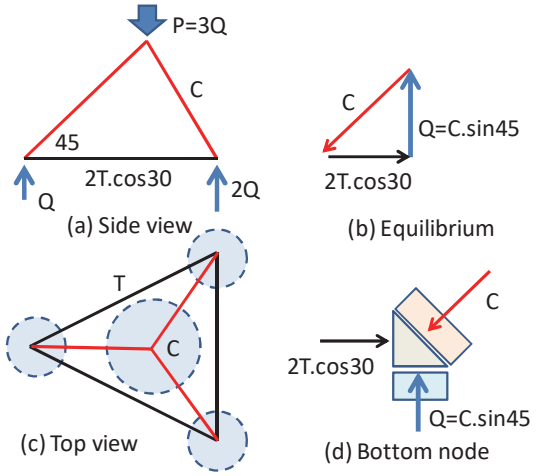


Fig. 9. Equilibrium of forces

5.　破壊状況

L3H 試験体側面の破壊状況を Fig. 10 に示す．また，L3a 試験体上面の破壊状況（加力板のめり込み）を Fig. 11 に示す。L1 など鉄筋量が少ない試験体では曲げひび割れが顕著であったが，全般的には同様の破壊状況であった。試験体寸法の影響は見られなかった。

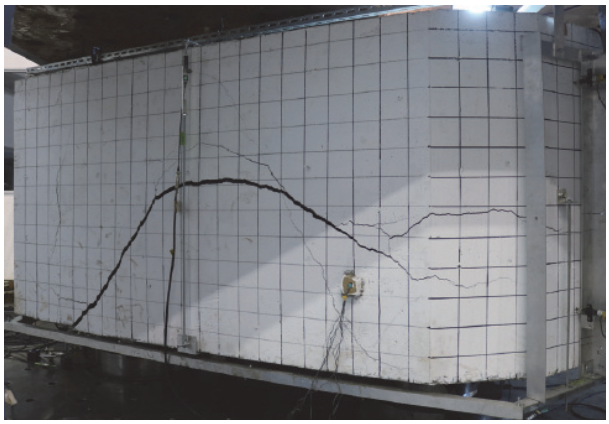


Fig. 10. Side view of L3H specimen after test



Fig. 11. Top view of L3H specimen after test

実験終了後，ダイヤモンドカッターで Fig. 12 のように試験体を切断した。切断面は Fig. 13 の赤い矢印のように上下面の加力板を結ぶひび割れに沿ったせん断ずれが顕著であった。Fig. 13 の”core”は，実験後にコンクリート強度を確認するために掘削した孔であり，加力とは無関係である。M3 試験体についても切断を行ったが，破壊状況は同様であった。



Fig. 12. Cutting of S3 specimen

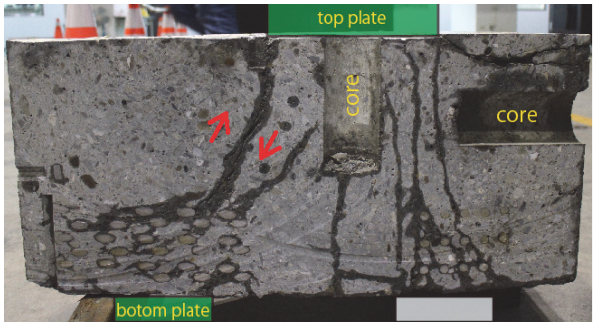


Fig. 13. Section of S3 specimen (courtesy of Dr. S. Mogili)

6.　結論

有効せいを 250 mm から 500 mm, 1000 mm まで 3 段階に変化させたパイルキャップの実験を行った。強度低下割合は，米国コンクリート学会規準の予測値 36%より小さく， 10~15%程度であった。鉄筋のひずみ度測定から，Fig. 9 に示す釣合条件が成立していたことが確認できた。Fig. 13 に示すように，上下の加力板を結ぶひび割れ面のずれ破壊が顕著であった。

謝辞

本研究は，東京工業大学・実大加力実験工学共同研究講座・笠井和彦研究室の企画，講座支援者である KYB，昭和電線ケーブルシステム，日本鉄鋼連盟，ブリヂストン，オイレス工業の助成により行われました。研究代表者は市之瀬です。共英製鋼株式会社様からは，鉄筋や定着金具など多大なご支援を頂きました。実験では，台湾大学教授・黄世建博士，元成功大学大学院生・劉冠瑩氏，成功大学准教授・劉光晏博士，元名古屋工業大学大学院生・中神陽平氏，同学生・松ノ下友也氏，島根大学准教授・小松真吾博士のご協力を得ました。試験体の切断では Srinivas Mogili 博士にお世話になりました。また，構造部材破壊現象検討委員会(和田章委員長) の皆様から貴重なご意見を頂きました。ここに感謝の意を表します.

参考文献

1) ACI 318-19 “Building Code Requirements for Structural Concrete”, American Concrete Institute, 2019.
2) 土木学会：コンクリート標準示方書【設計編】2012.
3) 松ノ下，中神ほか：2 方向せん断を受けるフーチングの寸法効果，日本建築学会東海支部研究報告集，pp. 161-173, 2020.2

（原稿受理日　令和 2 年 10 月 1 日）

ジャマイカとトリニダード・トバゴにおける外国に対する意識調査の考察

森口 舞[1]

A Survey Study of Jamaican and Trinidadian and Tobagonian Attitudes Toward Foreign Countries

Mai MORIGUCHI[2]

Abstract

This study examined a survey conducted on the attitudes of Jamaican and Trinidadian and Tobagonian people toward foreign countries. These two countries are the biggest ones of English-speaking Caribbean countries thus these have been expected to be leaders of regional integration. However, it still has not made much progress due to a variety of factors. Some researchers say that having more friendly relationship and trust could promote and help regional integration. This survey shows that Jamaican and Trinidadian and Tobagonian people dislike each other much more than like. It could be one of obstacles to the integration. The survey also shows some other meaningful implications about attitudes and cognitions of the two countries' people toward other foreign countries, regions, the world, people and the regional identity.

1.はじめに

スペイン語圏を除くカリブは、極めて小さな国々からなる地域である。それゆえ、経済的自立のため、あるいは“再植民地化”を避けるためにも、[3]地域統合は歴史的に大きな目標であった。現在はCARICOM（カリブ共同体）の枠組み等で有意義な機能協力が実現してはいるものの、長年の地域統合の取り組みは、20世紀半ばの西インド連邦失敗に始まり、必ずしもうまくいっているとは言い難い。この要因に関する研究は経済や法、国際関係など様々な観点から盛んに行われているが、その中でしばしば指摘されるのが、地域アイデンティティの弱さである。多くの研究者が、カリブ海の国民性とコミュニティのシンボルやその他の表現を育成し、普及させることの重要性を論じている。[4]

カリブは移民や人の往来が歴史的に盛んな地域であり、現地の人々に接すると、それぞれの島や国を越えた「カリブ」という意識や、これに対する愛着を持っているということ、ラテンアメリカ、米州といったその他のくくり、あるいは第三世界、英連邦といった枠組みよりも、カリブという地域に対する帰属感が強いことが見て取れる。だが、それは共通の核を持つようなアイデンティティというよりも、多様なアイデンティティのモザイクであるという。[5]

本報告では、以上のような問題意識のもと、スペイン語圏を除くカリブの国々の中では相対的な大国であるジャマイカとトリニダード・トバゴを事例に、人々が持つ国や地域に対する感情や認識を知ることを目的として行った意識調査の結果を考察するものである。

2.対象と方法

調査対象者はジャマイカ及びトリニダード・トバゴの18歳以上の市民1114名。西インド大学モナ・キャンパス（ジャマイカ）及びセント・オーガスティン・キャンパス（トリニダード・トバゴ）において講師及び研究員の協力を得、彼ら指導の下で現地の学生たちによって街頭調査を行った。ジャマイカにおける調査では実施期間の制約や治安に対する協力学生の不安からキングストン市内のみの実施となり、また回答者の年代が20代までに極端に偏っているため、ジャマイカ市民に対する調査としては十分なサンプルが得られたとはいえない。よって、ジャマイカの調査に関しては、18歳から29歳のサンプルのみを扱い、首都キングストンの若者を対象とする調査とする。だが、本文中ではこれを省略し、ジャマイカの調査あるいは対象者をジャマイカ人と記載したい。[6]

ジャマイカの調査では回答数698名、そのうち上記年齢の有効回答は480名68.8%（一部の項目のみの無効回答を除く）、トリニダード・トバゴの調査においては回答数634名、そのうち有効回答は622名98.1%（一部の項目のみの無効回答を除く）であった。回答者の属性を示すと、ジャマイカでは平均年齢21.47歳（標準偏差2.76）、男性が43.41%、女性が55.34%、トリニダード・トバゴでは平均年齢43.59歳（標準偏差15.50）男性が51.84%、女性が48.15%となっている。

調査期間は、ジャマイカでは2018年8月から9月、トリニダード・トバゴでは2019年9月から11月、無記

名自己記入式により調査を実施した。調査項目は、１．属性に関すること（年齢、性別、職業、最終学歴）、２．カリブ諸国の中で自国を除いて好きな国及び嫌いな国、そしてその理由、３．ラテンアメリカ諸国で自国を除いて好きな国及び嫌いな国、そしてその理由、４．世界の国々で自国を除いて好きな国及び嫌いな国、そしてその理由、である。国ではない回答、例えば都市名、地域名などは無効回答としているが、カリブにおける未独立の島はそれらが属する欧州の国々とは別個の存在として認識されている傾向が強いと考え、ここでは有効回答として扱っている。調査は研究目的に使用することを調査用紙に記載しており、回答をもってこれに同意を得たとみなした。

3.結果と考察

まず、ジャマイカ、トリニダード・トバゴ両者共に、カリブ、ラテンアメリカ、世界という三つのカテゴリーにおけるそれぞれ好きな国嫌いな国は、各問と年齢層（トリニダード・トバゴのみ）や性別との有意な相関関係はなかった。[7]両者共キューバへの好・悪感情と性別の相関などいくつか期待度数と差がひらいた項目はあったが、ジャマイカ人、トリニダード・トバゴ人の外国に対する好・悪感情は性別や年齢層による差は小さく、多くの項目で全体的な傾向であることがわかった 。以下、順に結果を見ていきたい。

ジャマイカ人がカリブ諸国で嫌いな国は、トリニダード・トバゴが突出している。上述の通り性別年齢との有意な相関は見られない。トリニダード・トバゴ人がカリブ諸国で嫌いな国は、ジャマイカが年齢、性別全てのカテゴリーでトップだが、無回答がジャマイカを上回っている点が、ジャマイカ人のトリニダード・トバゴ人に対する悪感情とは異なっている。有効回答に占める互いの悪感情の割合は 37.3%（ジャマイカ人におけるトリニダード・トバゴを嫌いとする回答）、22.9%（トリニダード・トバゴ人におけるジャマイカを嫌いとする回答）であった。好きな国でも双方上位であり多くの票を得ているものの、単に互いにとって存在感が高いために嫌いな国でも 1 位となっている、というわけではない。カリブ諸国で好きな国ではトリニダード・トバゴ人はジャマイカを 2 位（カテゴリーによっては 3 位）としており、好感情はバルバドスがジャマイカを圧倒している。ジャマイカ人はトリニダード・トバゴ人を 1 位（カテゴリーによっては 2 位）としているが、全体で見ても好きは有効回答数の 20.9%、嫌いは好きの約 1.78 倍と、悪感情が強い。トリニダード・トバゴの場合は 1.45 倍である。

嫌いで挙げられた理由には、ジャマイカ人がトリニダード・トバゴ人を嫌う理由としては、「トリニダード・トバゴ人は我々を嫌っている」「見下している」「人種主義者である」が目立った。トリニダード・トバゴ人がジャマイカ人を嫌う理由には、治安の悪さ、暴力、犯罪の多さ、社会の不平等などが特に多く、「ジャマイカ人は我々を嫌っている」もやはり目立った。互いに、「相手が自分たちを嫌っているから」が嫌う主な理由のひとつとなっている点が興味深い。

しかしながら、両者ともにカリブという地域には好感情が強いことが示されている。カリブ諸国で嫌いな国の回答には無回答が極めて多く、全体で好きな国における無回答の 3.6 倍（ジャマイカ）、14.58 倍（トリニダード・トバゴ）となっており、理由には「カリブの国は全て好き」という記載も多かった。全体としては、ほかのカテゴリーと比較しても、両者ともカリブ諸国には好感情が悪感情よりも非常に強いのである。

ラテンアメリカ諸国で好きな国では、両者ともにブラジルが突出して 1 位となっている。理由には共通して、カーニバルやサッカーといった文化、豊かな自然や資源、美しい女性などが目立って挙げられている。ラテンアメリカ諸国のカテゴリーでは、この他にキューバに注目したい。ジャマイカ人の回答ではキューバの存在感と好感情は高い。好きな国でカリブ諸国では 4 位、ラテンアメリカでは好感情で 3 位となっており、好感情が悪感情のそれぞれ約 4 倍と約 3.6 倍にのぼる。トリニダード・トバゴではキューバへの好感情はこれほど強くは示されておらず、カリブカテゴリーでは得票率が 1.77%（好き）2.09%（嫌い）と少ない上に悪感情がわずかに好感情を上回っている。しかし、ラテンアメリカカテゴリーでは好きで 3 位 8.94%、嫌いも 3 位だが 5.81%で好きは嫌いの 1.54 倍となっている。

キューバは、カリブにもラテンアメリカにも含まれる。ジャマイカの調査においてキューバはカリブのカテゴリーでラテンアメリカより票を得ているのに対して、トリニダード・トバゴの調査においてはカリブよりもラテンアメリカカテゴリーで得票が多い。ジャマイカでは、地理的にも近く隣国とも言い得るキューバを自分たちと同じカリブの国であると認識していることが表れているといえよう。

他の上位の国々に比べてスポーツや芸能といった要素が理由にあまり見られないながら、両者共にキューバに対する好感情はこのように比較的高い。好きの理由には、平和、秩序、教育制度、看護プログラム、豊かな歴史、友好的で親切な人々、政府、言語、平等という点が多く挙げられている。嫌いな理由には両者とも政治体制

や共産主義という回答が目立つ。ジャマイカとトリニダード・トバゴを含む英語圏カリブ諸国はイギリス型の政治制度を持ち、共産党一党体制のキューバは異質といえる。CARICOM にも非加盟であり、地域で孤立しているとしばしば指摘されるが、人々の好感情は比較的高いことが見て取れるのである。[8]嫌いの理由に政治が多くあげられているが、一方、好きの理由としても、1959 年のキューバ革命、革命政権、カストロ兄弟、チェ・ゲバラ、抵抗の歴史といった政治に関するものも散見される。

キューバは革命以降、特に教育と医学において、積極的にカリブ諸国への支援を行ってきた。[9]調査結果は、キューバの長年にわたる支援が人々に好ましい印象をもたらした可能性を示唆している。特にジャマイカではキューバと地理的な近さや、歴史的にも、冷戦中にあってもマイケル・マンリー政権時の友好関係があった点などが、好感情の背景にある可能性があるだろう。

キューバの例では、カリブとラテンアメリカどちらに票が多いかがジャマイカとトリニダード・トバゴで大きく異なっていたが、そもそもどの範囲をカリブと見なすのか、定め方はいくつも存在する。大陸諸国やメキシコやベネズエラの一部などを含む大カリブという範囲のとり方もあれば、これを含まないものや、言語圏で分ける考え方もある。更にはカリブの中で、東カリブやアンティール諸島というくくりもある。「カリブ」という名の地域に愛着やアイデンティティを持っていたとしても、そこに具体的に想定されるカリブのメンバーは、必ずしも共通していない可能性は高いのである。

例えば、歴史的にトリニダード・トバゴはジャマイカと比べて、東カリブ地域と関係が深く、地理的にも近い。カリブで好きな国に占める東カリブ諸国は、ジャマイカ 8.3%（40 票）に対して、トリニダード・トバゴでは 30.23%（188 票）となっている。嫌いではジャマイカ 3.11%（15 票）、トリニダード・トバゴ 7.89%（49 票）であった。好き、嫌いどちらもやはりトリニダード・トバゴの方がジャマイカと比較して高く、東カリブ諸国の存在感の高さがうかがえるが、特に好感情はジャマイカの約 3.6 倍と悪感情の約 2.5 倍よりも大きな差が生じている。これらの国々を好きな理由には、家族が住んでいる、行ったことがあるといった回答も目立ち、交流の深さが好感情に繋がっていることもうかがえる。

次に世界のカテゴリーを見てみたい。両者共に好きな国では米国、カナダ、英国が 1 位から 3 位を占めており、嫌いな国では両者とも、無回答を除けば米国が圧倒的である。好きでも嫌いでも非常に多くの票を得ており、存在感の強さがうかがえるが、両者ともそれぞれ好きを嫌いが大きく上回っている。ジャマイカ人では嫌いが好きの約 1.7 倍、トリニダード・トバゴ人では約 2 倍である。嫌いに挙げられた理由には、外国への介入政策などが傲慢である、人種差別、トランプ大統領（当時）、カリブ人を歓迎していないといったものが特に多かった。

好きな国では英国はジャマイカが 2 位 12.39%（57 票）、トリニダード・トバゴでは 3 位 7.61%（44 票）であった。嫌いな国ではジャマイカが 1.46%（7 票）、トリニダード・トバゴが 3.3%（20 票）にとどまっている。つまり、両者にとって旧宗主国である英国の存在感は、現在の経済や意味先としての重要国である米国やカナダに比べ、良くも悪くも相対的にやや小さい。英国を好きな理由には文化や発展したインフラ、経済や生活水準の高さといった回答が多く、嫌いな理由には植民地支配・奴隷制などの抑圧の歴史、人種差別が多数であった。

英国の存在感がさほど大きくないことに加え、インドやアフリカといった国民多数のルーツというべき国・地域の存在感は更に極めて小さい。トリニダード・トバゴでの調査においてはエスニシティを質問に含めているが、エスニシティの質問は選択形式ではなく自由記述としたため、回答が極めて多様なものとなり、年齢や性別のようにカテゴリー分けをした上で分析することが不可能となった。[10]そのため、やや曖昧な数に依拠するものではあるが、参考までに言及しておきたい。エスニシティにインドあるいはインドを含む混血と答えた回答者における世界の好きな国でインドという回答が占める割合は、約 1.7%、有効回答全体におけるインドという回答は約 1.3%、また、エスニシティでインドを含めていない回答者におけるインドを好きな国とした回答は 1.0%であるため、インドを自らのルーツあるいはルーツのひとつであると認識している回答者における回答はわずかに多い。嫌いという回答では、インド系では約 0.4%に対して、非インド系では 1.0%、全体では約 0.7%である。この数値では、インド系の人々はインドに対する好感情がやや高いといえる。

アフリカ系でも同様に見てみよう。好きな国、嫌いな国におけるアフリカという回答は、国名ではないため無効回答としているが、ここではアフリカという回答を仮に含めて計算している。アフリカあるいはアフリカを含む混血と答えた回答者における世界の好きな国でアフリカあるいはアフリカの国という回答は、3.5%。有効回答全体におけるインドという回答は約 2.9%、また、エスニシティでアフリカを含めていない回答者におけるアフリカを好きな国とした回答は 2.6%であるため、こちらもわずかに多い。嫌いという回答では、アフリカ系の中では約 1.7%、非アフリカ系では 2.4%、全体では約 2.1%となっている。この結果もインド系と同様に、アフリカ系の

人々のアフリカあるいはその国々に対する好感情はそれ以外の人々よりもわずかに高い。ただし、票が極めて少数であり、また上述の通り厳密に回答者のカテゴリーを特定できていない ため、ここから得られる示唆は、あくまで自らのエスニシティをインドやアフリカと認識しているトリニダード・トバゴ人にとってもそれらルーツの存在感が非常に小さいということに留まると断っておきたい。

歴史的にカリブにおいても北米などと同様に、アフリカ系のカリブ人たちのアフリカへの帰還という思想や運動が、国民の支持や影響力の大きさはともあれ、存在してきた。現在もCARICOMやカリブの知識層の一部が推進する欧州九カ国に対する謝罪と賠償を求める運動においても重要な項目のひとつとしてアフリカの「祖国への帰還」を権利として定め、それに対する支援がなされるべきだと訴えている。[11]ところが、この意識調査の結果からは、こうした思想や運動が国民の意識とは乖離している可能性を示唆しているといえよう。

以上のように、英国の相対的な存在感の低さを含め、アフリカ諸国や、トリニダード・トバゴの場合アフリカに加えインドといった回答は票数としては極めて少ない。つまり、国民のルーツというべき国々への特別な好感情や悪感情は、この調査においては強くは示されない結果となった。好きな国に挙げられた理由で特に多かったものは、教育や医療など社会インフラの発展、経済・生活水準の高さと、スポーツや音楽などの文化であった。これに対して嫌いな国に挙げられた理由では、経済水準の低さや不安定な社会、治安の悪さなどが目立つ。ただし、世界の国カテゴリーで両者とも嫌いの1位となった米国は例外であり、他の先進諸国に対してこのような票は多くはない。例えば、米国と英国に次いで先進国で票を得ているのはジャマイカの調査においてはドイツの 2.1%（9票）、トリニダード・トバゴの調査においてはイタリアと日本の各わずか 0.83%（5 票）であった。ドイツとイタリアはいずれも、理由にはファシズムの歴史、人種差別主義が挙げられている。日本では、土着の文化に欠ける、人口過剰、環境汚染などが挙げられている。[12]全体を通して、人々は豊かで安定した社会に好感情を、貧しく不安定な社会に悪感情を抱いているのが特徴的である。豊かな先進国に対して、それが理不尽な不平等や格差であるといった悪感情よりも、憧れなど好ましい感情が強いことが示されている。

また、ここにも挙げられた人種差別、人種主義という理由が全体を通して嫌いの理由に突出して多く挙げられていることも注目に値する。これは、ジャマイカとトリニダード・トバゴが互いに対する嫌いの理由にも目立つ回答である。両国の人々にとって、人種差別、人種主義は最も憎むべき要素であることが強く表れている。

冒頭で述べた通り、好きな国、嫌いな国の回答は、地域や都市など、国ではない回答、及びカリブやラテンアメリカのカテゴリーで異なる地域の国が挙げられた場合は無効回答としている。しかし、この無効回答の中に興味深い傾向があったため、最後にこれに触れておきたい。全体を通して、国以外の回答やカテゴリーの誤りは少なくなかったものの、目立って多かった無効回答が、ラテンアメリカ諸国のカテゴリーでヨーロッパの国名、特にイギリスを除くカリブの旧宗主国、スペインやフランス、ポルトガルが挙げられるというものであった。これは特にトリニダード・トバゴの結果で顕著であった。ジャマイカの調査におけるラテンアメリカ諸国で好きな国に挙げられたヨーロッパの国名は、全体の 2.48%、嫌いな国では 1.03%、今回扱わなかった 18 歳から 29 歳以外の年齢も含めると好きな国 3.5%、嫌いな国 1.37%になる。トリニダード・トバゴの調査では好きな国では 10.54%、嫌いな国で 2.63%にも上る。これは、他のカテゴリーにおける無効回答率と比較しても非常に多く、[13]単なる問題文の誤読や故意に誤った回答をしたもののみであるとは考えにくい。更に、ジャマイカとトリニダード・トバゴの人々が誤った認識をしている可能性が比較的低いであろうイギリスに関しては、ラテンアメリカカテゴリーでの誤答は両者合わせてたった一件しか見られなかったことからも、この無効回答はラテンアメリカという地域に対する認識、あるいはこれらイギリスを除く欧州諸国に対する認識が大きく誤っていることを意味すると考えられる。ラテンアメリカカテゴリーでは、無回答（N／A）の理由に、「好き／嫌いな国を挙げるほど知らない」というコメントが散見されたこともこれを示しているといえよう。これに対して、カリブカテゴリーにおける無効回答は顕著に少なく、カリブに関しての正しい認識や存在感の大きさがうかがえる結果となった。カリブ諸国にとってラテンアメリカ諸国は、地理的には近いにもかかわらず他のカリブ諸国と比べて近い存在ではないとしばしば指摘される。カートンによれば、歴史的に国（あるいは未独立の島）のあり方が全く異なる（例えば、共和国として独立していたラテンアメリカに対し英国王を君主としたままである国々）こと、独立の時期が百数十年もずれていること、カリブの島々が特に 20 世紀後半まで欧州に依存していたために地域意識が培われにくかったことなどから、ラテンアメリカ諸国との物心両面での繋がりが薄かった。[14]近年は多くのカリブ諸国が米国に経済や移民先として全面的に依存しているといえるものの、[15]ラテンアメリカとの関係はようやく進展しつつある段

階なのである。[16]今回の調査にも、そうしたカリブとラテンアメリカの関係性が表れているとも考えられよう。[17]

4.おわりに

本調査は、対象と方法で述べた通り、特にジャマイカにおいては制限のある中で実施したため、得られた情報は限定的なものとならざるを得なかった。しかしながらその中でも、いくつもの有意義な示唆が得られた。以下に簡単に振り返りたい。

まず、ジャマイカとトリニダード・トバゴは互いの国民に存在感は大きいが、特に悪感情が強い。また、互いに「相手が自分たちに悪感情を抱いているから嫌いだ」という理由が目立っており、どちらが先ともわからない、具体的な根拠に欠ける悪感情が強いといえる。

キューバに関しては両者とも比較的好感情及び存在感は高いが、ジャマイカではカリブカテゴリーで、トリニダード・トバゴではラテンアメリカカテゴリーでの票が多く、キューバをどのように捉えているかの違いが表れている。

両国にとって、現在特に経済面での依存度が高い米国は、共に存在感が高いが、好感情よりも悪感情が顕著に強い。これはその他の先進国に対しては好感情が強い傾向と比較して例外的である。旧宗主国である英国でも、悪感情よりも好感情が圧倒的に強い。

だが、英国に対する好感情は悪感情と比較すると非常に高いものの、相対的な存在感は顕著に高いとは言えない。また、アフリカやインドといった、多くのジャマイカ及びトリニダード・トバゴ市民のルーツというべき国や地域の存在感は更に極めて低いものにとどまっている。

自らのルーツや歴史よりも、ジャマイカとトリニダード・トバゴの人々にとって重視される傾向にある好き・嫌いの理由は、好感情においてはスポーツや芸能といった文化、豊かさや発展した社会が目立つ。これに対して悪感情においては、暴力や社会の不安定さ、貧困、そして中でも、人種差別・人種主義が突出して多くみられ、これがジャマイカとトリニダード・トバゴの人々にとっていかに重要な要素であるかが示された。

また、カテゴリーに注目すると、カリブ諸国の好き・嫌いでは無効回答が少ない、嫌いな国に対し無回答が多い、つまり嫌いな国がない回答者も多かったと思われる、とカリブに対する好感情・存在感の高さがうかがえる一方、ラテンアメリカでは反対に、無効回答が多い（ラテンアメリカの国や地理を正しく把握していない回答者が少なくないと思われる）、好き・嫌いどちらにおいても無回答が多い、理由で「よく知らない」というコメントが散見される等、知識も親しみも、カリブと比較すると顕著に低いことがうかがえる。

そして、これらの傾向は年代（トリニダード・トバゴ）や性別（両者）の相関関係は有意ではなく、全体的な傾向であった。

カリブの二大国とされるジャマイカとトリニダード・トバゴの人々の外国に対する意識を以上のように概観することで、とりわけ両者の相手への悪感情の強さをはじめとして、両者が地域や世界への視線、そしてその相違の一端が明らかとなった。

紙幅の都合で、本稿では調査の詳細な結果は省略し、各質問に対する回答数を上位のみ掲載する。

Q1. カリブ諸国で好きな国は？（ジャマイカ）									
トリニダード・トバゴ	バハマ	バルバドス	キューバ	N/A	ケイマン諸島	アンティグア・バーブーダ	セントルシア	その他少数意見	合計
100	98	88	67	37	23	9	9	48	479

Fig.1

Q2. カリブ諸国で嫌いな国は？（ジャマイカ）						
トリニダード・トバゴ	N/A	ハイチ	バルバドス	キューバ	その他少数意見	合計
179	133	79	23	17	49	480

Fig.2

Q3. ラテンアメリカ諸国で好きな国は？（ジャマイカ）											
ブラジル	N/A	メキシコ	キューバ	パナマ	プエルトリコ	アルゼンチン	コスタリカ	コロンビア	ベネズエラ	その他少数意見	合計
115	78	62	54	20	19	17	17	14	11	61	468

Fig.3

Q4. ラテンアメリカ諸国で嫌いな国は？（ジャマイカ）									
N/A	ブラジル	メキシコ	コロンビア	アルゼンチン	ベネズエラ	ハイチ	キューバ	その他少数意見	合計
238	40	33	33	27	23	22	15	46	477

Fig.4

Q5. 世界で好きな国は？（ジャマイカ）															
カナダ	英国	米国	フランス	N/A	日本	イタリア	アラブ首長国連邦	オーストラリア	スペイン	ブラジル	中国	キューバ	ノルウェー	その他少数意見	合計
66	57	53	45	36	35	16	12	11	10	9	7	7	6	74	468

Fig.5

Q6. 世界で嫌いな国は？（ジャマイカ）										
米国	N/A	北朝鮮	イラク	ロシア	中国	ハイチ	ドイツ	英国	その他少数意見	合計
142	124	45	25	16	15	15	10	8	79	479

Fig.6

Q1. カリブ諸国の中で好きな国は（トリニダード・トバゴ）							
バルバドス	ジャマイカ	セントルシア	グレナダ	バハマ	N/A	その他少数意見	合計
218	97	93	38	34	12	130	622

Fig.7

Q2. カリブ諸国の中で嫌いな国は（トリニダード・トバゴ）							
N/A	ジャマイカ	ガイアナ	ハイチ	バルバドス	キューバ	その他少数意見	合計
172	142	84	73	39	13	98	621

Fig.8

Q3. ラテンアメリカ諸国の中で好きな国は（トリニダード・トバゴ）								
ブラジル	メキシコ	キューバ	N/A	コロンビア	ベネズエラ	パナマ	その他少数意見	合計
112	57	47	44	41	39	28	180	548

Fig.9

Q4. ラテンアメリカ諸国の中で嫌いな国は（トリニダード・トバゴ）							
ベネズエラ	N/A	コロンビア	キューバ	ブラジル	メキシコ	その他少数意見	合計
201	176	39	33	27	24	102	602

Fig.10

Q5. 世界の中で好きな国は（トリニダード・トバゴ）							
カナダ	米国	英国	日本	イタリア	N/A	その他少数意見	合計
81	72	43	38	31	31	282	578

Fig.11

Q6. 世界の中で嫌いな国は（トリニダード・トバゴ）						
米国	N/A	北朝鮮	中国	シリア	その他少数意見	合計
150	144	63	27	20	206	610

Fig.12

[1] 教養教育
[2] General Education
[3] Demas, William. “Critical Issues in Caribbean Development.” in Hall and Chuck-A-Sang (eds). *Regional Integration Key to Caribbean Survival and Prosperity*. Florid: University Press of Florida. 2012.参照。
[4] Boxill, Ian. Ideology and Caribbean Integration. Kingston: Canoe Press University of the West Indies. 1997.; Owen, Arthur. “The Caribbean Single Market and Economy: The Way Forward.” in Hall and Chuck-A-Sang (eds). *Regional Integration Key to Caribbean Survival and Prosperity.* Florid: University Press of Florida. 2012.; Patterson, P. J. “CARICOM Beyond Thirty：Charting New Directions.” in Hall and Chuck-A-Sang (eds). *Regional Integration Key to Caribbean Survival and Prosperity*. Florid: University Press of Florida. 2012. ;Collins, Rudolph A.. “Strengthening the Caribbean Community: a Comment on the Role of Functional Cooperation.” in Hall and Chuck-A-Sang (eds). *Regional Integration Key to Caribbean Survival and Prosperity*. Florid: University Press of Florida. 2012.など。
[5] Bolland, O. Nigel(ed). *The Birth of Caribbean Civilization*. Kingston: Ian Randle Publishers. 2004.参照。
[6] ジャマイカにおける調査は別稿 Moriguchi, Mai. “Jamaican Attitudes Toward Foreign Countries: A Survey Study.” 『法学論集』. 80: 1-16. 2018.において更に詳しく論じている。
[7] 分析には、IBM 社製 SPSS 27 の統計解析ソフトを用いた。
[8] López Oceguera, Rosa. “El impacto de la Revolución cubana en el Gran Caribe:unavisión cincuenta años después”, in Martinez, Milagros and Laguardia, Jackelineceds. *El Caribe a Los 50 Años de La Revolución Cubana*. La Habama:Editorial de Ciencias Sociales. 154-171. 2011.
[9] Cotman, John Walton. “Caribbean Convergence: Comtemporary Cuba- CARICOM Relations”, in Erisman, H. Michael and M. Kirk, John (eds). *Redifining Cuban Foreign Policy- The Impacto of the “Special Period”*. Florida: University Press of Florida: 121-149. 2006.; Cotman, John Walton. “The Havana Consensus: Cuba’s Ties with Five CARICOM States”, in Hall, Kenneth O. and Chuck-A-Sang, Myrtle (eds). *Coping with the Collapse of the Old Order: Caricom’s New External Agenda*. Kingston: The Integrationalist. 200-217. 2013.などを参照。
[10] インド系、アフリカ系、混血といった回答もあれば、更に詳細な分類の回答も、「アジア」という、東インドを指すのか、それ以外のアジアを指すのか不明な大きなくくりでの回答も見られた。混血の場合、混血に何を含むのかの記述の有無にも差があった。更には、トリニダディアン、西インド、カリビアンといった回答も見られた。この段落で述べているインド系とは、カリブを意味する西インドを除き「インド」を含む回答を全て入れたものである。アジアという回答は含めていない。
　例えばアフリカというカテゴリーは当然多くの国を含むため、好きな国と嫌いな国でそれぞれ別のアフリカの国を挙げた回答者もいるが、ここではいずれもアフリカとしてカウントしている。
[11] 詳細は森口舞.「カリブ諸国における奴隷制と植民地支配に対する賠償運動」『大阪経済法科大学 21 世紀研究』8. 21 世紀社会総合研究センター. 27-43. 2017.を参照。
[12] しかし、これらの理由は各 1 票であった。付記しておくと、米英を除く先進国でという条件のためここに日本が上がっているが、好きでは嫌いの 7.8 倍（39 票）を得ている。また、その他先進国では韓国も 5 票を得ているが、理由の記述から韓国（South Korea）と北朝鮮（North Korea）を混同した可能性が高いと思われる回答が複数含まれていた。
[13] 例えば、トリニダード・トバゴの調査において、カリブカテゴリーで全ての無効回答を合計しても好きな国で 2.0%、嫌いな国で 2.2%であった。
[14] だが、トリニダード・トバゴにとってはわずか十数キロの海を隔てた隣国であるベネズエラは地理的にも歴史的にも重要な存在であり、当てはまらない。このようにラテンアメリカの中でも特定の国の存在感は高いというケースは当然ながらある。
[15] Clive, Thomas. “Global Economic Crisis: CARICOM Impacts and Responses.” in Hall and Chuck-A-Sang (eds). *Regional Integration Key to Caribbean Survival and Prosperity*. Florid: University Press of Florida. 2012.参照。
[16] Jessen, Anneke and Rodríguez, Ennio. *The Caribbean Community: Facing the challenges of Regional and Global Integration*. Buenos Aires: Inter-American Development Bank. 1999.参照。
[17] Kirton, Mark. “La comunidad caribeña en el hemisferio: caminos alternativos hacia la integración regional” in Martínez, Milagros and Laguardia, Jackeline (eds). *El Caribe en el siglo XXI. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales*. 83-96. 2011. 参照。

（原稿受理日　令和 2 年 10 月 1 日）

人間-生活環境系分野における研究

垣鍔　直 [1)]

Research on Man and His Environment System

Naoshi　KAKITSUBA[1)]

Abstract

Domain of the man and his environment system is widely varied as related to human activity. I have studied on seven different categories; evaluation of urban climate, building maintenance, thermal environment in a hyperbaric atmosphere, evaluation of sleep environment, science of clothing, lighting environment, and thermal physiology. All the categories share two keywords; seasonal change and psychological/physiological responses. In this paper, five categories are briefly introduced.

1. はじめに

私が名城大学理工学部に着任したのが 2004 年の 10 月であった．従って，2021 年の 3 月で 17 年間勤務したことになる．研究者としての活動は 1982 年からなので足掛け 39 年間になる．先輩諸先生方が退職時に「あっという間の○○年だった」と感慨深げに挨拶されていたことを思い出し，いま正に自分が実感している次第である．本稿は，退職原稿とのことなので，39 年間の研究活動をまとめてみた．

2.　研究の範囲

タイトルを「人間-生活環境系分野における研究」とした．まず，人間-生活環境分野とは何かを概説する．図 1～図 2 に人間-生活環境系システムの概略図を示す. 図 1 は生活空間の広がりを示している．我々は日常生活で屋内外を往来し，地下街や高層のビルに移動するが，それにより気候の影響を受けるだけでなく，気圧の変動も受ける．特殊なケースでは，海底居住スペース（高圧環境）や宇宙ステーション（無重力環境）での生活も可能になってきている．最近はリニアモーターを利用できるようになり，大深度地下街（高圧環境）での居住も可能になってくる．このような生活の広がりにより人体が受ける様々なストレスを研究することの必要性が認識されている．

図 2 はヒトの心理・生理と人間-環境系システムの関係を図式化している．快適なストレスの少ない生活空間を創造するには，ヒトの生理を理解することが重要であることを示している．例えば，最近では常識になりつつある 1 日のサーカデイアンリズムをサポートする温熱環境制御や照明環境制御は良い例である．また，日本には四季があるので，健康に過ごすためには気候順化が重要となる．この様に，生活空間とヒトの心理・生理の関係を知ることは人間-環境系システムには必要不可欠になっている．

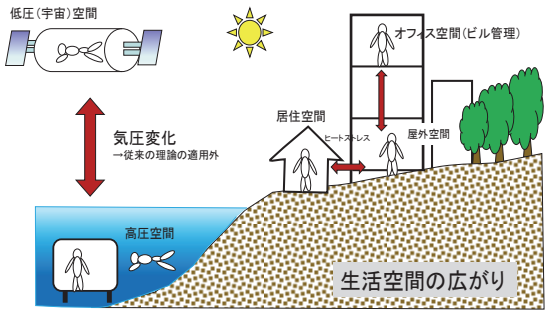


Fig. 1 Human activity related to Man and his environment system

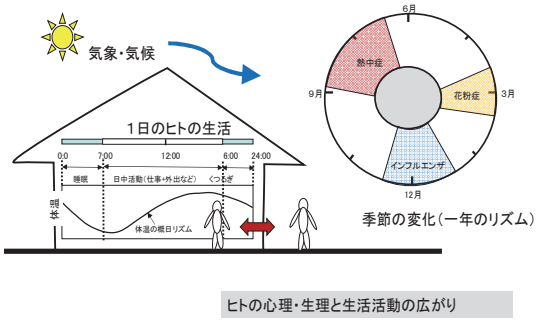


Fig. 2 Human psychology and physiology related to Man and his environment system

人間 - 生活環境系システムにおける私の研究分野を図 3 に示す．主に 7 分野があり，それらが共有する keywords

1) 環境創造工学科

1) Department of Environment Science and Technology

は２つあり，「心理・生理」と「季節差」である．工学の分野なのに，なぜ生理学が関連するのかと不審に思う読者がいるはずである．例えば，熱中症を予防するために暑熱環境への曝露時間の限界を予測する体温調節モデルがあるとする．それには，多くの境界値や初期データ（生理反応など）を入力しないと予測できない．つまり，生理反応のデータベースがなければシミュレーションモデルは役に立たなくなる．近年は，医者や生理学者よりも工学者の方が生理学への関心が高まっている．以上が人間 - 生活環境系システムが工学の分野で重要になっていることが理由である．

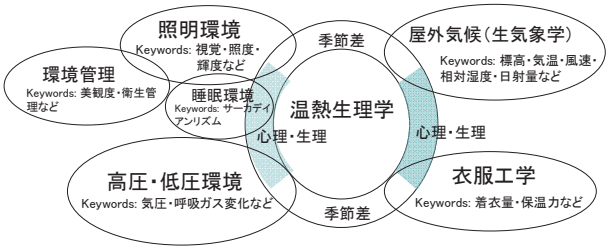


Fig. 3 Research domain related to Man and his environment system and their relations

3.　人間–生活環境系分野における研究の概要

私の研究対象分野を紹介するが，図3に示した「屋外気候（生気象学）に関する研究」，「環境管理に関する研究」，「睡眠に関する研究」は省略する．但し，屋外環境（生気象学）に関する研究」の一部は本学に着任した2004年に本誌に新任教員の紹介として報告しているので参照して頂きたい．

3.1　高圧環境における温熱環境制御に関する研究

1970 年代～1980 年代に，日本海の大陸棚開発に注目して，海洋資源探索システムの開発が進められた．当時の科学技術庁のもとに海洋科学技術センターが開設され，高圧環境下での生活の可能性が模索された．圧順応や減圧症の防止などが重要課題だったこともあり，医学生理学の分野の研究が主であったが，高圧のせいでヒトの生理が変化することや従来の熱収支理論が使えないなどの理由から，温熱環境の制御に難しさがあった．院生から学位取得後の４年余りは高圧環境における温熱環境制御に注目した[1)～6)]．それらの研究の一つ[3)]を紹介する．

高圧に飽和した人体は，常圧に戻る時には体内組織に溶けたガスは血中で運ばれ，肺を介して体外に排出される．血中への溶存限界を超えると気泡状態となり，血流を止め，死に至る可能性があるので減圧プログラムの実施には細心の注意を要する．ガスの排出を促進する方法が検討され，静脈血内に溶存したガスと環境のガス分圧の差を最大にして経皮を介したガス排出量を促進する方法が検討された．皮膚血流量が多ければ溶存ガス量も多くなり，拡散距離も短くなるので経皮を介したガス排出量が多くなるという仮説で実験を実施した。図４は経皮を介し拡散する呼吸ガスを検知するための実験装置を示す．対象としたガスはヘリウムと窒素である．図５に示す様に，皮膚血流量に比例してガス排出量が増える結果を報告している．

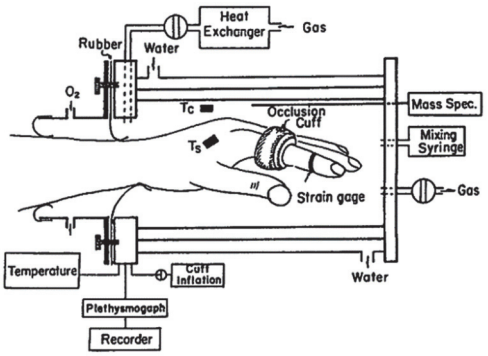


Fig. 4 Experimental set-up for detecting respiratory gas diffusion through the human skin

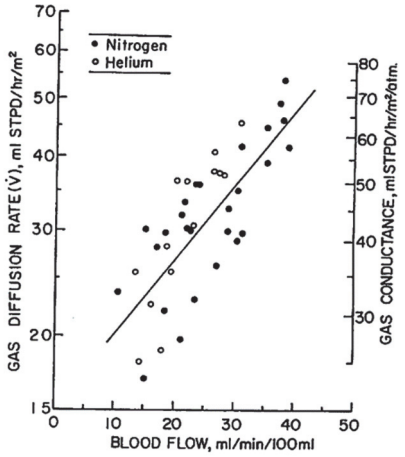


Fig. 5 Relationship between blood flow rate and gas diffusion rate

3.2　温熱生理学に関する研究

高圧環境下での温熱環境制御に興味を持ったこともあり，研究継続のために温熱生理学を独学せざるを得なくなったが，結果的に生涯研究になった．被験者実験が主な手法であるが，容易に sample size を増やせないので論文数は少ないが，ある程度の成果を挙げられた[7)～22)]．ここでは，科研費などの支援を得た Core interthreshold zone (CIZ)に関する研究[11)，12)，15)，20)]を紹介する．

図６はReciprocal cross-inhibition theory（逆交雑抑制理論）のシステムズを示している．人体が寒冷環境或いは暑熱環境に暴露された時，皮下の温冷覚受容器から求心

性情報が視床下部に送られるが，すぐに処理され，ふるえや発汗を誘引するわけではない．簡単に表現すると逡巡する範囲がある．反応として無反応に見える範囲をCIZと呼ぶ．図７に示したが，皮膚温一定で体温が変化する条件でのふるえと発汗の閾値間をCIZと定義する．これは，体温が変化せず，皮膚温が変化する場合も成り立つ[11]．

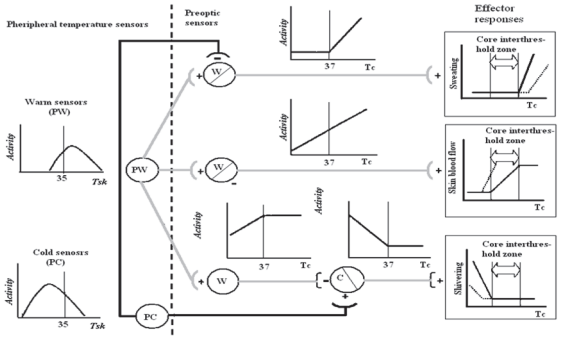


Fig. 6 Reciprocal cross-inhibition theory

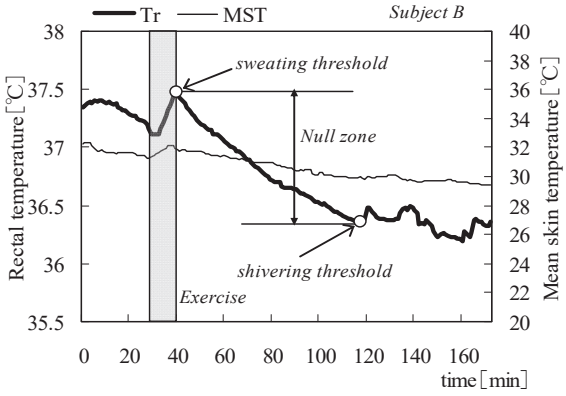


Fig. 7 Change in rectal temperature and shivering and sweat thresholds

一連の研究では，季節差，男女差に加え，体組成や照明環境の影響などを検証した．結果の一部を図８に示す．照明の研究にも関連する実験結果ではあるが，明るさが２倍になると季節に関わらずCIZが２倍近くになることと，冬期よりも夏期の方のCIZが２倍近くになることを確かめた．光源は 5, 000K の３波長蛍光灯である．条件によりふるえの閾値が異なることが原因であった．

この研究では仮説を立てられなかったが，結果から判断すると，夏期は寒冷刺激に対し交感神経系の活動がやや低下すると同時に，暑熱刺激に対し副交感系の低下が比較的大きいことが原因と考えた．また，冬期は寒冷刺激に対して交感神経系がやや賦活した結果と考えた．これらの一連の研究で，体温調節システムが照明環境（非視覚系）を含む環境条件の影響受けることを検証した．

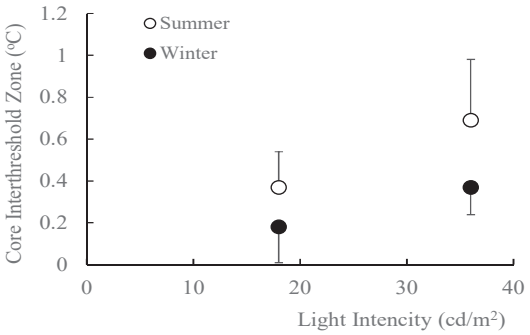


Fig. 8 Seasonal change in core interthreshold zone at two illuminance levels

3.3　衣服工学に関する研究

高圧環境における温熱環境制御に関する研究で，高圧下での着衣の熱的性能が大きく変化することに注目したことを契機に衣服工学に興味を持った．幾つかの研究成果[23)~31)]報告しているが，一例を[24)]紹介する．

着衣時の周囲環境と人体の熱収支，特に乾性放受熱量（対流と放射による放受熱量の合計）には，着衣による放熱面積の増加が影響する．着衣時の乾性放受熱量は次式で定義される．

$$DRY = h \times F_{cle} \times (\bar{t}_{sk} - t_a) \quad (W/m^2) \qquad (1)$$

ここに，DRY：乾性放受量 (W/m²)，h：総合熱伝達率（W/m²・℃）；F_{cle}：有効着衣伝熱効率（ND）；$\bar{t}_{sk}$：平均皮膚温（℃）；t_a：気温（℃）

また，F_{cle}は次式で定義される．

$$F_{cle} = \frac{1}{1+0.18\times h\times I_{cle}} \quad (ND) \qquad (2)$$

ここに，I_{cle}：有効着衣抵抗 (clo)

さらに，実際の着衣熱抵抗（I_{cl}）は次式で定義される．

$$I_{cl} = I_{cle} + \frac{f_{cl}-1}{0.18\times f_{cl}\times h} \quad (clo) \qquad (3)$$

ここに，f_{cl}：着衣の放熱面積率=$\frac{A_{cl}}{A_d}$ (ND)

f_{cl}の推定式を導出するために，図９に示す簡単なモデルを考え，写真法による放射面積率の求め方を参考に，次式を提案した．

$$f_{cl} = \left(1 + 0.93 \times V_\mu / V_b\right) \quad (ND) \qquad (4)$$

ここに，V_μ：被服下気候の容積 (m³)，V_b：人体容積 (m³)

そこで，式の信頼性を検証するために，OP-Fisheye レンズを用いた写真撮影から f_{cl}の値を実験的に求め，推定値との比較を行った．その結果を図 10 に示す．非常に良く相関していることを確かめている．

その後の研究[30)]では，着衣のゆとり度が着衣時の放熱面積率に及ぼす影響などを検討し，式４で定義した推定式

の信頼性を確かめている.

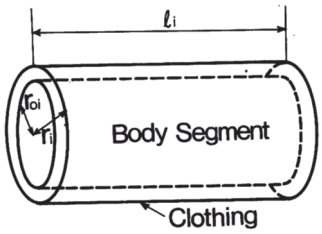


Fig. 9 Cylindrical model and corresponding part of clothing assembly

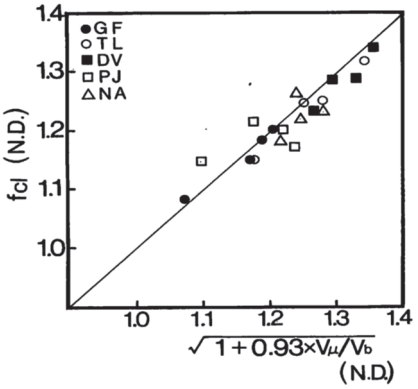


Fig. 10 Predicted f_{cl} values vs. photographically determined f_{cl} values

3.4　照明環境に関する研究

2000 年から照明及び表面色に関する研究を進めており，幾つかの研究論文[32)～42)]を発表している．一般的に照明条件は光源の色温度と照度の組み合わせで表現される．19 世紀後半にイギリスの技術者 Kruithof が提案した快適線図は 120 年間も教科書に掲載されているが，この Kruithof の快適照明条件に対するゼミ生達の素朴な疑問から始まった研究がある．ここでは，Kruithof が提案した快適線図の適用限界を検証した研究例[41)，42)]を紹介する．

これまでに Kruithof が提案した快適線図の適用限界を指摘した先行研究はあったが，心理反応（明るさ感申告など）のみに依存したモニター試験だったため，快適範囲の閾値を特定するには至っていなかった．そこで実験方法を工夫し，水平面照度をステップ変化させ，心理反応と生理反応（心電図，脳波）を測定し，それらの経時変化を記録することで閾値を特定することを試みた．そもそも閾値が必要なのかも議論したが，Kruithof が提案した快適線図が教科書に掲載されている以上，その適用限界を検証することは意義があると考えた.

対象とした光源は３波長蛍光灯と LED 光源である．対象とした被験者群は，３波長蛍光灯では若年男性群のみ，LED 光源の場合は若年男女の２群であった. 結果を図 11～図 13 に示す．３波長蛍光灯の場合，Kruithof の閾値と比較すると，低色温度の快適範囲が高照度側に拡張され，高色温度の快適域は低照度側に制限されることを確かめた，LED 光源の場合は，光源の分光分布が異なり，青色成分や多いことに加え，指向性が強いことが原因と思われるが，3 波長蛍光灯の閾値と異なり，色温度に関わらず，上限値は高めの値を示した。一方，下限値については，3000K と 4000K では蛍光灯の閾値より高い値を示し，5000K では低めの値を示した。従って，LED 光源による照明では，３波長蛍光灯と比較すると低色温度では快適照度範囲が高照度側になる傾向が示唆された．また，閾値に性差はないことも確かめた.

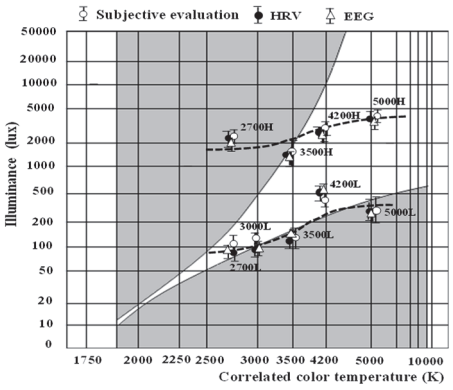


Fig. 11 Comfortable lighting zone for fluorescent lamps

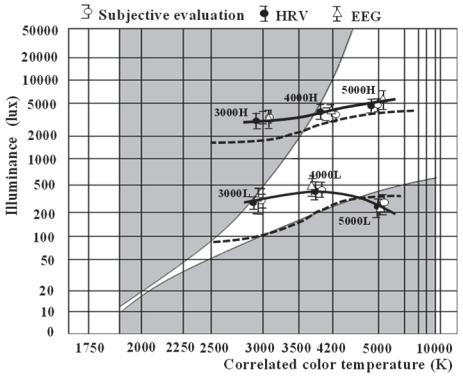


Fig. 12 Comfortable lighting zone for LED lamps in the case of young male subjects

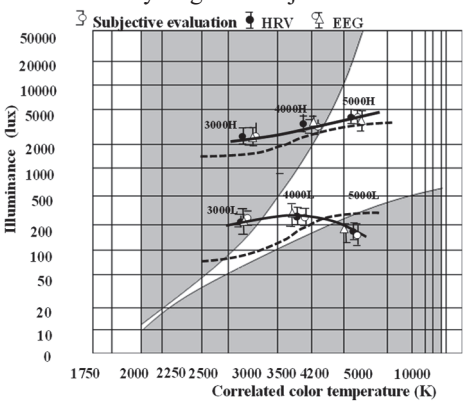


Fig. 13 Comfortable lighting zone for LED lamps in the case of young female subjects

4. おわりに

以上，簡単に 39 年間の人間−生活環境系分野における研究活動を紹介した．実は，口頭発表のみの研究にも我々の生活に役に立つ成果を挙げた研究例もある．例えば，夏期のエアコンによる冷房の場合，直接在室者に冷風を当てるのではなく，コアンダ効果を利用して天井面に沿って冷風を送り，周壁からの熱放射を軽減する冷却方法の利点を検証した研究[43)]などがある．その研究を参考に開発，販売されたエアコンもある．

退職して現役から身を引く者にとって，人間−環境系システムの研究に興味を持ってくれる後進が増えてくれることを切に望むところである．

謝辞

研究生活を楽しめたことは僥倖であった．外部資金の取得がなかなか難しかったが，幸いにも 2017 年に総合研究センターが承認され，本学から 3 年間の研究助成を受けた．ここに，本学に感謝の意を表します．また，17 年間に多くのゼミ生や 5 名の修士院生が研究に共感してくれ，実験や調査に取り組んでもらった．ここに，彼らに感謝の意を表します．

参考文献

1）垣鍔 直，吉田燐，中山英明：高圧ヘリウム混合ガスの温熱環境に関する基礎的研究，日本建築学会論文報告集,305: pp.112 -121，1981.7.

2）Kakitsuba，N.：Evaporative rate from skin surface in hyperbaric helium environments，空気調和衛生工学会論文報告集, 19: pp.59-69，1982.6.

3）Lin, Y. C., N. Kakitsuba, K. Watanabe, G. W. Mack ：Influence of blood flow on cutaneous permeability to inert gas，Journal Applied Physiology, 57: pp.1167-1172，1984.8.

4）Kakitsuba, N., K. R. Bondi: Heat transfer from the human body in hyperthermic low gas-velocity environments, Aviat. Space Environ. Med., 58(3): pp.227-236, 1987.6.

5）Mekjavic, I. B. , N. Kakitsuba: Effect of peripheral temperature on the formation of venous gas bubbles, Undersea Biomed. Res., 16(5): pp.391-401, 1989.10.

6）Kakitsuba, N. : Thermal Problems in Hyperbaric Environments, Global Environmental Research, 13(1): pp.15-19, 2009.6.

7) Middlemen, K. D. , Mekjavic, I. B., N. Kakitsuba: The role of shivering thermogenesis and total body insulation in core cooling rate, Journal of Physiological Anthropology, 6(2): pp.61-68, 1987.4.

8) Kakitsuba, N., I. B. Mekjavic: Determining the rate of body heat storage by incorporating body composition, Aviat. Space Environ. Med., 58(4): pp.301-307, 1987.8.

9) 垣鍔 直, 鈴木健次: 体組成を考慮した蓄熱量の算定と皮膚面からの放熱特性に関する実験的研究，日本建築学会論文報告集, 493: pp. 85-91, 1997.3.

10) 鈴木健次，垣鍔 直: 体表面積と形態係数に基づいた人体形状モデルの開発，日本建築学会計画系論文集, 515: pp. 49-55, 1999.1.

11) Kakitsuba, N., I.B. Mekjavic, T. Katsuura: Individual Variability in the peripheral and central Interthreshold zones, Journal of Physiological Anthropology, .26(3): pp.403-409, 2007.6.

12) Kakitsuba, N., I. B. Mekjavic, T. Katsuura: Individual Variability in the core interthreshold zone as related to body physique, somatotype, and physical constitution, Journal of Physiological Anthropology, 28(6): pp.275-281, 2009.11.

13) Kakitsuba, N., I.B. Mekjavic, T. Katsuura: The effect of season and light intensity on the core threshold zone, Journal of Physiological Anthropology, 30(4): pp.161-167, 2011.7.

14) Kakitsuba, N., M. D. White: Change in heat loss after light exercise and food intake, Journal of the Human-Environment system, 14(1): pp.19-25, 2011.11.

15) Kakitsuba, N., I.B. Mekjavic, T. Katsuura: The core interthreshold zone during exposure to red and blue light, Journal of Physiological Anthropology, 32/1/6, 2013.4.

16) Kakitsuba, N., M. D. White: Effect of change in ambient temperature on core temperature during the daytime, International Journal of Biometeorology, DOI 10.1007/s00484-013-0673-8, 2013.5.

17) Kakitsuba, N., Physiological responses to changes in relative humidity under thermally neutral, warm and hot conditions, Journal of Thermal Biology, 59, 86–91, 2016.7.

18) Kakitsuba, N., 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, 2017.7.

19) Kakitsuba, N: Current knowledge on the effects of humidity on physiological and psychological responses,Journal of the Human-Environment System, .20(1); 1-10, 2018.3.

20) Kakitsuba, N., I.B. Mekjavic: Diurnal Variation in the Core Interthreshold Zone in Women and its Sex Difference, International Physiology Journal, 1(1): 26-37, 2018.4.

21) Kakitsuba, N.: Effect of change in ambient temperature on core temperature of female subjects during the daytime and its sex

differences, International Journal of Biometeorology, doi.org/10.1007/s00484-019-01721-1, 2019.4.
22) Kakitsuba, N., Q. Chena, Y. Komatsu: Diurnal change in psychological and physiological responses to consistent relative humidity, Journal of Thermal Biology, doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.102490, 2020.1.
23) Sullivan, P. J., I.B. Mekjavic, N. Kakitsuba: Determination of clothing microenvironment volume, Ergonomics, 30(7): pp. 1043-1052, 1987.8.
24) Kakitsuba, N., H. Michna, I. B. Mekjavic: Clothing surface area as related to body volume and clothing microenvironment volume, Aviat. Space Environ. Med., 58: pp. 411-416, 1987.8.
25) Sullivan, P., J., I. B. Mekjavic, N. Kakitsuba: Ventilation index of helicopter pilot suits, Ergonomics, 30(7): pp.1053-1061, 1987.10.
26) Kakitsuba, N., H. Michna, I. B. Mekjavic: Dynamic moisture permeation through clothing, Aviat. Space Environ. Med., 59: pp. 49-53, 1988.6.
27) 垣鍔 直, 鈴木健次, 土川忠浩, 堀越哲美: 着衣のゆるみ度が有効放射面積に及ぼす影響に関する研究, 日本建築学会論文報告集, 500: pp. 37 -41, 1997.10.
28) 冨田明美, 宮本征一, 堀越哲美, 垣鍔 直: 着衣のゆとりが人体の有効放射面積と形態係数に及ぼす影響に関する研究 1-青年女子被験者を用いた立位姿勢の場合, 日本建築学会計画系論文集, 528: pp.37-42, 2000.2.
29) 宮本征一, 冨田明美, 堀越哲美, 垣鍔 直: 着衣のゆとり度が人体の有効放射面積と形態係数に及ぼす影響に関する研究 2-成年男子被験者を用いた立位姿勢の場合, 日本建築学会計画系論文集, 539: pp.23-28, 2001.1.
30) Kakitsuba, N.: Investigation into clothing area factor of tight and loose fitting clothing in three different positions, Journal of the Human-Environment System, 7(2): pp.76-81, 2004.7.
31) Kakitsuba, N.: Dynamic change in sweat rates and evaporation rates through clothing during hot exposure, Journal of Thermal Biology, 29: pp.739-742, 2004.10.
32) 垣鍔 直, 中村 肇, 稲垣卓造, 堀越哲美: 心理・生理反応から評価した好みの色温度と室の組み合わせに関する実験的研究 その１．照度 が 1,500 ルクスの場合の好みの色温度の季節差, 日本建築学会計画系論文集, 528: pp. 67-73, 2000.2.
33) 垣鍔 直, 茂吉雅典, 中村肇, 稲垣卓造, 堀越哲美: 心理・生理反応から評した好みの色温度と室温組み合わせに関する実験的研究　その２．照度が 200 ルクスの場合の好みの色温度の季節差, 日本建築学会計画系論文集, 532: pp.87-92, 2000.6.
34) 中村 肇, 垣鍔 直, 沖允人: 気温が色温度の好ましさに及ぼす影響, 日本建築学会計画系論文集, 535: pp.1-7, 2000.9.
35) 垣鍔 直, 室 恵子, 堀越哲美: 心理・生理反応から評した好みの色温度と室温組み合わせに関する実験的研究 その３．照度が 1,500 ルクスの場合の中年女性の好みの色温度の季節差, 日本建築学会環境系論文集, 568: pp. 77-81, 2003.6.
36) Ishi, M., N. Kakitsuba: Preferred color temperature at 200lx during exposure to cool or warm environments for middle-aged female subjects, Journal of the Human-Environment System, 6(2): pp.93-99, 2003.7.
37) 垣鍔 直, 大影佳史: 好みの表面色の性差・季節差に関する実験的研究, 日本建築学会環境系論文集, 602: pp.17-23, 2006.4.
38) Kakitsuba, N., S. Lee, T. Katsuura: Effect of morning bright light after waking on the morning rise in core temperature, The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America, doi:10.1080/15.502724 2014.981340, 2014.12.
39) 勝浦哲夫, 金 信琴, 野崎翔太, 内山友里亜, 高崎良香, 李スミン, 下村義弘, 垣鍔直: 人工光環境に対する生理反応-性格特性との関連及び青色パルス光の非視覚的作用, 日本整理人類学会誌, 20(1), pp 4-18, 2015.2.
40) Kakitsuba, N.: Comfortable indoor lighting conditions evaluated from psychological and physiological responses, The Journal of the Illuminating Engineering Society of North America, doi: 0.1080/15502724. 2015.1061945, 2015.8.
41) Soomin, L., N. Kakitsuba, T. Katsuura: Do green-blocking glasses enhance the nonvisual effect of white polychromatic light?, Journal of Physiological Anthropology, idoi.org: 10.1186/s40101-018.2018.1, 2018.9.
42) Kakitsuba, N.: Comfortable indoor lighting conditions for LED lights evaluated from psychological and physiological responses, Applied Ergonomics, JERG_102941, 2019.9.
43) 垣鍔 直, 山田邦之 : 天井面放射冷却の体感への影響と冷却条件に関する実験的研究, 第 37 回人間-生活環境系学会大会シンポジウム報告集, pp.139-140, 2013.12.

（原稿受理日　令和 2 年 10 月 1 日）

論　　文

鋼橋に生じた疲労き裂の原因解明に用いる

局部モデルの妥当性に関する検討

浅野拳斗 [1)]　葛　漢彬 [1)]　早川伯彦 [1)]　青木成巳 [1)]

Examination of the validity of the local model to be used for clarifying the cause of fatigue cracks occurred in steel bridges

Kento Asano [1)], Hanbin Ge [1)], Norihiko Hayakawa [1)], Narumi Aoki [1)]

Abstract

Although steel plate girder bridges are often used, fatigue cracks are likely to occur and care must be taken in maintenance. In particular, fatigue cracks generated at the weld between the bracket retainer and the diaphragm are peculiar to the target bridge, and it is considered that the cause is significant stress concentration due to out-of-plane deformation of the diaphragm. Furthermore, out-of-plane deformation has been confirmed in many diaphragms of the target bridge, and fatigue cracks may increase. Thus it is necessary to clarify the cause and take countermeasures. In this study, a whole-bridge model and a local model of the target bridge using FEM analysis were created, and the validity of the local model was verified through the comparison.

1.　緒言

鋼床版箱桁橋は軽量で施工工期が短いことや設計の自由度が高いことなどの利点を生かし，傾斜のあるランプ橋や曲線橋に多く採用されてきた [1)]．しかし，主に重交通路線の都市高速道路や湾岸幹線道路の鋼床版箱桁橋において，建設当初の想定を超えた大型車両の交通量が原因と考えられる疲労き裂が数多く報告されている [1)-7)]．き裂進展防止およびき裂発生に対する対策は必須であり，疲労き裂の発生原因を明らかにし，き裂進展防止のための恒久対策および補強対策，予防対策を考える必要がある．

本研究では，某高速道路の環61～64橋脚の間の3径間連続鋼床板箱桁曲線橋を対象としている．対象区間での疲労き裂の発生箇所としては，Uリブとダイヤフラムの溶接接合部（以下，Uリブ溶接部と称す）および張出しブラケット控え材とダイヤフラムの溶接接合部（以下，ブラケット控え材溶接部と称す），縦リブとダイヤフラムの溶接接合部（以下，縦リブ溶接部と称す）の3箇所で発生している．ここでは，最も疲労き裂発生数の多いブラケット控え材溶接部に着目し，疲労き裂の発生原因の解明に関連した検討を行う．対象区間で全橋モデルを作成する検討では要素数が多くなりすぎてしまい，モデルのメッシュサイズを細かくすると解析に要する時間が非常に長くなってしまうという問題がある．

そこで，本研究では，対象構造物の詳細な全橋モデルおよび局部モデルを用いたFEM構造解析により，ダイヤフラムおよびブラケット控え材溶接部の応力状態等を把握することで，要素数が少なくメッシュサイズも細かくすることができる局部モデルの妥当性を検証することを目的としている．

2.　対象橋梁概要

2.1　対象区間

本研究で対象となるのは，某高速道路の環 61～64 橋脚間の 3 径間連続鋼床版箱桁曲線橋である．全長は 226.325m（支間 71.353＋83.824＋71.148m）であり，幅員は 12.750m～12.978m, 道路の横断勾配は 0.158%～6.0%となっている．一方通行の 3 車線道路であり，デッキプレート上には 80mm のアスファルト舗装が施されている．対象区間には 4 つの橋脚がありそれぞれ異なる鋼製支承が取り付けられている．対象橋梁の全体モデル図を Fig.1 に示し，各橋脚上の支承での境界条件を Table 1 に示す．

1) 社会基盤デザイン工学科　1) Department of Civil Engineering

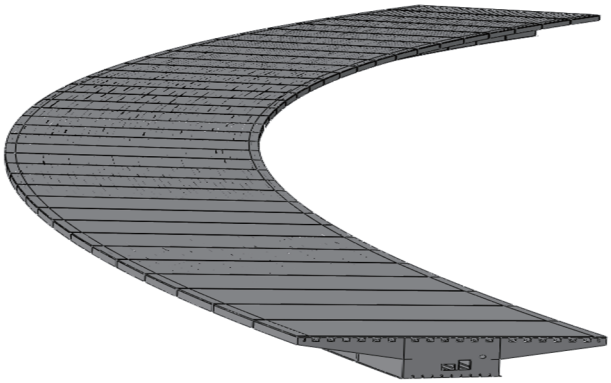


Fig.1 Overall madel diagram of the target bridge

Table 1 Boundary conditions of the target bridge

橋脚		支承種類		ソールプレート面積（縦×横）【縦：橋軸直角方向】［mm］
P22	環 64 橋脚	可動支承	ピボットローラー支承	270×270
P23	環 63 橋脚	可動支承	支承板支承	600×800
P24	環 62 橋脚	固定支承	支承板支承	860×860
P25	環 61 橋脚	可動支承	支承板支承	370×460

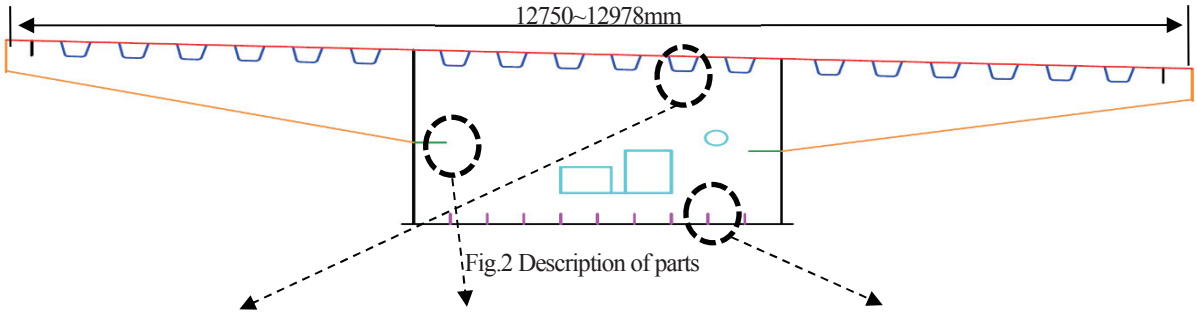
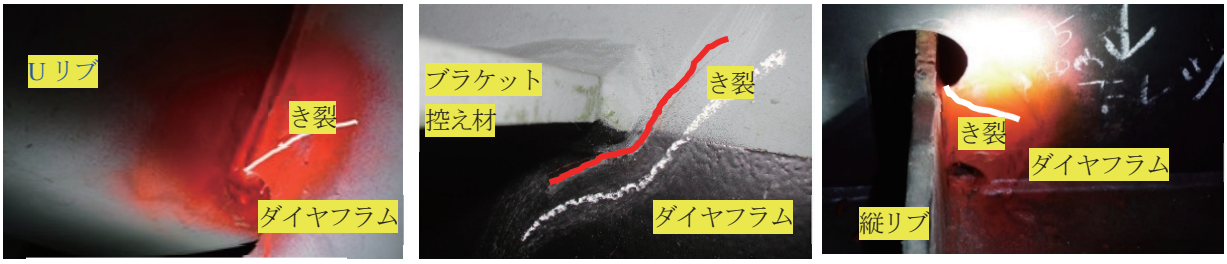


Fig.2 Description of parts



(a)　U リブ溶接部　　(b)　ブラケット控え材溶接部　　(c)　縦リブ溶接部

Pic.1 Fatigue cracks and their locations

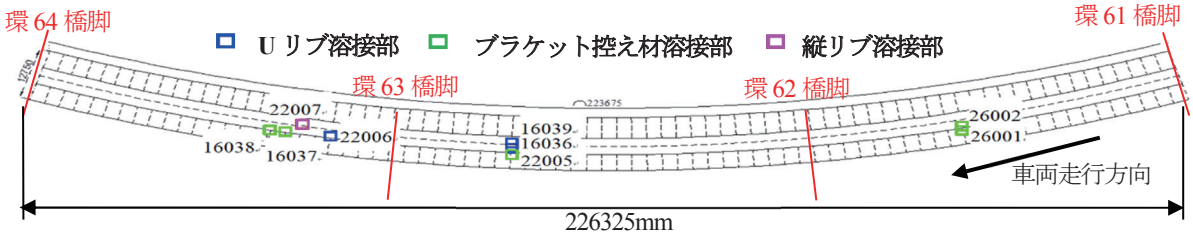


Fig.3 Fatigue crack occurrence location diagram

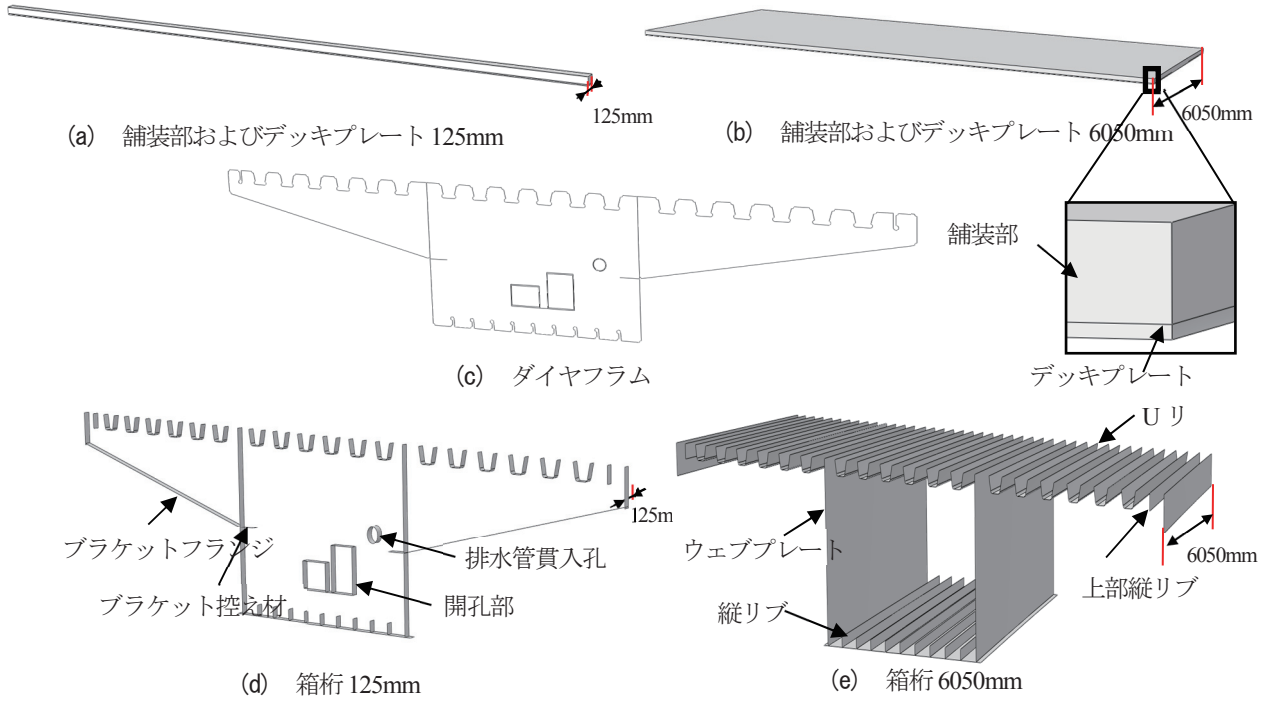


Fig.4 Configuration model (perspective view)

2.2　疲労き裂発生状況

Fig.2 に部材の説明図を示す. 対象橋梁で発生した疲労き裂は，全てダイヤフラムで確認されており，合計 9 箇所で発生している．その内訳は，U リブ溶接部で 3 箇所，ブラケット控え材溶接部で 5 箇所，縦リブ溶接部で 1 箇所である．各箇所で発生している疲労き裂を Pic.1 に示す．U リブ溶接部での疲労き裂は，鋼床版の代表的な疲労き裂であり，対象橋梁においてもストップホールおよび当て板工法によりき裂対策が行われている．縦リブ溶接部においては，発生箇所が少ないことや応力集中が顕著になる箇所ではないと考えられることから，現段階ではき裂進展経過の観察を行っている．特に，注視すべきはブラケット控え材溶接部である．他の橋梁では，この部分の疲労き裂は確認されておらず，対象橋梁特有のものである可能性がある．き裂進展対策として，ストップホールをき裂先端部に設けているが，応急対策に留まっていることから，原因解明と対策法の確立が必要となっていると考えられる. Fig.3 に対象橋梁における疲労き裂発生箇所を示す.

3.　解析概要

3.1　解析モデル

本研究では，汎用有限要素解析プログラム ABAQUS ver.6.13[8]を用いて解析を実施し，対象橋梁は鋼床版橋梁であるため，主に SS400 鋼材で施工されており，ヤング率およびポアソン比は公称値を使用している．舗装部はアスファルト舗装がされており，気温差によってヤング率が変化するが，今回はブラケット控え材の応力集中に与える影響は小さいと考えられるため，1GPa を使用している．ポアソン比は一般的に 0.35 または 0.4 が使用されているため，本研究では 0.35 を使用する．材料諸元および各部材の板厚を Table 2 に示す.

3.1.1　部分モデル

部分モデルを作成するために, Fig.4 に示す構成モデルを各要素（ソリッド要素およびシェル要素）でそれぞれ組み立てる．シェル要素の部分モデルを作成する際に組み立てる構成モデルの数は, 箱桁 125mm が 2 個, それ以外が 1 個ずつであり，ソリッド要素の部分モデルを作成する際に組み立てる構成モデルの数は 125mm の舗装部およびデッキプレートが 2 個，6050mm のそれらが 1 個ずつである．構成モデルを組み立てた部分モデルを Fig.5 に示す.

3.1.2　全橋モデルおよび局部モデル

全橋モデルおよび局部モデルは，部分モデルを複数個結合することで作成する．本研究で検討するブラケット控え材溶接部で発生した疲労き裂は，長スパンのたわみおよび曲線によるねじれ等の桁作用ではないため，スパン中央のダイヤフラムにのみ着目することとする．この時，全橋モデルを使用すると，データ量が増え，作業効率が悪くなる．そこで，作業効率を良くするため，部分モデルを 2，4，8，12 個ずつ結合し，4 パターンの局部モ

デルを作成する．1 径間（2 つの橋脚の間）の橋桁の長さが，12 個の部分モデルを結合する局部モデル（以下，局部モデル 12 と称す）と同じであることから，局部モデルは最大で 12 個の部分モデルとなっている．全橋モデルと局部モデルを比較することで，精度の良い解析結果が得られ，よりデータ量を少なくし，作業を効率化できる局部モデルを検討する．その局部モデルを用いて，ダイヤフラムの面外変形を考慮した解析を行う．作成した全橋モデルおよび局部モデルの上面図を Fig.6 および Fig.7 にそれぞれ示す．また，対象橋梁ではウェブなどの補剛材が所々に設置されているが，ブラケット控え材溶接部の応力集中に与える影響が小さいと考えられるため，本解析では考慮していない．

3.2　境界条件

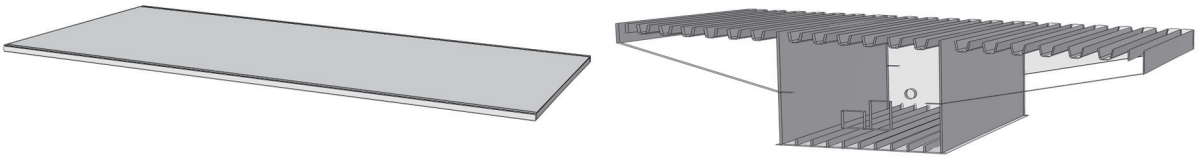
Table 1 に示すように，対象橋梁では 4 箇所に支承が取り付けられており，解析モデルにおいても，Table 3 に示すように拘束方向を決めることで境界条件を与えている．Fig.8 に解析モデルでの境界条件の設定位置を示す．解析モデルのソールプレートに直接，支承面積と同じ面積を作成し，全橋モデルは対象橋梁と同じ位置に拘束を与えている．拘束は，各橋脚部分に局所座標を設定し，局所座標に対して方向を決定している．局部モデルは 4 パターン全てにおいて，Table 3 の太枠に示す環 63 橋脚と環 62 橋脚と同様の支承面積および拘束方向を与えている．全橋モデルと同様に，局所座標を設定し，拘束の方向を決定している．

3.3　載荷方法

載荷条件は，Fig.9 に示す対象橋梁の施工時に用いられた電算インプットデータの死荷重を参考にした．Fig.9 に示す活荷重は L 荷重であり，道路橋示方書（平成 30 年）Ⅰ[9]に規定されている活荷重の T 荷重を用いて載荷する．面積および荷重の大きさは，500mm×200mm（橋軸直角方向×橋軸方向）および 100kN とそれぞれ規定されてい

Table 2 Member thickness and material properties

部材名	断面板厚[mm]	要素	ヤング率[GPa]	ポアソン比
舗装部	80	ソリッド	1	0.35
デッキプレート	12		206	0.3
ダイヤフラム	9	シェル		
U リブ	8			
縦リブ	15,16			
ブラケットフランジ	12			
ブラケット控え材	12			
ソールプレート	16			
排水管貫通孔	10			
開孔部	10			
ウェブプレート	11			
ブラケットウェブ	9			
上部縦リブ	11			



(a)　舗装部およびデッキプレート　　(b)　箱桁部およびダイヤフラム

Fig.5 Partial model (strabismus)

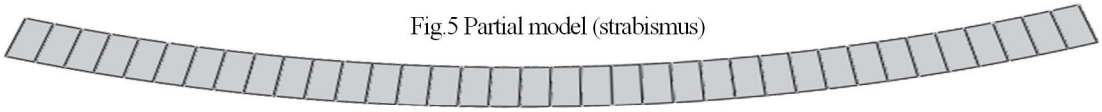
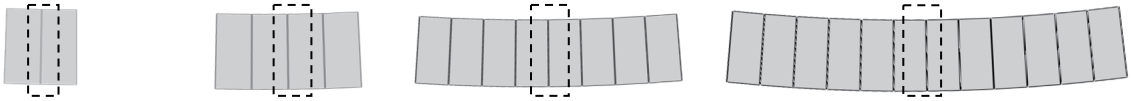


Fig.6 Whole bridge model (top view)



(a)　局部モデル 2　(b)　局部モデル 4　(c)　局部モデル 8　(d)　局部モデル 12

Fig.7 Local model (top view)

ダイヤフラム位置

る．解析においては合計 6 箇所で，Fig.10 に示すように舗装部に T 荷重載荷面積を 3 車線分設けて，載荷を行う．T 荷重および死荷重は，解析において圧力荷重を用いて単調載荷を行う．載荷箇所および大きさは，全橋モデルおよび局部モデル共通で，Fig.10 および Table 4 に示すように決定している．ここで，電算インプットデータを参考に解析における圧力荷重の大きさを決定しており，主桁鋼重等の死荷重に関しても圧力荷重を用いている．

Table 3 Boundary conditions (○ indicates movable)

橋脚		支承面積[mm²]	x 軸変位	y 軸変位	z 軸変位	x 軸回転	y 軸回転	z 軸回転
P22	環 64 橋脚	270×270	×	○	×	○	○	×
P23	環 63 橋脚	600×800	×	○	×	○	×	×
P24	環 62 橋脚	860×860	×	×	×	○	×	×
P25	環 61 橋脚	370×460	×	○	×	○	×	×

Note：局部モデルでは，太線内の境界条件を使用

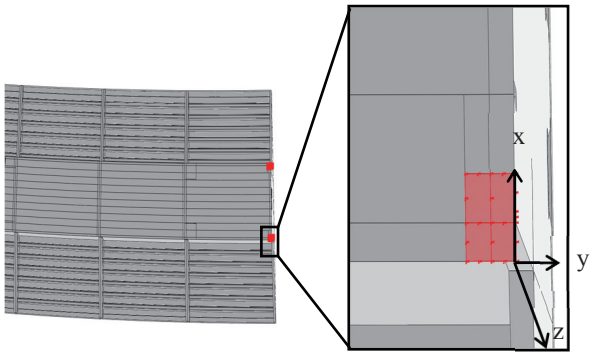


Fig.8 Boundary condition position and local coordinates (bottom view)

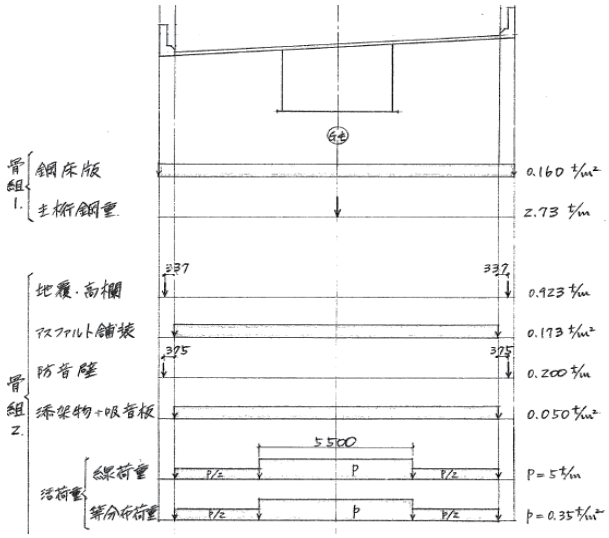
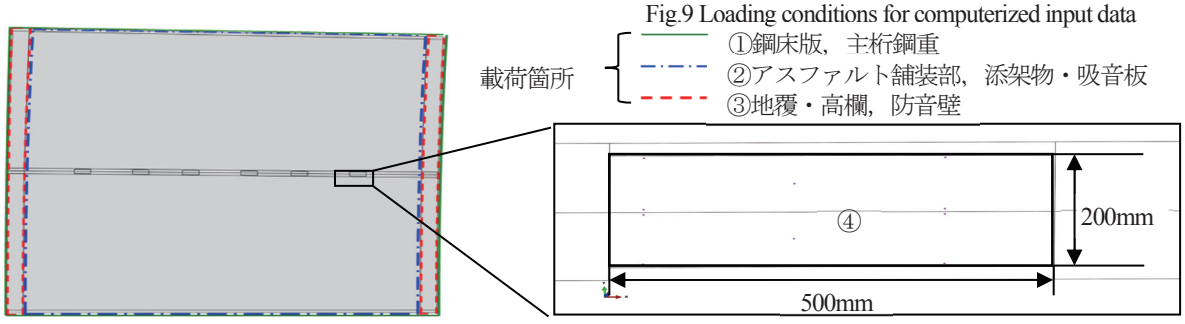


Fig.9 Loading conditions for computerized input data



舗装面（上面図）

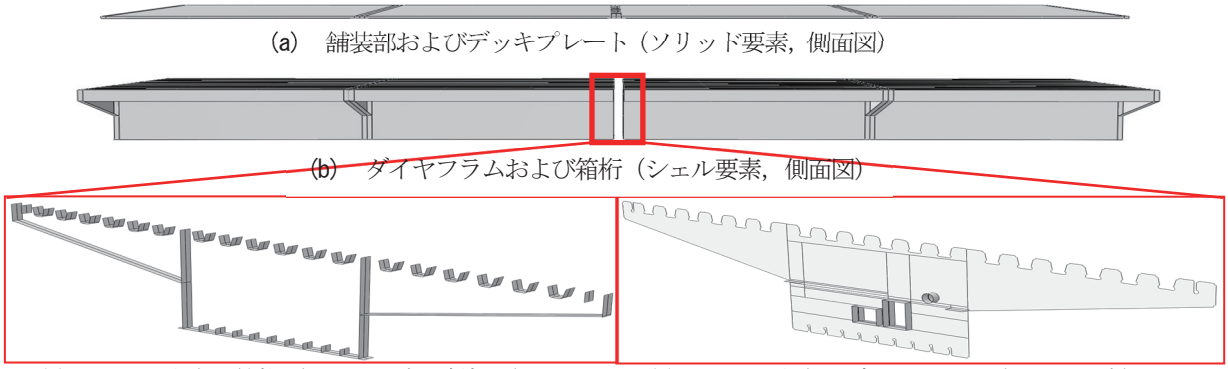
Fig.10 Loading location in local model 2 T 荷重載荷箇所拡大図

Table 4 Loading conditions

死荷重の種類	電算インプットデータ	圧力荷重[N/mm²]	載荷箇所
鋼床版	0.160t/m²	0.0016	①
主桁鋼重	2.73t/m	0.0021	
アスファルト舗装	0.160t/m²	0.0018	②
添架物・吸音板	0.160t/m²	0.0005	
地覆・高欄	2.74t/m	0.0112	③
防音壁	2.75t/m		
活荷重	L 荷重	T 荷重	④

3.4　メッシュ分割

本研究は，スパン中央のダイヤフラムとブラケット控え材溶接部のみに着目するため，メッシュ分割は4段階に分けて行う．Fig.11 に局部モデル 4 におけるメッシュ分割を区別する各部材を示す．全橋モデルおよびその他局部モデルをメッシュ分割する際においても，Fig.11(a)および(b)のモデルの長さのみが異なり，その他同様に行う．特に，スパン中央のダイヤフラムは Fig.11(d)に示す通り，ダイヤフラムの面外変形を設定しやすいように細かく区切っている．メッシュ分割のサイズを小さくするほど，精度の良い結果を得られるが，解析モデルが局部モデルにおいてもスケールが大きいこと，そして面外変形を与えることを考慮し，ブラケット控え材溶接部付近のダイヤフラムのメッシュ分割の最適値とし 25mm×25mm と決定する．スパン中央のダイヤフラムのメッシュサイズに対して，Fig.11(a)～(c)に示す部材のメッシュサイズを結合拘束の影響を考慮し，検討毎に決定する．メッシュの種類は，シェル要素では S4R および S3 を使用し，ソリッド要素では C3D8R を使用する．

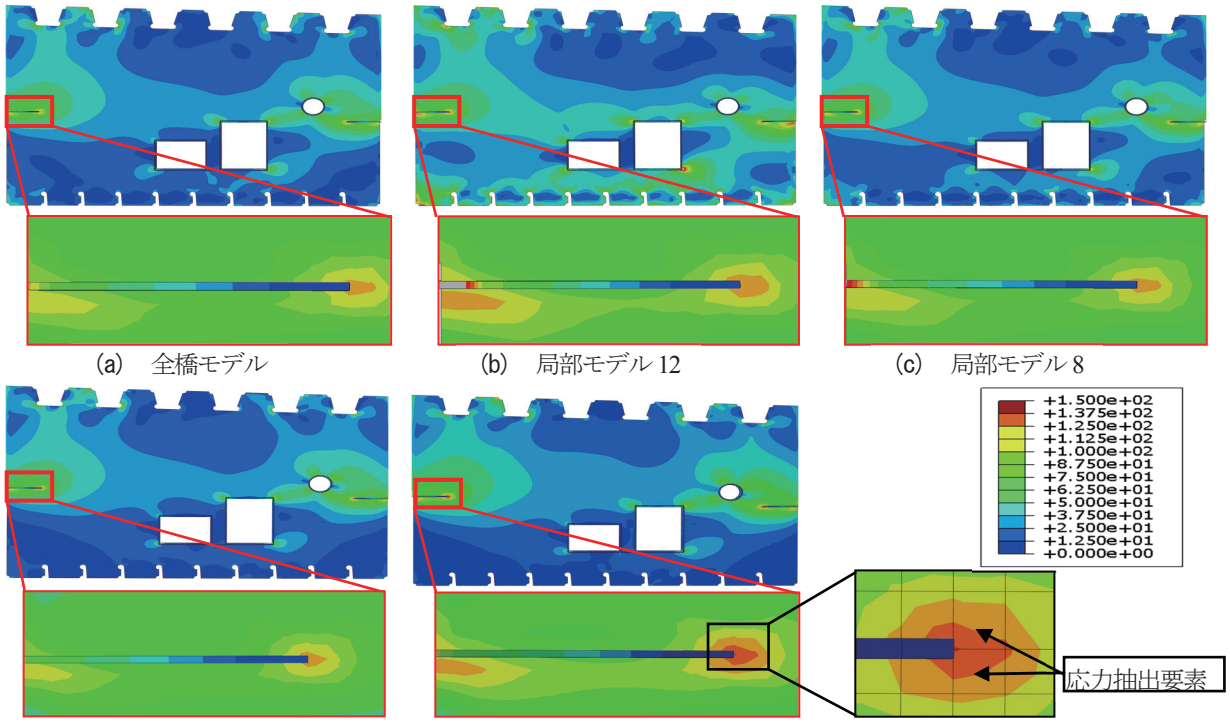


(a)　舗装部およびデッキプレート（ソリッド要素，側面図）

(b)　ダイヤフラムおよび箱桁（シェル要素，側面図）

(c)　スパン中央の箱桁（シェル要素，斜視図）　(d)　スパン中央のダイヤフラム（シェル要素）

Fig.11 Member with different mesh divisions (local model 4)



(a)　全橋モデル　(b)　局部モデル 12　(c)　局部モデル 8

(d)　局部モデル 4　(e)　局部モデル 2　ブラケット控え材溶接部

Fig.12 Von-Mises stress contour diagram in diaphragm

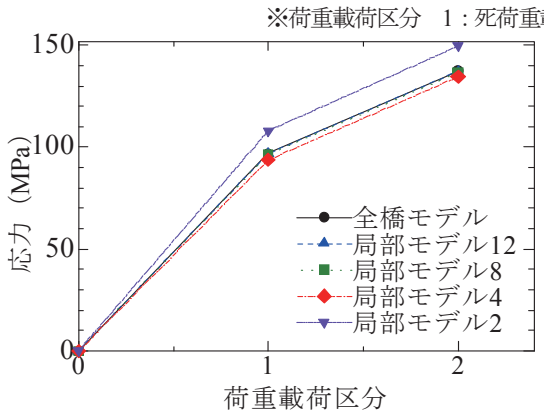


Fig.13 Comparison of von-Mises stress on the welding places of the bracket refrain material for each model

Table 5 Comparison of von-Mises stress values in each analytical model

解析モデル	ブラケット控え材 応力値[MPa]	全橋モデルとの差	全橋モデルに対する 誤差（絶対値）
全橋モデル	137.4	—	—
局部モデル 12	137.3	−0.1	0.1%
局部モデル 8	136.6	−0.8	0.6%
局部モデル 4	134.4	−3.0	2.2%
局部モデル 2	149.6	+12.2	8.9%

Table 6 Relative deflection between the whole bridge model and the local model 4

解析モデル	モデル長さ[mm]	たわみ量[mm]	モデル長さに対するたわみ量の割合
全橋モデル	243000	66.2	0.027%
局部モデル 4	27000	8.6	0.031%

4.　局部モデルの妥当性の検証

4.1　全橋モデルと局部モデルの比較

局部モデルを Fig.7 に示したように 4 パターン作成し，全橋モデルと比較することでその妥当性の検証を行った．スパン中央部におけるメッシュ分割は，第 3 章で記述した通り，25mm×25mm を与えた．全橋モデルと局部モデルの条件を統一するため，舗装部およびデッキプレートは 200mm×200mm×200mm，スパン中央でないダイヤフラムおよび箱桁は 200mm×200mm のメッシュ分割をそれぞれ与えた．

4.2　応力の比較

Fig.12 にスパン中央のダイヤフラムの応力コンター図を示す．Fig.7 に示したすべての解析モデルにおいても対象橋梁で発生していると考えられるブラケット控え材溶接部（ブラケット控え材の先端部と接しているダイヤフラム）における応力集中が確認できる．このことから，ダイヤフラムの応力分布は，モデルの長さによる影響を受けていないことがわかる．

Fig.13 に全橋モデルおよび局部モデルのブラケット控え材溶接部における応力の比較を示す．応力は，Fig.12 に示す左側のブラケット控え材溶接部の応力抽出要素における値であり，2 つの要素の内，大きい値を示している．ここで，Fig.13 に示す荷重載荷区分は，1 が死荷重載荷時であり，2 が死荷重＋活荷重載荷時である．Table 5 には，全橋モデルと局部モデルの応力値の差と全橋モデルの応力に対する誤差を示す．Fig.13 に示すように，全橋モデルに対し，局部モデル 2 を除くすべてのモデルで応力がほとんど変わらないことがわかる．局部モデル 2 では他の局部モデルに比べ明らかに応力値が大きくなっていることがわかる．全橋モデルに対する誤差も局部モデル 4 までは 2.2% と許容できる値であるが，局部モデル 2 は 8.9%となり，精度が他の局部モデルに比べ良くないことがわかる．これは，境界条件がスパン中央のダイヤフラムに近すぎることにより，ダイヤフラムの変形挙動に影響を与え応力が大きくなるためであると考えられる．以上の結果を踏まえ，応力の比較からダイヤフラムが十分配置されており，剛性が確

保できる局部モデル4が全橋モデルの近似モデルとして用いることができると考えられる.

4.3 相対的なたわみ量の比較

全橋モデルと局部モデル4において，モデルの長さに対するたわみ量（相対たわみ量）の比較を行い，局部モデル4 の妥当性を検証する．ここで，たわみ量は，ブラケット控え材溶接部の値を抽出している．Table 6 に全橋モデルおよび局部モデル4 における相対たわみ量を示す．両解析モデルにおいても，相対たわみ量は約 0.03%となっていることがわかる．これらより，橋梁として同様な変形を示し，全橋モデルの近似モデルとして，局部モデル4 を用いることができると考えられる.

5. 結言

本研究では，ブラケット控え材溶接部に発生した疲労き裂の原因解明に用いる局部モデルの妥当性に関する検討を行った．得られた知見を下記に示す.

(1) 局部モデルと全橋モデルでは死荷重および活荷重が作用した際, スパン中央のダイヤフラムの応力分布は, ほぼ同様の応力分布を示した．このことから，荷重作用時のダイヤフラムの応力分布は, モデルの長さによる影響をほとんど受けないことが分かった.

(2) ブラケット控え材溶接部において, 死荷重および活荷重が作用した際，局部モデル2をを除くすべてのモデルで応力がほとんど変わらない. 全橋モデルに対する応力値の誤差も局部モデル4までは2.2%と許容できる範囲である.

(3) 局部モデル2では，境界条件がスパン中央のダイヤフラムに近すぎることにより，ダイヤフラムの面外挙動に影響を与え，応力が大きくなるためであると考えられる.

(4) 全橋モデルと局部モデル4において，モデルの長さに対するたわみ量（相対たわみ量）はどちらとも約 0.03%となった．このことから，橋梁として同様な変形を示し，全橋モデルの近似モデルとして，局部モデル4を用いることができると考えられる.

参考文献

1) 土木学会 : 鋼構造シリーズ 19　鋼床版の疲労［2010 年改訂版］，丸善，2010.
2) 技術委員会　鋼床版小委員会　川畑篤敬，井口進，内田大介，齋藤史郎，中西崇，平山繁幸，藤井基史，松下裕明 : 鋼床版橋梁のデッキプレート増厚による疲労耐久性の向上，2010 年.
3) 三木千壽，坂野昌弘，舘石和雄，福岡良典 : 鋼橋の疲労損傷事例のデータベースの構築とその分析，土木学会論文集，No.392，I-9，pp.403-410，1988.4.
4) 平林泰明，牛越裕幸，木ノ本剛 : 首都高速道路における鋼床版疲労損傷，鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集，Vol.10，pp.39-53，2007.8.
5) 高田佳彦，平野敏彦，坂野昌弘 : 阪神高速道路における鋼床版の疲労損傷状況報告，土木学会第 61 回年次学術講演会，I-535，pp.1067-1068，2006.9.
6) 山田健太郎 : 重交通下における鋼床版の疲労損傷ー名古屋周辺での事例ー，鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集 Vol.10，pp.11-18，2007.8.
7) 日本鋼構造協会 : 鋼橋の疲労対策のための技術資料, JSSC テクニカルレポート No.115，2018.
8) ABAQUS,Inc,ABAQUS/Analysis user's manual, version 6.13-4.
9) 日本道路協会 : 道路橋示方書・同解説　I 共通編，丸善，2017.

（原稿受理日　令和 2 年 10 月 1 日）

せん断ヒューズ付き鋼製ダンパーの開発に関する解析的検討

田口実季 [1)]　　葛漢彬 [2)]

Analytical Study on Developing A New Type of Steel Damper with Shear Fuses

Miki TAGUCHI[1)], Hanbin GE[2)]

Abstract

In this study, a new type of steel damper with shear fuses (hereafter named as SDSF) which is composed of two plates with shear fuses was developed by improving the conventional structural control damper. As a result, effects of different structural parameters on the deformation performance were verified. Compared with the conventional structural control damper, the improvement of the deformation performance of the SDSF was confirmed.

1.　緒言

1995 年 1 月に発生した兵庫県南部地震以降，鋼橋の耐震補強に関する検討は多く進められており，土木構造物への耐震性能向上策として，おおまかに（1）構造的耐震性能向上策，（2）制震デバイスの設置による耐震性能向上策の 2 種に分類される [1)]．特に，制震デバイスに関しては（2）の対策で，地震時に発生したエネルギーをエネルギー吸収能力に優れたデバイスで吸収するように限定し，それらを適切に設置して橋の減衰性能を高めることで，地震によって構造部材に生じる作用力自体を小さく抑えようとするものである．これは，レベル 2 地震時において取替可能な「制震」デバイスに損傷を意図的に集中させることで，橋の主要部材の応答は弾性域内に抑え，供用に支障を及ぼす大きな残留変位を生じさせないようにコントロールすることで，被災後の迅速な復旧性を要求する耐震性能を満たすことができる．これらの「制震」の考えは，建築分野において主流であったが，2002 年の道路橋示方書改訂により，土木分野においても導入されるようになり，2004 年の広島県王渡橋に対して，レベル 2 地震動対策として初めて鋼橋にダンパーブレースが採用され [2)]，制震ダンパーの開発や制震ダンパーを適用した土木構造物の耐震性向上に関する様々な研究 [3)-7)]が精力的に行われている．2011 年 3 月の東北地方太平洋沖地震および 2016 年 4 月の熊本地震では，本震後に強い余震が連続的に複数回発生し，主構造が大地震に耐えきれず，多くの社会基盤に甚大な被害をもたらした．これらにより，複数回連続的に発生する地震動およびレベル 2 地震動を超える地震動への対策として，橋梁のライフサイクルにわたって取り換えが不要であり，終局軸ひずみ $\varepsilon_u \geqq 3\%$，累積塑性変形 $CID_{lim} \geqq 70\%$ を満たす高機能制震ダンパー[8)]の開発の重要性が再認識されることとなった．

既往の研究 [9)]では，後述する新型高機能制震ダンパーであるせん断ヒューズ付き鋼製ダンパー（Steel Damper with Shear Fuses，以降 SDSF と呼称）の供試体 No.1～5 のせん断ヒューズ数 N，スリット孔の半径 R および板厚 t_c を一定とした実験が行われている．

本研究では，既往の研究 [9)]で行われた SDSF の実験結果との比較から解析手法を確立させ，さらに各構造パラメータ変動による変形性能への影響をパラメトリック解析により検討する．

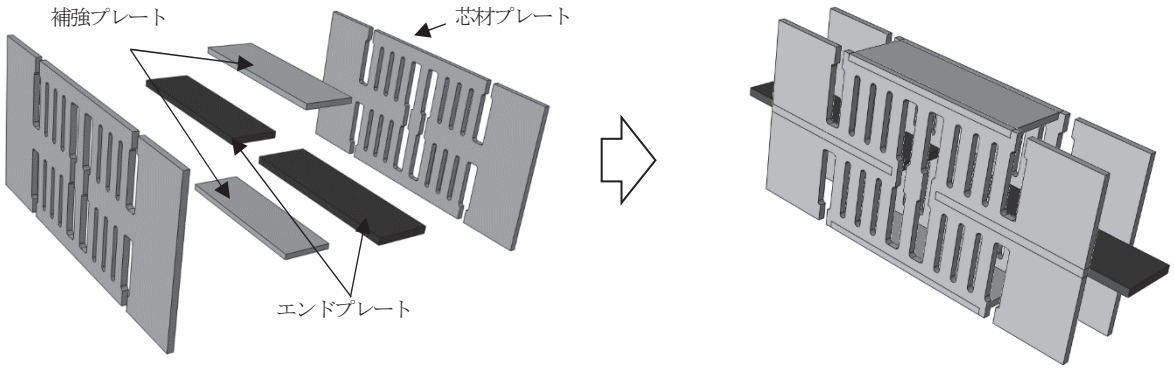
2.　解析概要

2.1　SDSF 概要

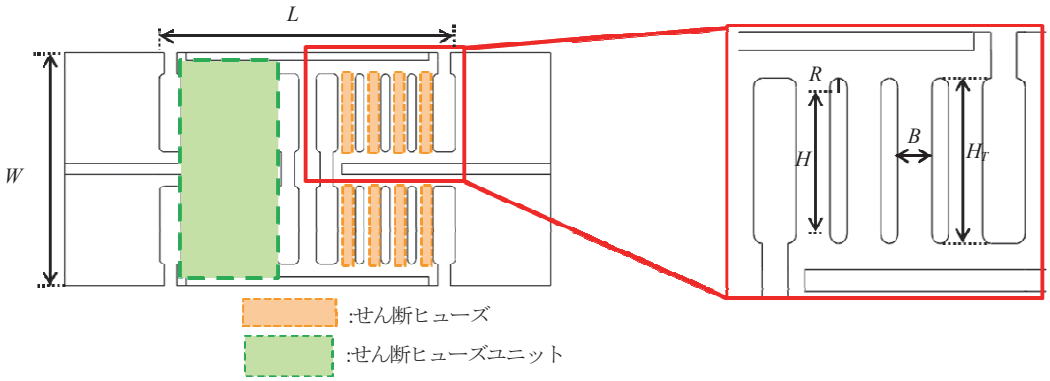
Fig.1 に本研究で考案する高機能制震ダンパーであるせん断ヒューズ付き鋼製ダンパー（SDSF）を示す．SDSF は，鋼板にスリット孔を複数設けた芯材プレート 2 枚と補強プレートおよびエンドプレートを用いて溶け込み溶接結合した構成となっている．スリット孔は，ひずみ集中を緩和し，孔部においての早期破壊を防ぐため，楕円型としている．SDSF は，従来の制震ダンパーとは異なり，塑性変形箇所（以降，せん断ヒューズと呼称）を設

1) 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) Master Course of Civil Engineering 2) Department of Civil Engineering



(a)　SDSF 供試体概念図



(b)　SDSF 供試体詳細図

Fig.1　SDSF 供試体概要

Table 1　解析パラメータ

No.	供試体名	N [個]	B [mm]	H [mm]	L [mm]	W [mm]	R [mm]	t_c [mm]	β	降伏変位 Δ_y	損傷進展エネルギー G_f[mJ/mm^2]
1	SDSF-N16B20H40	16	20	40	340	190	5	10	0.4	0.34	120
2	SDSF-N16B20H60		20	60	340	230			0.29	0.52	120
3	SDSF -N16B20H80		20	80	340	270			0.22	0.77	100
4	SDSF -N16B15H80		15	80	300				0.17	0.95	90
5	SDSF -N16B25H80		25	80	380				0.28	0.67	100
6	SDSF -N16B30H80	16	30	80	420	270	5	10	0.33	0.62	100
7	SDSF -N16B20H70		20	70	340				0.25	0.64	100
8	SDSF -N16B20H90		20	90	300				0.2	0.92	100
9	SDSF -N16B20H80R2.5		20	80	310		2.5		0.24	0.68	100
10	SDSF -N16B20H80R10		20	80	400		10		0.2	0.93	100
11	SDSF -N16B10H40R2.5		10	40	230		2.5		0.22	0.39	100
12	SDSF -N16B25H40R5		25	40	380		5		0.5	0.33	100
13	SDSF-N8B20H80	8	20	80	340				0.22	0.77	100

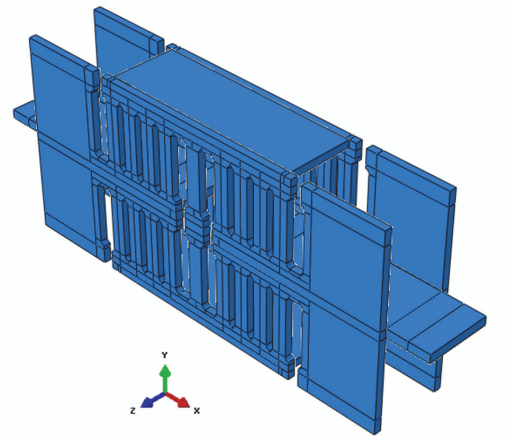


Fig.2　解析モデル概要

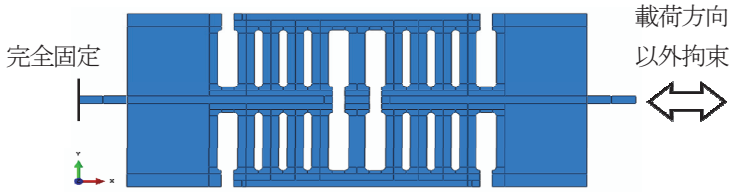


Fig.3　境界条件

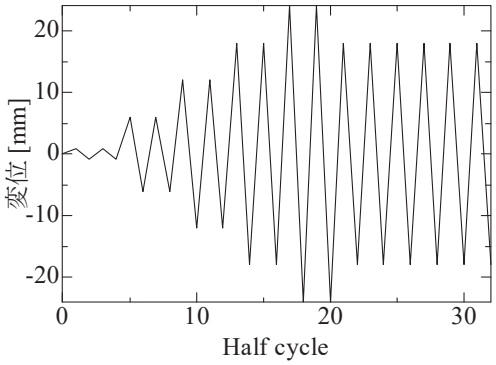


Fig.4　載荷パターン（No.3 供試体）

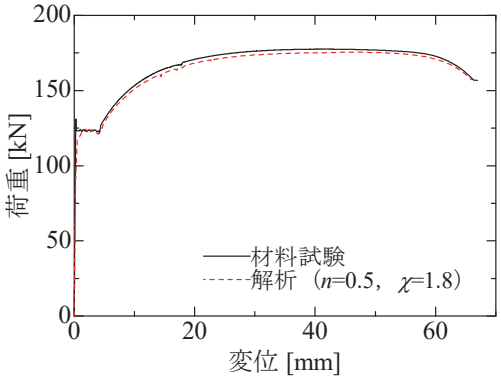


Fig.5　延性破壊パラメータの同定

Table 2　材料定数

鋼種	E_0[GPa]	σ_y[MPa]	ε_y	ν	σ_u[MPa]	ε_u[%]	δ_e[%]
SMA400AW	217	322	0.13	0.297	439	22.6	34
SMA490AW	215	473	0.22	0.27	541	10.5	19

Note: E_0=ヤング率，σ_y=降伏応力，ε_y=降伏ひずみ，ν=ポアソン比，σ_u=引張強さ，ε_u=引張強さに対応するひずみ，δ_e=伸び率.

けた芯材プレート2枚によって構成される. 以下にSDSFの特徴を述べる.

(1)　せん断ヒューズを複数設けることで, 過度なひずみ集中を防ぎ，分散させることができる.

(2)　芯材の独立ヒューズ部を境に 2 つに分けられたせん断ヒューズユニットを軸方向上下に設置することで，相対変位（累積塑性変位 *CID* など）を増加させ，変形性能を向上させることができる.

(3)　せん断ヒューズを設けた芯材プレートを 2 枚組にすることで剛性を高くし, 累積エネルギー吸収量Σ*E* を増加させることができる.

(4)　中央の独立ヒューズから面外方向を測定することで，残留変位から載荷後の損傷状況を把握できる.

2.2　解析諸元

本研究では，汎用解析プログラム ABAQUS 6.13ver.[10] を使用し，パラメトリック解析を行う．Table 1 に供試体の構造パラメータを示す．同表より，既往の研究 [9]で用いられた No.1～5 の供試体は，せん断ヒューズ数 *N*，スリット孔の半径 *R* および板厚 t_c は一定とし，それぞれのパラメータが変形性能や損傷状況へ与える影響を調査することを目的としているため, せん断ヒューズ幅 *B* を 15, 20 および 25mm, スリット孔長 *H* を 40, 60 および 80mm と 3 パターン変動している．本研究で，No.6～13 供試体は，さらに様々な影響を検討するために，*N* および *R* を変動させた．供試体名は，No.3 供試体の場合，せん断ヒューズ数 *N*=16，せん断ヒューズ面幅 *B*=20mm，スリット孔長 *H*=80mm と設定したため，SDSF-N16B20H80 と

表記している. せん断ヒューズ数 N=16 は, Fig.1(a)より, 片方の芯材プレートのせん断ヒューズの数としている. 同表に示す β は, せん断ヒューズ幅 B とスリット孔全長 H_T との比であり, 式(1)で定義される.

$$\beta = \frac{B}{H_T} = \frac{B}{H+2R} \tag{1}$$

Fig.2 に解析モデル概要を示す. 要素は, 厚さ方向の接触を容易に模擬するため, ソリッド要素 C3D8R を用いて, 芯材, 補強プレートおよびエンドプレートをモデル化した. メッシュは, 解析時間の短縮のために, 芯材プレートのスリット孔付近のみ細かく設定し, その他の部分は粗く設定した. Fig.3 に示すように, 境界条件としては, 片側は完全固定とし, もう片端は載荷方向以外を拘束し水平方向に変位を与える. 載荷パターンは, 米国土木学会（American Society of Civil Engineers, ASCE）の指針に基づくランダム載荷である. 4 Half Cycle 目までは, Table 1 に示すように, 文献 11)より算出した降伏荷重および降伏変位, 材料試験 [9]から得られた降伏荷重と等比例換算した降伏変位による一定載荷とし, 5 Half Cycle 以降は, 制震ダンパーの設計変位 Δ_d による繰り返し載荷とする. 本研究では, Δ_d=12mm とし, 4 Half Cycle 毎に $0.5\Delta_d$, $1.0\Delta_d$, $1.5\Delta_d$, $2.0\Delta_d$ と増加させる. また, 21 Half Cycle 以降は, $1.5\Delta_d$ とした. 一例として Fig.4 に No.3 の載荷パターンを示す. 接触の定義は, 一般接触ペナルティ法を用い, 摩擦係数はアンボンド材を塗布していないことを考慮し, 0.40 とした. また, 芯材と補強プレートおよびエンドプレートは, 結合拘束することで模擬している. Table 2 に材料定数を示す, 本研究では, 芯材および補強プレートには, SMA400AW 材, エンドプレートには SMA490AW 材を使用している [9].

2.3　解析に用いる材料特性

本研究で用いる SDSF は, せん断ヒューズにき裂が発生し進展することで破断に至ることが既往の研究で分かっている [9]. そのため, 損傷を分散させたのちに破断に至るまでを模擬することが必要であり, 材料特性の定義が重要である. 材料特性には既往の実験 [9]から得られた真応力ー真ひずみ関係とする. しかし, 実験結果から模擬するのが難しいネッキング現象は, 次式に示す PLT 法を用いて模擬する [12].

$$\sigma = \sigma_{neck}(1+\varepsilon-\varepsilon_{neck}) - \frac{\sigma_{neck}}{n+1}(\varepsilon-\varepsilon_{neck})^{n+1} \tag{2}$$

ここで, σ はネッキング発生後の真応力, σ_{neck} はネッキング発生時の真応力, n はひずみ硬化率の減少速度, ε_{neck} はネッキング発生時の真塑性ひずみである. Fig.5 に材料試験 [11]と実験結果の荷重ー変位曲線の比較を示す. これらより, 試行錯誤的に n=0.5 と定めた. 構成則は, 真応力ー真ひずみ関係とし, 詳細は後述する. 硬化則は, 混合硬化則を適用する.

次に, 延性破壊モデル [13]について述べる. 式(3)に延性き裂時の要素の損傷を定義する.

$$\mathrm{d}D_{ini} = \begin{cases} \dfrac{\mathrm{d}\varepsilon_{eq}}{\chi \cdot \mathrm{e}^{-\frac{3}{2}T}} & \left(T \geq -\dfrac{1}{3}\right) \\ 0 & \left(T < -\dfrac{1}{3}\right) \end{cases} \tag{3}$$

ここで, $\mathrm{d}\varepsilon_{eq}$ は相当塑性ひずみの微小増分であり, 異なる応力三軸度下では損傷は線形であると仮定し, D_{ini}=1 に達することで塑性域に入り損傷し始めていると定義している. χ は延性破壊パラメータ, T は応力三軸度である. Fig.4 に示すように, 材料試験結果と解析結果から破断時の荷重を同定することで延性破壊パラメータの値 χ=1.8 と得た.

さらに, き裂進展から破断までも精度よくシミュレーションするために, 式(4)にき裂進展を定義する D_{prop} を用いる.

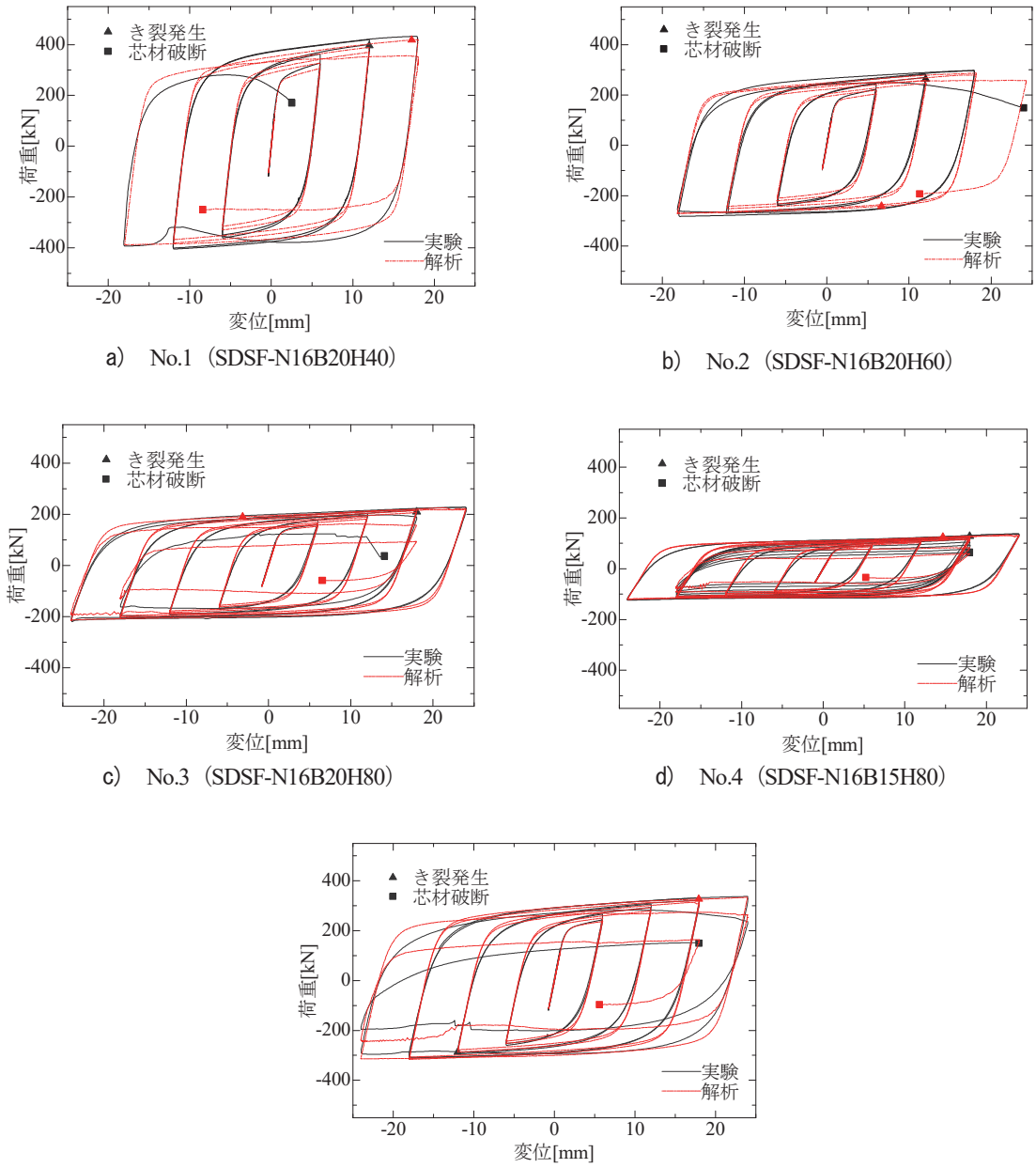
$$D_{prop} = \frac{\varepsilon_{eq} \cdot L_e}{2G_f / \sigma_{ini}} \tag{4}$$

ここで, ε_{eq} は相当塑性ひずみ, L_e は要素の特性長さ（ソリッド要素は体積の立方根）, G_f は損傷進展エネルギー, σ_{ini} は D_{ini}=1 に達した時の応力である. D_{prop} は 1 に達すると要素が削除され, き裂が発生することを定義する.

3.　解析結果

3.1　解析手法の妥当性

Fig.6 に実験結果と本解析結果の荷重ー変位曲線の比較, Table 3 に実験と解析における最大荷重および実験と解析におけるき裂発生時と破断時の Half Cycle の比較を示す. Fig.6 におけるき裂発生点は, 実験ではじめてき裂が確認された Half Cycle の最終点であり, 解析ではじめて要素が削除された点である. また, 損傷進展エネルギーG_fを用いた解析結果は, すべての供試体において実験結果と概ね一致しており, 安定した履歴を描いている. Table 3 より, 最大荷重においてもすべての供試体において引張および圧縮ともに誤差10%以内に収まっており安全側に評価している. また, 解析結果のき裂発生は実験より 6 Half Cycle 程度遅れる結果になった. これは, 実験では, 初期不整による偏心が生じることが原因であると考えられ, 解析ではすべてのせん断ヒューズに荷重が均等に加わるため, き裂発生から破断に至るまでの



a)　No.1（SDSF-N16B20H40）　　b)　No.2（SDSF-N16B20H60）

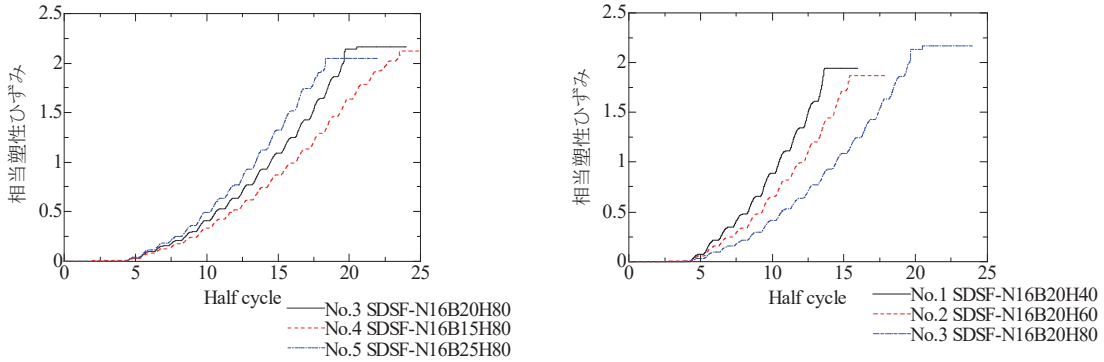
c)　No.3（SDSF-N16B20H80）　　d)　No.4（SDSF-N16B15H80）

e)　No.5（SDSF-N16B25H80）

Fig.6　実験と解析の荷重－変位履歴曲線の比較

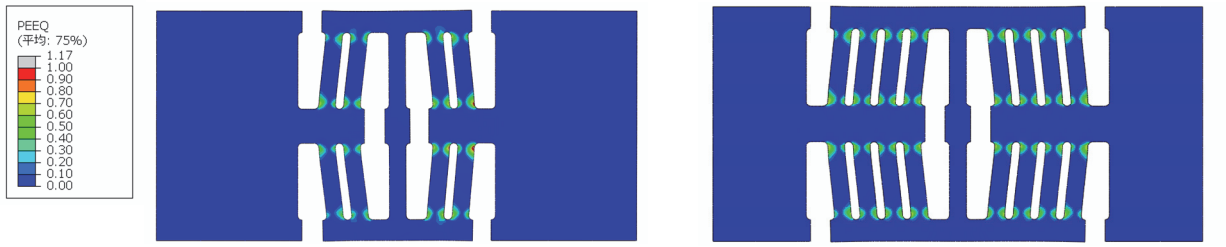
Table 3　実験と解析における最大荷重および実験と解析におけるき裂発生時と破断時の Half Cycle(H.C.)の比

No.	供試体名	最大圧縮荷重 P_{max}[kN]			最大引張荷重 T_{max}[kN]			き裂発生時 H.C.		芯材破断時 H.C.	
		実験	解析	誤差 [%]	実験	解析	誤差 [%]	実験	解析	実験	解析
1	SDSF-N16B20H40	-405	-387	-4.4	433	420	3.0	9	13	15	16
2	SDSF-N16B20H60	-282	-272	-3.5	298	288	3.4	10	16	17	18
3	SDSF-N16B20H80	-220	-214	-2.7	228	225	1.3	13	19	23	24
4	SDSF-N16B15H80	-124	-122	-1.6	138	133	3.6	15	21	37	28
5	SDSF-N16B25H80	-311	-317	1.9	337	335	0.6	12	17	20	22



a)　せん断ヒューズ幅 B　　b)　スリット孔長 H

Fig.7　各供試体における相当塑性ひずみ－Half Cycle 関係の比較



a)　13Half cycle 終了時
（せん断ヒューズ数 N=8，No.3 供試体）

b)　13Half cycle 終了時
（せん断ヒューズ数 N=16，No.13 供試体）

Fig.8　各 Half Cycle 終了時の相当塑性ひずみコンター図

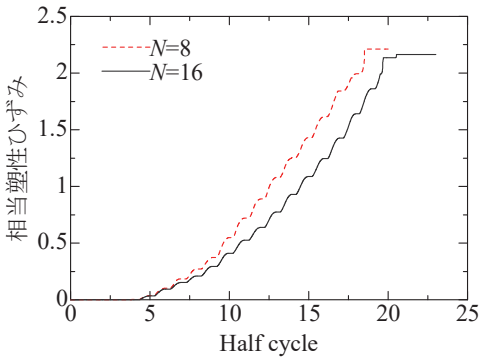


Fig.9　せん断ヒューズ数 N の異なりにおける
相当塑性ひずみ－Half Cycle 関係の比較

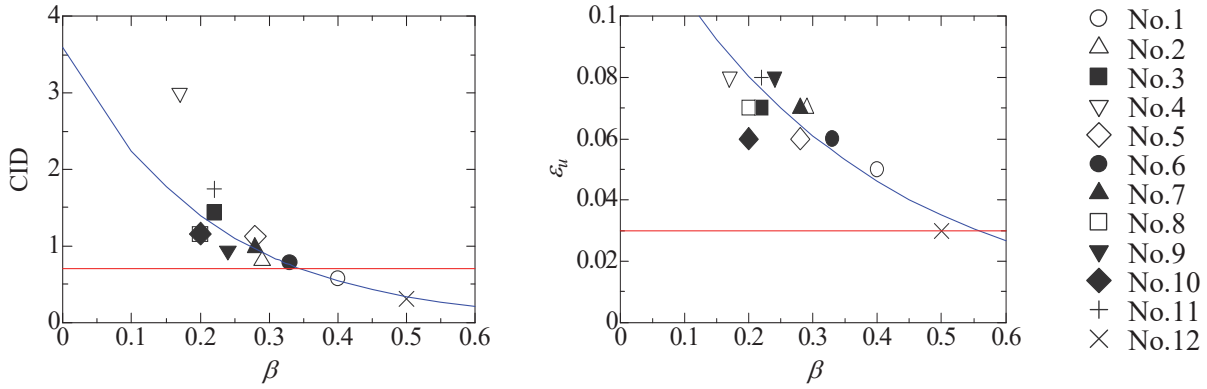
Half Cycle は短いと考えられる．一方で，破断時の Half Cycle は同程度の結果を示している．すべての供試体において，荷重低下は同 Half Cycle で示す傾向ことから精度よく模擬できている．これらより，本解析は，実験結果を精度よく模擬できていることから解析モデルの妥当性を示すことができていると言える．

3.2　各構造パラメータの影響

各構造パラメータの異なりによるひずみ集中について検討を行う．Fig.7 に各供試体における相当塑性ひずみ－Half Cycle 関係を示す．同図より，せん断ヒューズ幅 B については，B が小さくなるにつれて，ひずみの蓄積スピードは遅くなる．既往の実験 [9]より，最小断面積が小さくなるほど耐力に著しく影響されることから，二次剛性が低下し変形が卓越することによってひずみの蓄積が増大したと考えられる．また，スリット孔長 H についても，H が大きくなるにつれて，ひずみの蓄積スピードが遅くなることがわかる．以上より，SDSF は，芯材全体の変形を卓越させることで，ひずみの蓄積を増大させることができ，さらに，スリット孔長 H を大きくすることで，蓄積スピードを遅らせ，ひずみの分散を期待できる．

3.3　N（せん断ヒューズ数）と β（せん断ヒューズ幅とスリット孔全長との比）についての検討

実験ではせん断ヒューズ数 N は N=16 で一定としていることから，N=16 の No.3 供試体と N=8 の No.13 供試体を比較し，せん断ヒューズ数 N への影響について検討する．Fig.8 に各 Half Cycle 終了時の相当塑性ひずみコンター図，Fig.9 にせん断ヒューズ数 N の異なりにおける相当塑性ひずみ－Half Cycle 関係の比較を示す．同図より，同 Half Cycle 数終了時における相当塑性ひずみコンター図からせん断ヒューズ数 N=8 より，N=16 の方がひずみ



(a)　累積塑性変形 CID−β 関係　　(b)　終局軸ひずみ ε_u−β 関係

Fig.10　累積塑性変形 CID−β 関係および終局軸ひずみ ε_u−β 関係

蓄積が遅いことがわかる一方で，相当塑性ひずみ−Half Cycle 関係からは，破断時のひずみ量には差がみられない．これらより，せん断ヒューズ数 N は塑性箇所を増加することによるひずみ分散が期待できるが，破断時のひずみ量には大きく影響しないと考えられる．

次に，せん断ヒューズ幅とスリット孔全長との比 β は，実験では 5 パターンと少ないことから Table 1 に示す 7 パターンのパラメトリック解析を行い，高機能制震ダンパーの目標性能を満たす β の適用範囲を提案する．Fig.10 に累積塑性変形 CID−β 関係および終局軸ひずみ ε_u−β 関係を示す．同図より，高機能制震ダンパーの目標性能とせん断ヒューズ幅とスリット孔全長との比 β には相関がみられる．これらから，得られた累積塑性変形 CID−β および終局軸ひずみ ε_u−β 近似式を以下に示す．

$$\mathrm{CID} = 3.59\mathrm{e}^{-4.75\beta} \tag{5}$$

$$\varepsilon_u = 0.14\mathrm{e}^{-2.79\beta} \tag{6}$$

近似式の妥当性は，決定係数 R^2 を用いて評価する．式(7)によって以下に示す．

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(y_i - f(x_i)\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(y_i - y_i'\right)^2} \tag{7}$$

ここで，$(x_i,\ y_i)$は実データ，y'_i はデータ全体から求められる平均値，$f(x_i)$は予測式である．決定係数 R^2 は，0 から 1 までの値をとり，1 に近いほど回帰式が実データへの精度が高いことを示し，一般に，0.8 以上を満たした場合，回帰式は実データに当てはまると評価される．本研究で提案する式(5)は R^2=0.8726，式(6)は R^2=0.8708 となり，すべての結果をよく模擬できている．これらより，累積塑性変形 CID は β≤0.345，終局軸ひずみ ε_u は β≤0.55 より，それぞれの目標性能を満たすことができ，両方とも十分に目標性能を満たすには，せん断ヒューズとスリット孔の比は安全側（安全係数 γ=1.2）に考慮して，β≤0.31 とするのが妥当であると考えられる．よって，適用範囲を 0.17≤β≤0.31 とすることで，十分なエネルギー吸収量を確保し，高機能制震ダンパーの目標性能を満たすことができる．

4.　結論

本研究では，近年発生が懸念されている連動型巨大地震への対策として，橋梁のライフサイクルにわたって取替不要である新型高機能制震ダンパーの開発としてせん断ヒューズ付き鋼製ダンパー(SDSF)を考案した．SDSF 供試体の解析手法の妥当性を示し，構造パラメータを変動させたパラメトリック解析により，変形性能への影響を検討した．

1)　SDSF の実験供試体を対象とした解析モデルは，荷重−変位曲線の比較から，実験結果を比較的精度よく模擬できていることから，解析手法の妥当性を示し，確立することができた．
2)　せん断ヒューズ幅 B は，小さくなるにつれて耐力に影響していることがわかった．
3)　スリット孔長 H は，大きくすることでひずみの蓄積スピードを遅らせ，ひずみ分散に期待できる．
4)　せん断ヒューズ幅とスリット孔全長との比 β と高機能制震ダンパーの目標性能に関する近似式を提案し，さらに目標性能を満たす適用範囲を示した．

参考文献

1)　日本鋼構造協会：土木鋼構造物の動的耐震性能照

査法と耐震性向上策，鋼橋の性能照査型耐震設計法検討委員会（委員長：宇佐美勉），2003.
2) 四条利久磨，森下邦弘，川島一彦，浦辻和幸，田中昭人：ダンパーブレースによる新王渡橋（仮称）の耐震性向上，土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集，I-033，pp.65-66，2003.
3) 宇佐美勉，佐藤崇：座屈拘束ブレースの低サイクル疲労実験と照査法，構造工学論文集，Vol.56A，pp.486-498，2010.
4) 舟山淳起，今瀬史晃，宇佐美勉，王春林：アルミニウム合金製 BRB の低サイクル疲労特性，構造工学論文集，Vol.58A，pp.448-458，2012
5) 金治英貞，尾立圭巳，鈴木直人，井上一朗，藤野陽三：座屈拘束ブレースを有する既設長大橋フレーム構造における制震性能評価，土木学会論文集 A1（構造・地震工学），Vol.67，No.1，pp.137-148，2011.
6) 宇佐美勉，渡辺直起，河村洋行，葛西昭，織田博孝：制震ダンパーとしての座屈拘束ブレースの全体座屈，構造工学論文集，Vol.52A，pp.37-48，2006.
7) 宇佐美勉，加藤基規，葛西昭：制震ダンパーとしての座屈拘束ブレースの要求性能，構造工学論文集，Vol.50A，pp.527-538，2004.
8) 宇佐美勉：L2 地震動を超える地震動に対する余剰耐震性を担保した履歴型制震ダンパー，橋梁と基礎，Vol.50，pp.25-30，2016.
9) Feifei Shao，Tianyu Gu，Liang-Jiu Jia，Hanbin Ge and Miki Taguchi: Experimental Study on Damage Detectable Brace-type Shear Fuses，Engineering Structures，Vol.225，2020.
10) ABAQUS，Inc，ABAQUS/Analysis user’s manual，version 6.13-4.
11) Amandeo Benavent Climent，Sang-Hoon Oh and Hiroshi Akiyama: Ultimate Energy Absorption Capacity of Slit-Type Steel Plates Subjected to Shear Deformations，Journal of Structural and Construction Engineering，Vol.503，pp.139-147，1998.
12) 篠原一輝，賈良玖，加藤弘務，葛漢彬：せん断応力と引張応力が作用する鋼材の延性破壊メカニズムの解明に関する研究，土木学会論文集 A1（構造・地震工学），Vol.71，No.4，pp.I_337-I_348，2015.
13) 加藤友哉，康瀾，葛漢彬：溶接接手の破壊メカニズムの解明に関する基礎的研究，土木学会論文集 A1（構造・地震工学），Vol.71，No.4，pp.I_363-I_375，2015.

（原稿受理日　令和 2 年 10 月 1 日）

堤防模型実験の力学的相似条件と法尻排水工の検討

中村宏樹 [1)]　　小高猛司 [2)]

A Consideration of Mechanical Similarity Condition of Embankment Model Test and Drainage in the Slope Toe

Hiroki NAKAMURA[1)], Takeshi KODAKA[2)]

Abstract

In our research group, we have conducted embankment model test with high permeable foundation ground and investigated the effects and mechanisms of leakage from foundation ground on embankment deformation. As a result, it was confirmed that the slip failure near the slope, and the piping that develops triggered by the sand boil and the fountain due to the concentration of the hydraulic gradient toe. In this study, in order to examine the practical applicability of embankment model test we have conducted, we consider the mechanical similarity with the actual river embankment using the Levee Vulnerability Index proposed by Fukuoka et al (2017). Furthermore, regarding the drainage to be installed in the slope toe, which is effective in suppressing infiltration slip fracture, the size and the position, and the effect of permeability of the upper foundation ground will be examined.

1.　はじめに

著者らの研究グループでは，透水性が大きく異なる複層構造の基礎地盤を有する堤防の模型実験を行い，高透水性の基礎地盤が洪水時に堤体の変状に対して与える影響について検討を行ってきた [1)2)]．その結果，非常に透水性の高い基礎地盤上に，それより透水性が低くかつ層厚が小さい基礎地盤が存在する堤防では，法尻付近に高い動水勾配が集中することによって，破堤に結び付くすべり破壊やパイピングが発生することが確認された．また，そのような高透水性基礎地盤上の堤防に発生する法尻付近のパイピングとそれをトリガーとする堤体の浸透すべり破壊を抑制するためには，法尻の堤体内に基礎地盤からの排水工を設けることが重要であることを示した [3)]．その際，法尻から離れた堤内地に排水工を設けても効果が低いことも併せて示した [3)]．

しかし，模型実験は実際の河川堤防と比較して極めて小さいため，たとえ実際の被災事例とおぼしき現象が模型実験で再現できたとしても，実現象との相似性を明確にする必要があった．そこで，田端ら [4)]は，河川堤防の形状，構造，透水性そして洪水継続時間などから総合的に被災危険度を評価できる堤防脆弱性指標を提案し，実河川の被災事例との高い適合性を示した．さらに，福岡ら [5)]は，名城大学で実施してきた模型実験結果についても堤防脆弱性指標を用いて評価を行った．その結果，裏法すべりや堤防決壊など破壊の程度に応じた堤防脆弱性指標の値は，模型実験と現地堤防でほぼ一致することを示し，堤防脆弱性指標が力学的相似条件を示すことを明らかにした．

本論文では，まず，模型実験の堤防脆弱性指標の観点から実務への適用性について述べた後，浸透すべり破壊に抑制効果がある堤体法尻部に設置する排水工について，その大きさと設置位置，さらに，上層基礎地盤の透水性の影響について検討する．

2.　模型実験の実務適用性の検討

2.1　実験概要

Fig. 1，2 および 3 に，それぞれ小型，中型，大型の 3 種類の寸法の模型実験概要を示す．Fig. 2 の中型模型が，既存研究で採用してきた寸法である．小型模型，大型模型の寸法をそれぞれ中型模型の 0.75 倍，1.5 倍とした．

本実験では，Table 1 に示すように，3 種類の寸法で堤体（領域 III）と上層基礎地盤（領域 II）の地盤材料の組み合わせによって，合計 9 パターンの実験を行った．地盤材料

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　2) Department of Civil Engineering

Table 1　各 Case の地盤材料

Case	寸法	地盤材料		
		領域 I	領域 II	領域 III
Case 1	小型	3 号砂	6 号カラー	678 号混合砂
Case 2			8 号砂	678 号混合砂
Case 3			6 号カラー	8 号砂
Case 4	中型		6 号カラー	678 号混合砂
Case 5			8 号砂	678 号混合砂
Case 6			6 号カラー	8 号砂
Case 7	大型		6 号カラー	678 号混合砂
Case 8			8 号砂	678 号混合砂
Case 9			6 号カラー	8 号砂

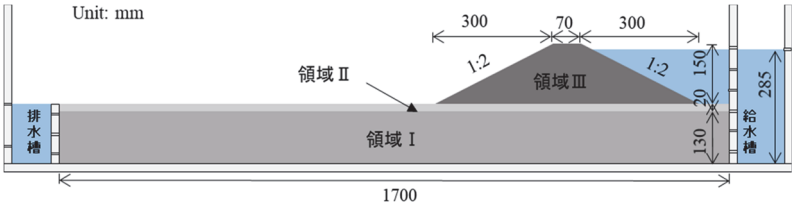


Fig. 1　小型模型

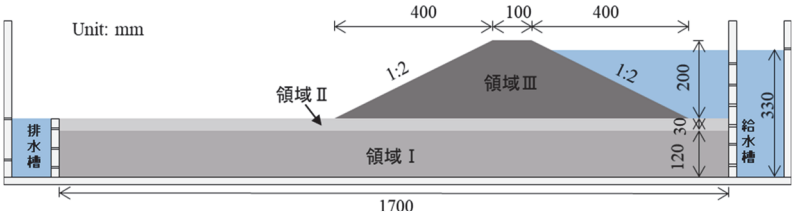


Fig. 2　中型模型

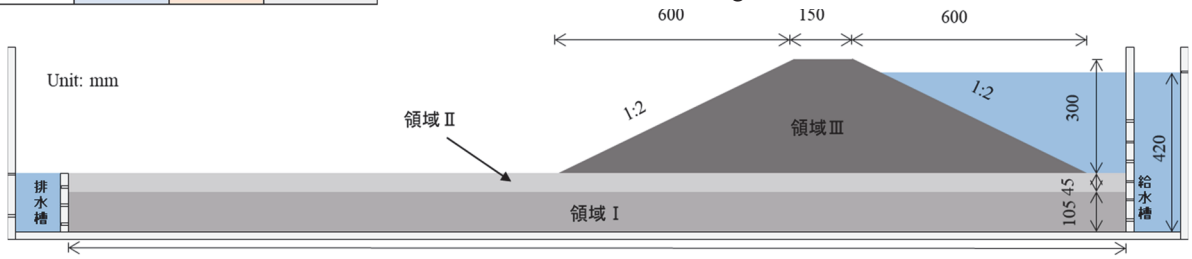
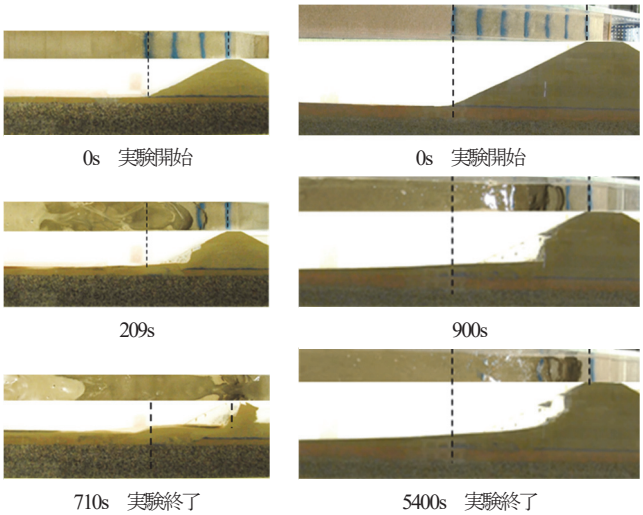


Fig. 3　大型模型



Picture 1　実験結果（左 Case 2，右 Case 9）

には，三河珪砂 3 号砂（間隙比 e=0.95，透水係数 k=2.67×10^{-3}m/s），6 号砂に同粒径の色砂を 9:1 の質量比で混合した 6 号カラー（間隙比 e=1.06，透水係数 k=4.88×10^{-4}m/s），8 号砂（間隙比 e=1.06，透水係数 k=3.98×10^{-5}m/s），6，7 および 8 号砂を 5:2:5 の質量比で混合した 678 号混合砂（間隙比 e=1.06，透水係数 k=9.96×10^{-5}m/s）を用いた．いずれの地盤材料も含水比 4%に調整した後，所定の間隙比となるように丁寧に締め固めを行い，模型地盤を作製した．

模型地盤作成後，実堤防において地下水位が透水性基礎地盤中にある場合を再現するために，給水槽の水位を 100mm に保ち，地盤材料を飽和させた．その後，給水槽の水位を一気に上昇させ，堤体高さの 9 割で水位を保ちながら，浸透に伴う堤体の挙動を観察した．その際，排水槽の水位を 150mm で保つように排水を行った．

すべての実験過程において，模型実験の正面および側面からビデオ撮影を行い，堤体の変状がほぼみられなくなるまで実験を続けた．

2.2　実験結果

Picture 1 に，小型模型の Case 2 と大型模型の Case 9 の実験結果を示す．Case 2 では，実験開始から 209 秒後に，下層基礎地盤（領域 I）から上層基礎地盤（領域 II）を突き破る水みちが発生し，堤体法尻部が損傷したことをトリガーとして，裏法すべりが天端まで進行した．最終的に堤防決壊に至った．Case 9 では，堤防法尻部で発生した小規模な崩壊が，徐々に大規模な裏法すべりに進展した．最終的に天端の手前で崩壊が止まり，5400s で実験を終了した．

2.3　堤防脆弱性指標 t^*の比較

堤防脆弱性指標 t^*は，次式で表される [4]．

$$t^* = \frac{8}{3}\frac{Hkt'}{\lambda b^2} \tag{1}$$

ここで，水位 H(m)，堤体の透水係数 k(m/s)，洪水継続時間 t'(s)，堤体の空隙率λ，堤防幅b(m)である．透水性基礎地盤を加味するt_m^*も提案されている [5]が，本論文では，t^*による検討を行う．

Table 2　堤防脆弱性指標 t^*の変数

Case	H(m)	k(m/s)	t^*(s) 裏法滑り	t^*(s) 堤防決壊	λ	b(m)
Case 1	0.135	9.96E-05	40	310	0.51	0.4
Case 2	0.135	9.96E-05	60	410	0.51	0.4
Case 3	0.135	3.98E-05	80	575	0.51	0.4
Case 4	0.18	9.96E-05	80	-	0.51	0.54
Case 5	0.18	9.96E-05	160	-	0.51	0.54
Case 6	0.18	3.98E-05	150	-	0.51	0.54
Case 7	0.27	9.96E-05	87	-	0.51	0.81
Case 8	0.27	9.96E-05	100	-	0.51	0.81
Case 9	0.27	3.98E-05	140	-	0.51	0.81

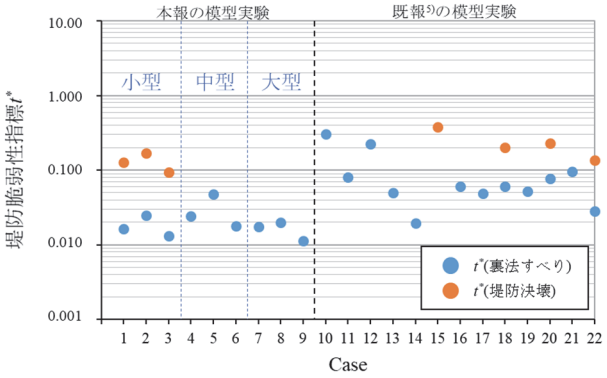


Fig. 4　堤防脆弱性指標 t^*の比較

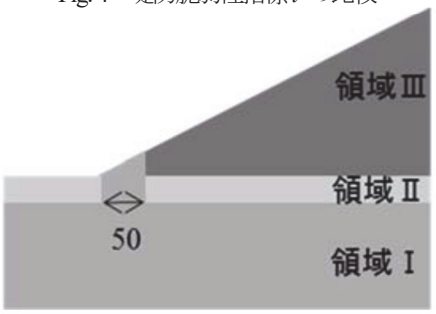


Fig. 5　Case A

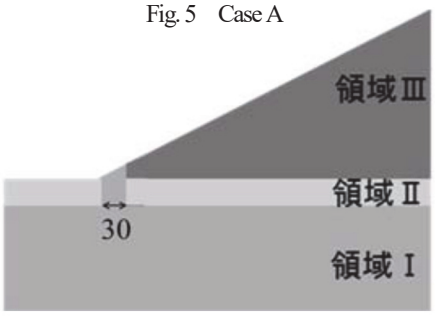


Fig. 6　Case B

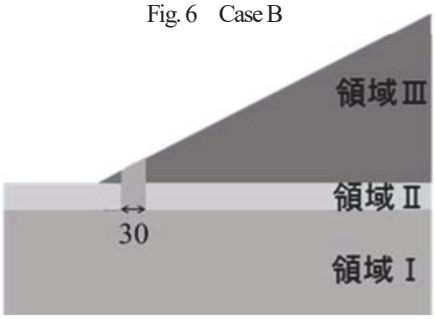


Fig. 7　Case C，D

Table 3　各 Case の地盤材料

Case	地盤材料			
	排水工	領域 I	領域 II	領域 III
Case A	3 号砂	3 号砂	8 号砂	678 号混合砂
Case B				
Case C			6 号カラー	
Case D				

Table 2 および Fig. 4 に，堤防脆弱性指標 t^*の算出結果を示す．Case 1~9 が本論文の実験結果であり，Case 10~22 は，既報[5]の模型実験結果であり，本論文での中型模型に相当する寸法で実施されている．既報の t^*よりも若干小さい傾向があるが，現地堤防と同様に t^*が 0.01~0.1 の範囲で裏法すべりが生じ，0.1~1 の範囲で決壊することが示された．さらに，本論文では小型，中型，大型の 3 種類の寸法で実験を行ったことにより，堤体の大きさに拘わらず裏法すべりが発生する t^*は，0.01~0.05 の狭い範囲に集まることが確かめられた．また，すべての寸法において，堤体（領域 III）に 3 号砂を用いた Case 3，6 および 9 で，最も小さい値が算出された．これは，堤体の透水係数が小さいことにより，洪水継続時間が長くなったことが要因だと考えられる．

小規模であるが，再現性の高い精緻な模型実験において，t^*が寸法の異なる堤体模型間での力学的相似条件を示すことを確認できた意義は大きい．ただし，本論文で比較した堤防脆弱性指標 t^*は，基礎地盤の透水性を考慮していない．このため，高透水性基礎地盤を有する模型実験，現地堤防では t^*の値はより大きく，堤防としてはより大きな脆弱性をもつことが予想されるため，留意が必要である．

3.　排水工の大きさと設置位置の検討

3.1　実験概要

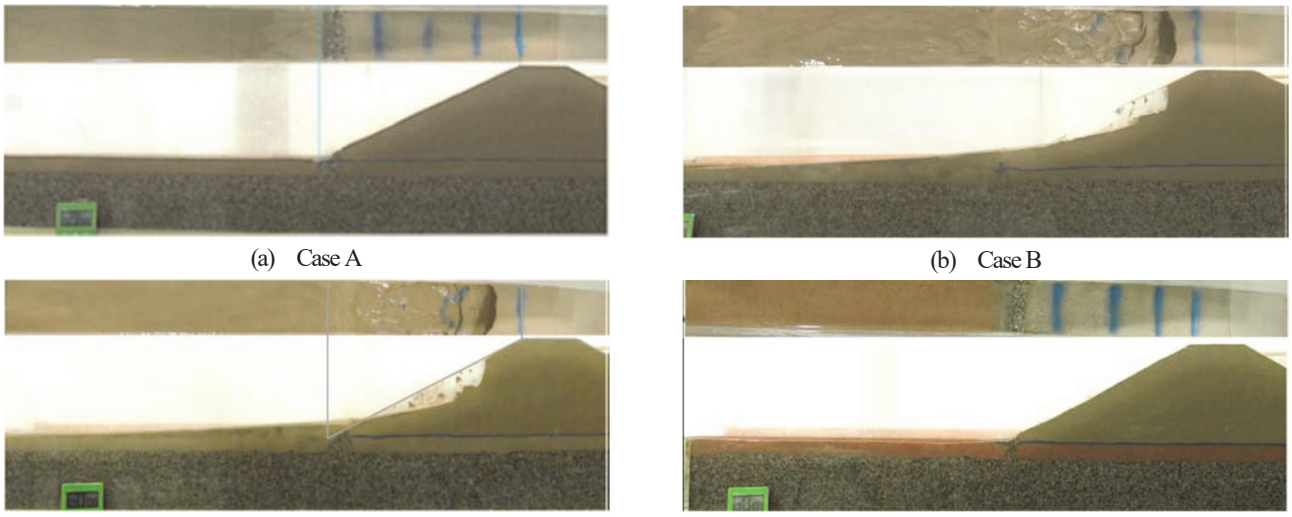
Fig. 5，6 および 7 に，各 Case における排水工の大きさと設置位置を変更した模型実験概要を示す．また，全 Case において，Fig. 2 の中型模型で実験を行った．

本実験で用いた地盤材料を Table 3 に示す．領域 I には三河珪砂 3 号砂，領域 II には 8 号砂，領域 III には 678 号混合砂を用いた．ただし，Case D では，排水工の大きさと設置位置を Case C と同様として，上層基礎地盤（領域 II）に 6 号カラーを用いて実施した．全 Case において，排水工には，領域 I と同様に 3 号砂を用いた．これらの地盤材料の間隙比と透水係数は，2.1 と同値である．いずれの地盤材料も含水比 4%に調整した後，所定の間隙比となるように厚さ 50mm ずつ締め固めを行い，模型地盤を作製した．

実験方法は，2.1 と同様の手順で行い，浸透に伴う堤体の挙動を観察した．

3.2　実験結果

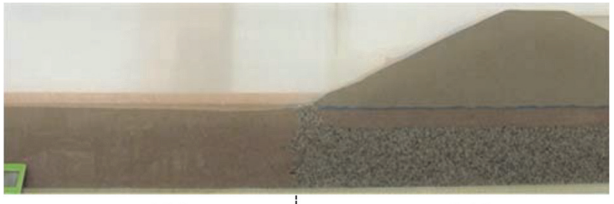
Picture 2 に，各 Case の実験過程を示す．まず，排水工の大きさと設置位置を変更した際の浸透すべり破壊の抑制効果について検討する．Picture2(a)の法尻堤体内に横幅 50mm の排水工を設置した Case A では，実験開始 23 秒後から排水工から顕著な排水がみられたが，1 時間浸透を継続しても堤体変状等は確認できなかった．Picture2(b)の Case B では，



(a)　Case A　(b)　Case B

(c)　Case C　(d)　Case D

Picture 2　実験結果（終了時）



Picture 3　行き止まり地盤での実験結果（終了時）

排水工の横幅を 30mm に縮小した．その結果，実験開始 14 秒後に排水工部分から噴き出すような顕著な排水がみられた後，無対策と同様に排水工付近の泥濘化が発生した．実験開始 1 分 48 秒後には，排水工上を泥濘化して流失してきた堤体材料が覆い被さるように堆積してしまうことにより，無対策に近い状態となり堤体が徐々に変状した．その変状は，堤体法面の 9 割程進行した後に停止した．越流には至らなかったが，天端付近まで裏法すべりが進行したことにより，排水工の設置による裏法すべりを抑制する効果はみられなかった．Picture 2(c)の Case C では，Case D と同じ横幅 30mm の排水工を Case A の排水工の右端と同じ位置となるまで堤体内の奥側に設置した．結果として，実験開始 21 秒後に排水工からの排水が確認され，その際，堤体法先部が泥濘化により消失した．その後，それをトリガーとして堤体が徐々に崩壊し，36 分後には川裏法面の 8 割が崩壊したが，最終的には越流には至らなかった．以上の Case A，B および C より，排水工の大きさが 50mm から 30mm に縮小することにより，堤体法尻部の崩壊を抑制する効果が失われることが示された．したがって，排水工には，川表から供給される水を排水する能力が要求されることが考えられる．

次に，上層基礎地盤の透水性の影響をみるために，Case C と排水工は同様として，上層基礎地盤を Case C より透水性が 10 倍程度高い材料を用いた Case D を実施した．その結果，実験開始 17 秒後には排水工から顕著な排水がみられたが，Picture2(d)に示すように，Case A と同様に 1 時間浸透を継続しても堤体に変状等は確認できなかった．これは，上層基礎地盤の透水性が上がることで，排水工に集中する水量が軽減されることによって，横幅 30mm の排水工でも，浸透すべり破壊の抑制効果を発揮したと考えられる．

Picture3 に，Case A と同様の排水工が行き止まり地盤に設置された事例を示す．行き止まり地盤を含む上層基礎地盤（領域Ⅱ）の地盤材料は，Case D と同様の 6 号カラーを用いた．行き止まり地盤の場合には，堤体法尻部の動水勾配の集中は非常に大きくなり，極めて危険性が高まるが，排水工の設置によって，1 時間透水を継続しても堤体の変状はみられなかった．

4.　まとめ

本論文では，堤防脆弱性指標 t^*の観点から模型実験の実務適用性の検討，また，堤体法尻部に設置する排水工の大きさと設置位置の検討を行った．

堤防脆弱性指標 t^*の比較により，模型実験から現地堤防のマルチスケールで破壊形態を分類できることが示された．これは，小規模で精緻な模型実験だからこそ解明できる被災現象やその対策方法が，現地堤防に適用可能であることを示唆している．なお，t^*がマルチスケールで高い一致度を示した背景には，地盤材料が過圧密にならないように間隙比を大きくして，模型地盤を作製したことにある．これは，模型実験と現地堤防では，有効応力レベルが大きく異なるため，現地堤防におけるすべり破壊等の力学現象を小さな模型地盤でも再現するために必要な措置である．

堤体法尻部に設置する排水工は，基盤漏水によって発生する法尻での小規模すべりをトリガーとする進行性破壊の根源を元から絶つ点で，非常に効果が高いが，設置位置と規

模には注意が必要であることも明らかになった.

謝辞

本論文の模型実験の実施にあたり，元名城大学理工学部学生の山田紘太郎氏，福永葵衣氏，大橋健司氏に大変お世話になった. また，堤防脆弱性指標を整理するのにあたり中央大学の福岡捷二先生，田端幸輔先生にご指導いただくとともに，有益なご議論をいただいた[6]. 記して謝意を表す.

参考文献

1) 森三史郎・林愛美・小高猛司・崔　瑛・李　圭太・原大知 : 全断面堤体模型を用いた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検討，第 71 回土木学会年次学術講演会，2016.
2) 小高猛司・崔　瑛・林愛美・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，2017.
3) 小高猛司・森智彦・李　圭太・朝岡巧・飯田潤哉・澤村元希 : 透水性基礎地盤上の河川堤防の排水工の模型実験，第 54 回地盤工学研究発表会，2019.
4) 田端幸輔・福岡捷二・内堀寿美男・上村勇太 : 堤防脆弱性指標に基づいた堤防破壊危険性評価に関する研究－鬼怒川中下流部平成 27 年 9 月大洪水を例として－，河川技術論文集，Vol.23，2017.
5) 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，2017.
6) 中村宏樹・小高猛司・李　圭太・福岡捷二・田端幸輔・山田紘太郎・福永葵衣・大橋健司，寸法の異なる堤防模型実験による力学的相似条件の考察，第 75 回土木学会年次学術講演会，2020.

（原稿受理日　令和 2 年 10 月 1 日）

骨格構造を有する土の力学特性

藤田薫 [1)]，小高猛司 [2)]

Mechanical Characteristics of Structural Soils.

Kaoru FUJITA[1)]，Takeshi KODAKA [2)]

Abstract

Since the structure of soil affects mechanical behavior such as shear resistance, it is important to understand it. The authors found that different structures can be formed in sandy soil containing fine particles by changing the initial water content at the time of specimen preparation. It was also clarified that specimens with significantly different shear strength can be prepared even with the same void ratio. In this paper, a specimen of sandy soil with a different structure (named to as structural sandy soil here) was prepared by the same method, and a triaxial compression test and a simple shear test were performed. In recent years, there have been reports of large-scale slips failures caused by rainfall and floods in embankment soil, which has fine particles content and is considered to be cohesive soil in terms of engineering classification. In this paper, quasi-clayey soil specimen with a fine particle content of 50% was prepared using the same method as for structural sandy soil. The results of examining the effects of skeletal structure and shear mode on the mechanical behavior of the ground material in which fine particles are also shown.

1. はじめに

自然界の土はその地学的履歴によって，様々な骨格構造を有しているが，その骨格構造の違いによって，力学挙動も大きく異なる．しかし，骨格構造の概念が取り入れられていない従来からの一般的な土質力学では，骨格構造を有する多くの自然界の土の力学挙動を十分には説明できない．著者らは，細粒分を含有する砂質土において，供試体作製時の含水比を変えることによって，異なる骨格構造を形成する供試体を作製できることを明らかにした．また，これらの砂質土供試体は，同じ間隙比であっても，せん断強さが大きく異なることも明らかにした[1)2)]．本論文では，同じ手法で骨格構造が異なる砂質土（ここでは構造性砂質土と呼ぶ）の供試体を作製し，力学挙動に及ぼす骨格構造とせん断モードの影響を検討するため，三軸圧縮試験と単純せん断試験を実施し，それらを比較することにより，骨格構造を有する土の力学特性を明らかにする．

また近年，細粒分含有率が高く，工学的分類上は粘性土とされ，一見せん断強度が大きい堤防土において，降雨や洪水による大規模な法すべり等の被災事例が報告されている．本論文では，細粒分含有率 50%（一部 80%）の疑似粘性土供試体を作製し，構造性砂質土供試体と同様に，供試体作製時の初期含水比を変えることによって骨格構造を変化させることを試み，細粒分が卓越した地盤材料の力学挙動における骨格構造とせん断モードの影響についても検討する．

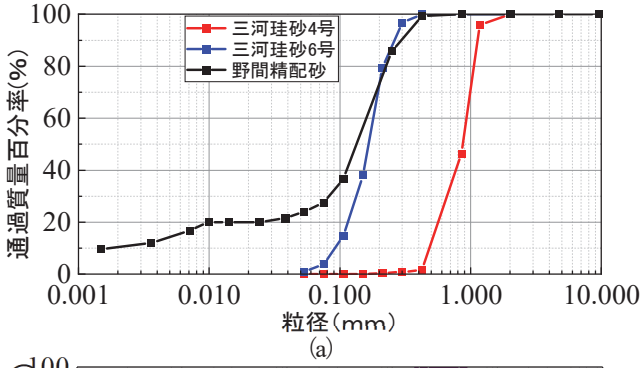
さらに，構造性砂質土と疑似粘性土（50%と 80%）の両試験試料における繰返し載荷による三軸試験も実施した．両試験試料の液状化判定を実施するとともに単調載荷試験から得られた結果を踏まえて検討する．

2. 試験条件

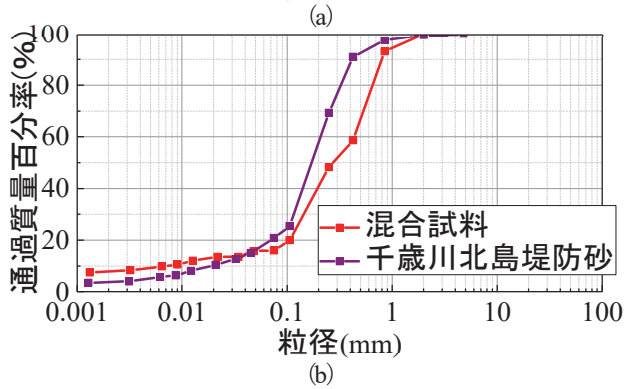
Fig.1 の粒形加積曲線における(b)の混合試料が，本論文での構造性砂質土である．(a)の粒径加積曲線にて示す三河珪砂 4 号と 6 号，シルト分に富んだ野間精配砂を重量比 3:1:3 で混合したものである．今回用いた構造性砂質土は，実堤防砂である千歳川北島堤防砂に類似するよう混合した．一方，Fig.2 の粒形加積曲線に示す混合試料が疑似粘性土である．三河珪砂 6 号とシルト分が卓越した DL クレイを重量比 1:1 で混合し，細粒分含有率 50%の供試体を作製した．さらに，同様の試料を重量比 1:4 で混合し，細粒分含有率 80%の供試体も作製した．

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



(a)



(b)

Fig. 1　構造性砂質土　粒径加積曲線

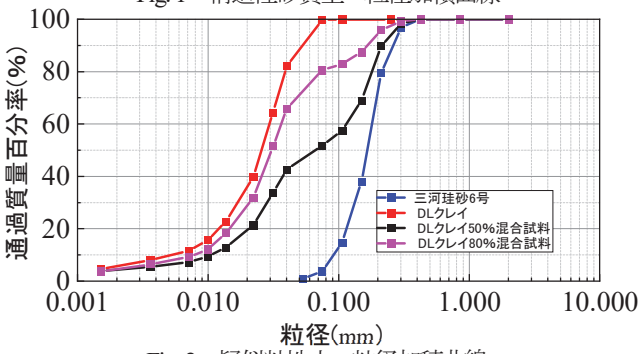


Fig. 2　疑似粘性土　粒径加積曲線

Table 1　単調載荷試験の諸元

試験試料	試験方法	初期含水比	相対密度
構造性砂質土	三軸圧縮試験	0%	68%
		5%	62%
		10%	62%
	単純せん断試験	0%	64%
		5%	64%
		10%	64%
疑似粘性土	三軸圧縮試験	0%	71%
		5%	70%
		10%	73%
	三軸 細粒分 80%	10%	87%
	単純せん断試験	0%	69%
		5%	63%
		10%	63%

Table 2　繰返し載荷試験の諸元

試験試料	応力比	含水比	相対密度
構造性砂質土	0.13	10%	74%
	0.15		66%
	0.22		66%
疑似粘性土(50%)	0.125	10%	66%
	0.15		66%
	0.175		68%
疑似粘性土(80%)	0.175	10%	87%
	0.225		89%
	0.3		89%

いずれの混合試料においても，骨格構造を変化させるために供試体作製時の初期含水比を 0%，5%，10%の 3 種類とした（細粒分含有率 80%の疑似粘性土供試体は，初期含水比 10%のみ）．Table1 に示すように，三軸圧縮試験と単純せん断試験とで計 13 パターンの単調載荷試験を実施した．また，Table2 にて構造性砂質土の初期含水比 10%の供試体と疑似粘性土の初期含水比 10%における細粒分含有率 50%，80%の供試体の繰返し載荷試験の諸元を示す．

三軸圧縮試験に用いた供試体は直径 50 ㎜，高さ 100 ㎜の円柱供試体であり，外部の鋼製モールドにて 5 層に分けて締め固めた．初期含水比 0%は自立しないために，試験機内に二つ割りモールドを設置し，5 層に分けて締め固めた．単純せん断試験に用いた供試体は，直径 60 ㎜，高さ 30 ㎜の円柱供試体であり，三軸圧縮試験で用いた供試体と同様の手法で 3 層に分けて作製した．Table1 には，それぞれの供試体の相対密度も記載している．ややばらつきが見られるが，ほぼ同一な値を示した．

供試体作製後には，三軸圧縮試験機、単純せん断試験機内にて，骨格構造を乱すことなく飽和度を高める二重負圧法によって供試体の完全飽和を行い，初期有効拘束圧 100kPa で等方圧密後，非排水せん断試験を実施した．

3.　試験結果

3.1　各試験試料の観察

Picture1 と Picture2 に構造性砂質土供試体と疑似粘性土供試体の表面をマイクロスコープにて，倍率 200 倍で撮影した画像を示す．両試験試料の初期含水比 0%の供試体では，共通して土粒子が隙間なく詰まって見えるが，骨格構造を形成している様子は見られない．両試験試料において，初期含水比 0%と 5%で明確な骨格構造の違いを確認することができる．

Picture1 における構造性砂質土の初期含水比 5%では，団粒化した細粒分が観察され，大きな土粒子間の隙間に入り込んでいる様子がわかる．構造性砂質土の初期含水比 10%では，団粒化した細粒分が大きな土粒子の周りに付着し，より大きな塊を形成していた．この大きな塊が組み合わさり，骨格構造を形成している様子が観察された．

Picture2 における疑似粘性土の細粒分（DL クレイ）はガラス質の粒状体であることが確認できる．疑似粘性土の初期含水比 5%では，団粒化した細粒分が大きな土粒子を覆うように付着し，骨格構造を形成している様子が確認できる．さらに，団粒化した細粒分は，アーチ状かつハチの巣のような構造を形成している様子が観察された．初期含水比 10%では，初期含水比 5%と同様に細粒分の団粒化が見られるが，水分が多いために団粒化が十分に形成されず，



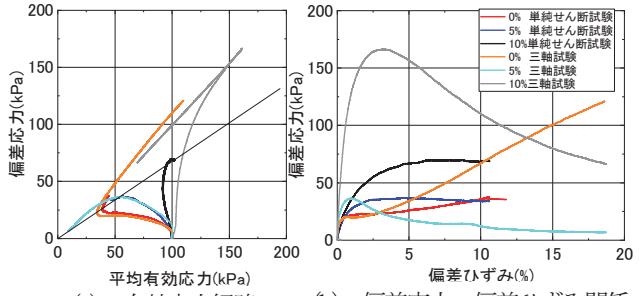
(a)　0%　　(b)　5%　　(c)　10%

Picture 1　構造性砂質土



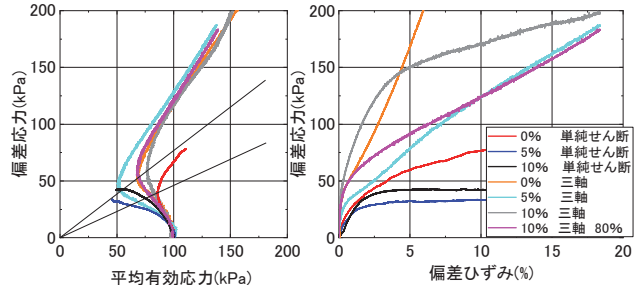
(a)　0%　　(b)　5%　　(c)　10%

Picture 2　疑似粘性土



(a)　有効応力経路　　(b)　偏差応力～偏差ひずみ関係

Fig. 3　構造性砂質土　試験結果



(a)　有効応力経路　　(b)　偏差応力～偏差ひずみ関係

Fig. 4　疑似粘性土　試験結果

初期含水比 5%のような骨格構造までには至っていない．

3.2　単調載荷試験結果

三軸圧縮試験と単純せん断試験の 2 種類の試験結果の比較を行うため，試験結果は，応力もひずみもどちらも不変量を用いて整理する．具体的には，せん断応力を評価するのにあたっては，偏差応力テンソルの第二不変量$\sqrt{2J_2}$（単に「偏差応力」と呼ぶ）を用いる．また，せん断ひずみを評価するのにあたっては，偏差ひずみテンソルの第二不変量ε_s（単に「偏差ひずみ」と呼ぶ）を用いる．

Fig.3 に構造性砂質土の有効応力経路（偏差応力～平均有効応力関係）と偏差応力～偏差ひずみ関係を示す．有効応力経路では，両試験結果の変相点を原点から直線で結んだ変相線がほぼ一致した．そのため，変相線は 1 本の直線で示している．さらに，初期含水比 0%と 5%の供試体においては，せん断モードが大きく異なるにも拘らず驚くほど変相点までのせん断挙動が一致する．一方，初期含水比 10%の供試体では，せん断初期で鉛直に立ち上がる弾性挙動は両試験で一致しているが，最大せん断応力は三軸圧縮試験結果の方が遥かに大きい値が示された．さらに，初期含水比 10%における三軸圧縮試験結果でのみ，脆性破壊を示唆する急激なひずみ軟化挙動が見られた．高位な骨格構造を有する鋭敏粘土の顕著なひずみ軟化は，三軸圧縮試験でのみ観察される現象であるという指摘 [3]とこの初期含水比 10%の試験結果は整合している．また，いずれの初期含水比の供試体においても，両試験の変相後の有効応力経路は大きく異なる．すなわち，構造性砂質土における三軸圧縮試験の場合は高位な骨格構造を有する初期含水比 5%と 10%の供試体においては，ひずみ軟化の度合いが顕著に現

れている．また，低位な骨格構造を有する初期含水比 0%の供試体においては，ひずみ硬化の度合いが顕著に現れている．

Fig.4 に疑似粘性土の有効応力経路（偏差応力～平均有効応力関係）と偏差応力～偏差ひずみ関係を示す．今回用いた疑似粘性土供試体は，細粒分の全量が Picture2 に示すガラス質の細粒シルトである．それを反映して細粒分含有率が 50%であるものの，全般的に砂質土に近い力学特性を呈している．有効応力経路では，単純せん断試験の初期含水比 0%以外の変相線は，ほぼ一致した．三軸圧縮試験では，初期含水比 5%の塑性圧縮の度合いがやや大きいが，変相後はいずれも正のダイレタンシーの拘束に伴うひずみ硬化を示す．本論文では示していないが，初期含水比 0%の供試体では，偏差応力が約 800kPa まで上昇することが確認されており，低位な骨格構造を有する密詰め砂の典型的な挙動が現れていた．一方，単純せん断試験では，変相時とその後の正のダイレタンシーの拘束によるひずみ硬化は初期含水比 0%でのみ見られた．しかも，変相線は三軸試験のそれと大きく異なっている．初期含水比 5%と 10%の供試体では，ひずみ硬化もひずみ軟化も見られず，最終的な応力比はほぼ同じになり，それらは三軸圧縮試験の変相応力比とほぼ同じであった．初期含水比 10%の細粒分含有率 80%における疑似粘性土供試体の試験結果，は同じ初期含水比の細粒分含有率 50%における疑似粘性土供試体の試験結果にほぼ類似した結果が得られた．

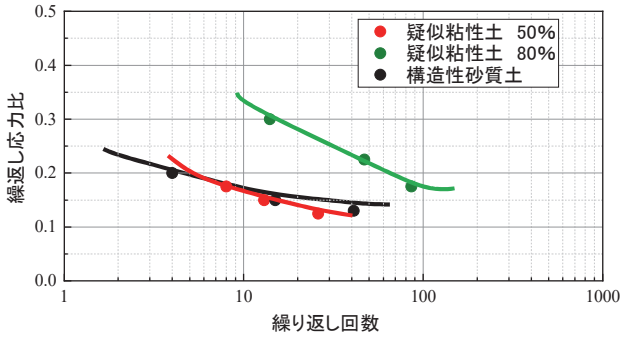


Fig. 5　液状化強度曲線

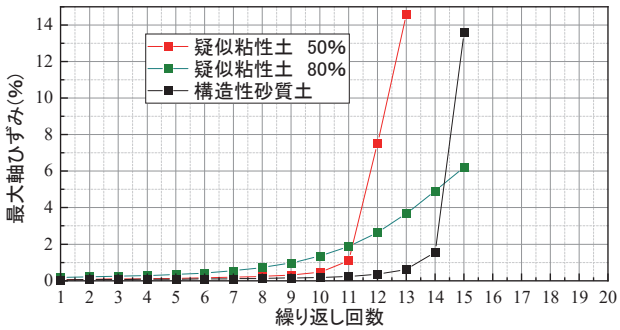


Fig. 6　繰返し回数～最大軸ひずみ

3.3　繰返し載荷試験結果

Fig.5 に，初期含水比 10%で作製した構造性砂質土供試体と初期含水比 10%で作製した細粒分含有率 50%と 80%の疑似粘性土供試体の繰返し載荷三軸試験から得られた液状化強度曲線を示す．また，Fig.6 は繰返し回数 15 回で液状化に至る試験ケースの繰り返し回数と最大軸ひずみとの関係を示している．単調載荷試験結果にて，今回用いた疑似粘性土は砂質土に近い力学特性を呈していると述べたが，Fig.5 と Fig.6 で示す繰返し載荷試験結果においても，細粒分含有率 50%の疑似粘性土供試体は，構造性砂質土供試体とほとんど変わらない結果であった．したがって，繰返し載荷試験においても疑似粘性土の細粒分含有率 50%の供試体は砂質土に近い力学特性を有しているといえる．細粒分含差率 80%であってようやく液状化抵抗が増加している．ただし，紙面の都合によって本論文では示していないが，細粒分含有率 80%であっても，有効応力は 0 に到達し，密詰めの砂質土に近い挙動であった．

4.　まとめ

マイクロスコープを用いることで，目視による土の骨格構造の確認ができ，供試体作製時の含水比を変えることによる骨格構造の変化を明確に示した．具体的には，初期含水比が大きくなるにつれて，細粒分が団粒化し，大きな土粒子に付着することで骨格構造を形成している様子が確認された．不飽和状態で形成されたその骨格構造の違いが，完全飽和した後も，さらには等方圧密した後も残存し続けているために，それぞれの供試体における試験結果が大きく異なったと考えられる．

単調載荷試験における構造性砂質土では，三軸圧縮試験と単純せん断試験の両試験において，初期含水比が 0%，5%，10%と大きくなるにつれ，せん断初期の偏差応力が増加し，高位な骨格構造を形成していることが示唆された．また，変相前までは，せん断モードが異なっていてもそれぞれの有効応力経路が一致することが分かった．疑似粘性土においては，細粒分がシルト分主体であったために砂質土に類似した性質を示した．しかしながら，変相線はほぼ一致するものの，初期含水比の違いは力学挙動の違いとして大きく現れなかった．

繰返し載荷試験において，単調載荷試験と同様に疑似粘性土では細粒分含有率が 50%であっても砂質土に類似する力学挙動を呈する地盤材料であることが示された．Picture2 で示した疑似粘性土供試体の表面の画像にて，DL クレイの多くの細粒分がガラス質の粒状シルトであったことが原因であると考えられる．

謝辞

本論文の一部の実験の実施にあたり，元名城大学理工学部学生の神野俊也氏にお世話になった．記して謝意を表します．

参考文献

1) 御手洗翔太，小高猛司，板橋一雄，崔　瑛，李　圭太，久保裕一：砂質土の供試体作製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，2017
2) 御手洗翔太，小高猛司，李　圭太，久保裕一：砂質土の構造が単調ならびに繰返し載荷挙動に及ぼす影響，第 54 回地盤工学研究発表会，2019.
3) 中山雄人，小高猛司，李　圭太，久保裕一，石原雅規：細粒分が卓越した疑似粘性土堤防の強度評価の注意点，第 54 回地盤工学研究発表会，2019.
4) 三好直輔，小高猛司，板橋一雄，福沢宏樹，吉田賢史：不撹乱・再構成・練返し粘土供試体のせん断挙動の違い，第 46 回地盤工学研究発表会，2011.

（原稿受理日　令和 2 年 10 月 1 日）

Material Design for Concrete Using Low-Quality Recycled Aggregate in Vietnam

Anh Duc NGUYEN[1)], Yasuhiro DOSHO[2)]

Abstract

Vietnam is a developing country in Southeast Asia. Since the 21st century, Vietnam has achieved great economic and social progress. Along with this, the country's infrastructure has been quickly constructed to satisfy the demands of development. In Vietnam, concrete is still the most popular construction material because of its more reliable workability, greater durability, and lower cost compared with other construction materials. However, because of its durability, demolishing or renovating old structures generates huge amounts of concrete waste, which is very difficult to recycle effectively. Therefore, a measurement for discriminating the use of recycled aggregate concrete is a very necessary and pressing requirement for Vietnam. This study compared the Vietnamese and Japanese standard systems to choose a suitable material that has been studied in Japan. It focuses on the material design of concrete using low-quality recycled aggregates prepared by an aggregate replacement method. To evaluate the quality of the aggregates in recycled aggregate concrete, experiments were conducted using specimen groups characterized by various mix proportions. Accordingly, when low-quality recycled aggregate is used, by employing the relative quality index method for material design, the manufacturing of recycled aggregate concrete with required performance can be achieved.

1. Introduction

Vietnam is a developing country located in Southeast Asia. In the 21st century, Vietnam has achieved great economic and social progress. Simultaneously, the infrastructure has been quickly constructed to satisfy the demands of development. Concrete is still the most popular construction material owing to its more reliable workability, greater durability, and lower cost compared to other construction materials. However, owing to its durability, demolishing or renovating old structures generates the huge amounts of concrete waste, which is very difficult to recycle effectively. Therefore, a measurement for discriminating the use of recycled aggregate concrete is a very necessary and pressing requirement for Vietnam.

This study compared the Vietnamese and Japanese standard systems to choose a suitable material that has been studied in Japan. It focuses on material design with concrete using low-quality recycled aggregates prepared by an aggregate replacement method. To evaluate the quality of the aggregates in recycled aggregate concrete, experiments were conducted using specimen groups characterized by various mix proportions. Accordingly, when low-quality recycled aggregate is used, by employing the relative quality index method for material design, the manufacturing of recycled aggregate concrete with required performance can be achieved.

2. Condition of Concrete Waste in Vietnam

2.1 Construction waste in Vietnam

As specified in Vietnam National Standard TCVN 6705:2009, construction wastes are those generated from the demolition, rehabilitation, or new construction of buildings, roads, and bridges. They include brick, mortar, concrete, gypsum, and other materials. Of these, 23% of the construction waste is concrete waste[1)].

In Hanoi, the capital of Vietnam, it is forecasted that the amount of construction waste generated will reach (in tons per day) 2,100 in 2020, 3,400 in 2030, and 4,800 in 2050[2)] according to forecast. This amount of concrete waste is very large, and it is not effectively recycled, which can adversely affect the environment. Therefore, a measurement to promote the recycling of concrete waste is very necessary.

2.2 Characteristics of construction waste in Vietnam

In Vietnam, brick is widely used in construction. Therefore, the construction waste generated from rehabilitation and demolition includes a large amount of brick and concrete. For

1) Graduate School of Science and Technology, Meijo University 2) Prof. Dept. of Environmental Technology, Meijo University

the purpose of recycling as a filler material or raw material for non-fired brick, concrete waste and brick waste are crushed together without classification, as shown in Fig. 1. The crushing technology is the same as that used in Japan.

For the purpose of recycling waste as recycled aggregate for concrete, the manufacturer can classify the construction waste before crushing. Therefore, the recycled aggregate can be generated from concrete waste only. The actual appearance of recycled coarse aggregate in Vietnam is shown in Fig. 2.

2.3 Application of recycled construction waste

The application of recycled construction waste in Vietnam is mostly as a filler material or as a raw material for the manufacture of non-fired brick. As the Decision No. 576/QD-TTg, issued by Vietnam's Ministry of Construction in 2010, a policy to promote the use of non-fired brick was established[3]. The raw materials for manufacturing non-fired brick, such as brick waste and concrete waste, can be taken from construction waste. As a forecast of Vietnam's Ministry of Construction Decision No. 576/QD-TTg, the use of non-fired brick could reach 30%–40% by 2020. But according to the 2019 statistical data from this agency, the use of non-fired brick reached 25% and the increasing rate did not reach the expected target. The reasons were the high cost compared with normal brick and the high absorption of this material, which adversely affects construction quality.

For the application as recycled aggregate concrete, there are some enterprises that are now producing precast concrete and normal-weight concrete from recycled aggregate, but the amount is very low compared with the total amount of construction waste. Furthermore, the application measures are in the research stage but the development of both research and practical applications is at a low rate.

In fact, the dissemination of recycled aggregate concrete in Vietnam is still encountered difficulties owing to the shortage of development funds, limitations of the technology, and the policy of the Government. Therefore, to promote the use of recycled aggregate concrete, the Government of Vietnam should increase research on the recycling technology and issue a policy that encourages people and enterprises who manufacture and use recycled aggregate concrete.

2.4 Management system for recycled aggregate concrete in Vietnam

Regarding management and quality control, Vietnam National Stand (TCVN) is used. As specified in TCVN



Fig. 1 Construction waste in Vietnam (2019)



Concrete waste and brick waste　　Concrete waste only

Fig. 2 Recycled coarse aggregate in Vietnam

9340:2012 Ready-mixed concrete - Specification and Acceptance, ready-mixed concrete is classified into three groups according to workability as very stiff (SC), stiff (C), and plastic (D) using the Vebe, slump, and flow tests[3].

Regarding compressive strength, the type and category are defined equivalent to the nominal strength in JIS A 5308, Ready-Mixed Concrete. Compared with the value of compressive strength of normal-weight concrete in JIS A 5308, the range of low compressive strength, which is less than 18 N/mm^2, is more detailed in the Vietnamese standard[3].

For recycled aggregate concrete, there is only a standard for recycled coarse aggregate. The standard for recycled fine aggregate has not yet been issued. As specified in TCVN 11969:2018, recycled coarse aggregate for concrete is divided into two types: Type I and Type II. Of these, Type I is equivalent to the recycled aggregate class M in JIS A 5022 Annex A, Recycled aggregate concrete-Class M with an absorption of ≤ 5% and a density in the oven-dry condition of ≥ 2.3 g/cm^3.

Furthermore, the replacement ratio of recycled coarse aggregate is not regulated in TCVN 11969:2018. Meanwhile, JIS A 5022, Recycled aggregate concrete-Class M is divided into two types: Recycled aggregate concrete-Class M1 and Recycled aggregate concrete-Class M2. As in Japanese architectural standard specification JASS 5 Reinforce concrete work (2018)[4], the replacement ratio and absorption of recycled aggregate for recycled aggregate concrete-Class M is clearly regulated for recycled coarse aggregate class M (RMG), class L (RLG), and recycled fine aggregate class M (RMS) and class

Table 1. Comparison of Japanese standard and Vietnamese standard on replacement ratio and absorption of recycled aggregate concrete

Type		Standard	Replacement ratio (%)				Absorption (%)			
			Recycled coarse aggregate		Recycled fine aggregate		Recycled coarse aggregate		Recycled fine aggregate	
			RMG	RLG	RMS	RLS	RMG	RLG	RMS	RLS
Japanese standard	Recycled aggregate concrete-Class M1	JIS A 5022 JASS 5 (2018)[4)]	≤100	-	-		≤5	-	-	-
			-	≤50	-		-	≤7	-	-
	Recycled aggregate concrete-Class M2	JIS A 5022 JASS 5 (2018)[4)]	≤100	-	≤100	-	≤5	-	≤7	-
					-	≤30	≤5	-	-	≤13
			-	≤50	≤100	-	-	≤7	≤7	-
					-	≤30	-	≤7	-	≤13
			-		≤100	-	-	-	≤7	-
					-	≤30	-	-	-	≤13
Vietnamese standard	Recycled coarse aggregate	TCVN 11969:2018	-		-		≤5 (Type I)	≤20 (Type II)	-	

Table 2. Quality of recycled coarse aggregate in Vietnam

Item	RG1 (concrete waste only)	RG2 (Mixed concrete waste and brick waste)
Density in oven-dry condition (g/cm^3)	2.30	2.25
Absorption (%)	5.81	6.46
Solid content (%)	59.8	59.5
Amount of contained impurities (mass %)	1.03	-

L (RLS) in eight cases as shown in Table 1.

3. Outline of Experiment

According to the experiment results from the University of Transport and Communications in Vietnam, which are shown in Table 2, the absorption of recycled coarse aggregate manufactured from concrete waste only (RG1) is 5.81%. Meanwhile, the absorption of recycled coarse aggregate manufactured from concrete waste and brick waste (RG2) is 6.46%. The density in oven-dry condition of RG1 and RG2 is 2.30 g/cm^3 and 2.25 g/cm^3, respectively. Also, the amount of contained impurities of RG1 is 1.03%. Therefore, recycled coarse aggregate in Vietnam is equivalent to the recycled coarse aggregate class L in JIS A 5023.

In this study, Japanese materials such as cement, chemical admixture, normal aggregate and recycled aggregate were used in experiments. Regarding the standard system, Japanese standards were applied to control the quality of the material and also concrete performance. Furthermore, in Vietnam, only the recycled coarse aggregate standard has been issued. Therefore, recycled fine aggregate was used accordance with Japanese standard.

Table 3. Quality of aggregate

Item		Test method	NS[*1]		CS[*2]	NG[*3]		RLS		RLG[*4]	
Density in oven-dry condition (g/cm^3)		JIS A 1109	2.60	2.60	2.52	2.61	2.61	2.14	2.06	2.27	2.22
Absorption (%)		JIS A 1110	1.46	1.44	1.60	1.17	1.21	8.45	10.25	5.66	6.84
Fineness modulus (F.M.)		JIS A 1102	2.55	2.74	2.63	6.60	6.57	3.37	3.09	6.57	6.46
Materials finer than 75-μm sieve (%)		JIS A 1103	1.9	1.6	4.5	1.1	1.7	5.5	7.0	0.3	0.6
Solid content (%)		JIS A 1104	62.8	64.8	67.1	60.6	58.6	65.2	69.8	61.0	61.6
Solid content in aggregate (%)		JIS A 5005			58.2	59.8	58.3	60.3	66.1	59.9	63.2
Amount of contained impurities[*5] (mass %)	A	JIS A 5023						0	0	0.3	0.1
	B							0	0	0	0
	C							0	0	0	0
	D							0	0	0	0
	E							0	0	0	0
	F							0	0	0	0
	G							0	0	0	0
	Total							0	0	0.3	0.1

*1 NS: Sand from Ibi river. *2 CS: Crushed sand from Shinshiro. *3 NG: Crushed stone from Shinshiro. *4 RLG is mixed by recycled coarse aggregate class L 1505 and recycled coarse aggregate class L 2015 with the same weight. *5 Classification of A~G according to JIS A 5023 Annex A.

3.1 Material

3.1.1 Cement

In this study, ordinary Portland cement (N) was used in accordance with JIS R 5210.

3.1.2 Aggregate

The quality of aggregates used in the experiments is shown in Table 3. River sand (NS) and crushed sand (CS) were used as normal fine aggregates. Crushed stone 2005 (NG) was used as a normal coarse aggregate. Recycled coarse aggregate class

Table 4. Mix proportion

Specimen	Mix proportion					Unit weight (kg/m^3)							Ad*2 (C×%)
	Cement	Replacement ratio (%)		W/C (%)	s/a (%)	W	C	NS	CS	NG	RLS	RLG	
		RLG*1	RLS										
NGNS-45	N	0	0	45	43.5	183	407	736	-	960	-	-	1.00
NGRLS100-45		0	100	45	43.5	183	407	-	-	960	649	-	1.00
RLG50NS-45		50	0	45	43.5	183	407	736	-	480	-	436	1.00
RLG50RLS30-45		50	30	45	45.3	183	407	-	523	464	199	417	1.00
RLG50RLS50-45		50	50	45	43.5	183	407	368	-	480	324	436	1.00
RLG100NS-45		100	0	45	43.5	183	407	736	-	-	-	872	1.00
NGCS-55		0	0	55	47.6	180	327	-	819	928	-	-	1.00
NGNS-55		0	0	55	45.8	180	327	810		960	-	-	1.00
NGRLS30-55		0	30	55	47.6	180	327	-	573	928	218	-	1.00
NGRLS50-55		0	50	55	45.8	180	327	405	-	960	357	-	1.00
NGRLS100-55		0	100	55	45.8	180	327	-	-	960	714	-	1.00
RLG50CS-55		50	0	55	47.6	180	327	-	819	464	-	417	1.00
RLG50NS-55		50	0	55	45.8	180	327	810	-	480	-	436	1.00
RLG50RLS30-55		50	30	55	47.6	180	327	-	573	464	218	417	1.00
RLG50RLS50-55		50	50	55	45.8	180	327	405	-	480	357	436	1.00
RLG100NS-55		100	0	55	45.8	180	327	810	-	-	-	872	1.00
NGNS-65		0	0	65	47.4	177	272	863	-	960	-	-	1.00
NGRLS100-65		0	100	65	47.4	177	272	-	-	960	761	-	1.00
RLG50NS-65		50	0	65	47.4	177	272	863	-	480	-	436	1.00
RLG50RLS30-65		50	30	65	49.2	177	272	-	610	464	232	417	1.00
RLG50RLS50-65		50	50	65	47.4	177	272	432	-	480	381	436	1.00
RLG100NS-65		100	0	65	47.4	177	272	863	-	-	-	872	1.00

*1 RLG is mixed by recycled coarse aggregate class L 1505 and recycled coarse aggregate class L 2015 with the same weight. *2 Ad: Air-entraining and water-reducing admixture.



* Manufacturing efficiency

Fig. 3 Manufacturing of RLG and RLS

L 2005 (RLG) and recycled fine aggregate class L (RLS) were produced from the concrete waste generated from a demolished foundation structure. The demolished concrete was crushed to a size of 0–40 mm, then it was used to manufacture RLG and RLS at another plant, as shown in Fig. 3. This was done by the crushing and classifying method. The quality of the manufactured recycled aggregate satisfied JIS A 5023 Annex A.

3.2 Mix proportions

The mix proportions for the experiments are shown in Table 4. The water–cement ratios (W/C) were 45%, 55%, and 65%. For the RLG, it was used to replace normal coarse aggregate with replacement ratios of 0%, 50%, and 100%. For the RLS, it was used to replace normal fine aggregate with replacement ratios of 0%, 30%, 50%, and 100%. In total, 22 specimen groups were made. Furthermore, a target slump of 18.0 ± 2.5 cm and a target air content of 4.5 ± 1.5% were selected for all of the specimen groups. In the cases of W/C ratios of 45%, 55%, and 65%, the unit water volume was 183 kg/m^3, 180 kg/m^3, and 177 kg/m^3, respectively. For the chemical admixture, air-entraining and water-reducing admixture was used for all of the specimen groups with an amount of 1% of the cement weight.

Table 5. Experiment and test method

Type	Experiment	Test method	Remark
Fresh concrete	Slump	JIS A 1101	-
	Air content	JIS A 1128	
	Density	JIS A 1116	
	Temperature	JIS A 1156	
	Chloride ion content	JIS A 5308 JASS 5 T-502	Electrode current method and Mohr method
Hardened concrete	Compressive strength	JIS A 1108	Standard curing method 4 weeks, 13 weeks
	Static modulus of elasticity	JIS A 1149	
	Drying shrinkage	JIS A 1129-3	At 26 weeks
	Accelerated carbonation depth	JIS A 1153	-
	Durability factor	JIS A 1148	Experiment method A

3.3 Experiments and test methods

Experiments were implemented for the fresh and hardened conditions of concrete in accordance with JIS, as shown in

Table 5. In the case of the fresh condition, experiments were implemented for slump, air content, density, temperature, and chloride ion content. For the hardened condition, experiments were implemented for compressive strength, static modulus of elasticity, drying shrinkage, accelerated carbonation depth, and durability factor.

4. Experiment Results

4.1 Fresh concrete

Table 6 shows the experiment results of all specimen groups of fresh concrete.

4.1.1 Slump and air content

All of the specimen groups satisfied the slump and air content targets. Furthermore, in the case of the air content experiment, the aggregate correction factor was higher when the replacement ratio of the RLS increased. By application of the aggregate correction factor, the actual air content presented in the concrete could be accurately reflected.

4.1.2 Density

Compared with the specimen groups that used normal aggregate, the density of recycled aggregate concrete tended to decrease when the replacement ratios of the RLG and RLS increased owing to the effect of adhered mortar and cement paste on the recycled aggregate.

4.1.3 Temperature

All of the specimens were placed from August to December. They all had temperatures below 35°C.

4.1.4 Chloride ion content

When the replacement ratios of the RLG and RLS increased, an increasing trend of chloride ion content was observed. But for all of the specimen groups, the chloride ion content still satisfied the value of ≤0.30 kg/m^3, which is regulated in JIS A 5308.

4.2 Hardened concrete

4.2.1 Compressive strength

As shown in Fig. 4, compared with the specimen groups that used normal aggregate only, when the replacement ratio of the RLG and/or RLS increased, the compressive strength was lower at 4 and 13 weeks. This trend was clearly observed when the replacement ratio of the RLS was ≥ 50%. But an increasing trend from 4 to 13 weeks of was still observed in all specimens.

4.2.2 Static modulus of elasticity

The static modulus of elasticity had the same trend with compressive strength, as shown in Fig. 4. When the replacement ratio of the RLG and/or RLS increased, the static modulus of elasticity at 4 and 13 weeks was lower compared with normal aggregate concrete. The increasing trend from 4 to 13 weeks was also observed.

Table 6. Experiment result of fresh concrete

Specimen	Slump (cm)	Air content (%)*1	Density (kg/m^3)	Temperature (°C)	Chloride ion content (kg/m^3)*2
NGNS-45	19.5	4.4(0.2)	2299	28.0	0.03
NGRLS100-45	16.5	3.9(1.6)	2250	25.8	0.12
RLG50NS-45	19.0	4.2(0.3)	2277	24.1	0.10
RLG50RLS30-45	20.5	3.5(0.4)	2251	27.6	0.14
RLG50RLS50-45	18.0	4.4(0.6)	2226	24.8	0.11
RLG100NS-45	20.0	5.0(0.5)	2184	28.0	0.06
NGCS-55	18.5	4.4(0.0)	2318	26.0	0.04
NGNS-55	18.0	4.1(0.2)	2336	28.4	0.02
NGRLS30-55	20.0	3.9(0.4)	2274	28.7	0.12
NGRLS50-55	19.5	4.3(0.5)	2234	29.5	0.05
NGRLS100-55	19.0	5.2(0.9)	2084	30.1	0.09
RLG50CS-55	17.0	3.1(0.6)	2282	28.8	0.12
RLG50NS-55	19.5	4.2(0.4)	2256	28.4	0.09
RLG50RLS30-55	20.0	4.4(0.5)	2206	26.1	0.12
RLG50RLS50-55	19.5	4.1(0.3)	2099	29.2	0.08
RLG100NS-55	16.5	4.6(0.5)	2208	27.7	0.09
NGNS-65	18.0	4.6(0.2)	2288	24.6	0.02
NGRLS100-65	18.0	4.5(1.5)	2142	22.8	0.12
RLG50NS-65	19.0	4.7(0.5)	2221	23.6	0.12
RLG50RLS30-65	20.0	5.3(0.6)	2172	24.3	0.11
RLG50RLS50-65	18.0	4.5(1.2)	2163	23.5	0.11
RLG100NS-65	16.0	4.2(0.5)	2189	22.0	0.10

*1 In ( ) is the aggregate correction factor. *2 Refers to the electrode current method and Mohr method. For normal-weight concrete, refer to JIS A 5308.

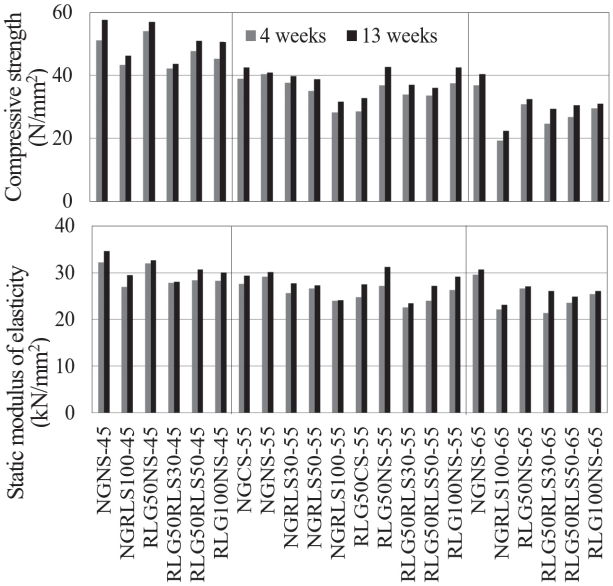


Fig. 4 Compressive strength and static modulus of elasticity

4.2.3　Drying shrinkage

Compared with Vietnam National Standard TCVN and JASS 5 (2018)[4], the target quality threshold value for drying shrinkage of $\leq 8 \times 10^{-4}$ was selected[3].

In Fig. 5, the drying shrinkage tends to be higher when the RLG and/or RLS were used at a ≥ 50% replacement ratio. This effect was due to the recycled aggregate's high absorption. However, most of the specimen groups had drying shrinkage values that satisfied the value of $\leq 8 \times 10^{-4}$, which was set as the target quality threshold value in this study.

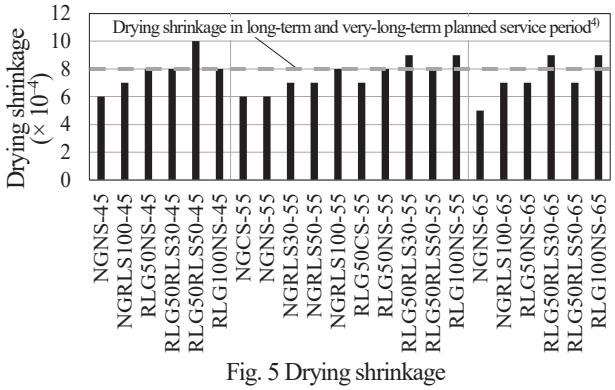


Fig. 5 Drying shrinkage

4.2.4　Accelerated carbonation depth

After the comparison between Vietnamese and Japanese standards, as a conservative measure, a target quality threshold value for the accelerated carbonation depth of ≤25 mm was selected[3].

As shown in Fig. 6, compared with the specimens that used normal aggregate, when the replacement ratio of the RLG and/or RLS was ≥ 50%, the carbonation depth increased. However, almost all of the specimen groups were under the 25 mm target quality threshold value.

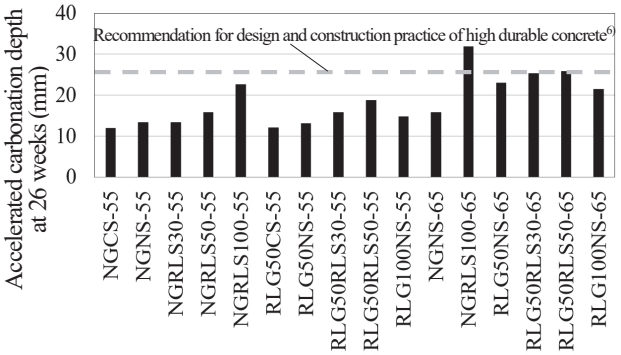


Fig. 6 Accelerated carbonation depth

4.2.5　Durability factor

In Vietnam, because of the geology, there is no standard for freezing–thawing. Therefore, the Japanese standard was used to evaluate the durability factor.

In Fig. 7, when the specimen groups have as-mixed air content after mixing in the range of 4% to 6%, regardless of the replacement ratio of the RLG and RLS, the durability factor is greater than 60.

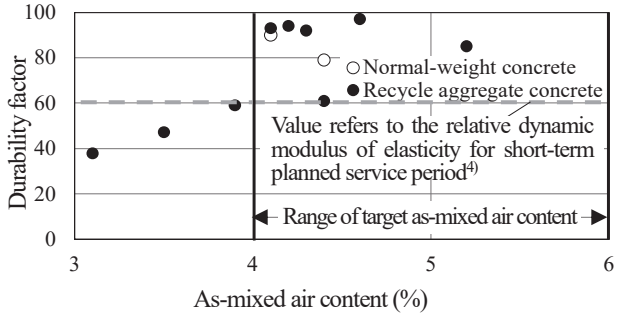


Fig. 7 Correlation of as-mixed air content and durability factor

4.3　Material design by relative quality index method

The relative quality index is calculated based on the recycled aggregate replacement ratio and the aggregate absorption or density[5]. In this study, absorption was used for the evaluation. This method was used to evaluate the correlations of concrete performance and the relative absorption of aggregate. Equation (1) was obtained based on the experiment results. The correlations of the relative absorption and recycled aggregate concrete performance are shown in Fig. 8. For recycled aggregate concrete-Class M1, when 50% RLG or 100% RMG was used, the relative absorption was 4.02%. For class M2, when 50% RLG and 30% RLS were used, the relative absorption was 5.46%, when 100% RMG and 100% RMS were used, the relative absorption was 5.87%. Furthermore, the absorption upper limit of NG, CS were based on JIS A 5005, NS was based on JIS A 5308. For recycled aggregate, the absorption upper limit of RMG and RMS were based on JIS A 5022, and for RLG and RLS were JIS A 5023.

$$QCt = \frac{QCvG \times a + QCvS \times b + QCrG \times c + QCrS \times d}{a + b + c + d} \quad (1)$$

Where, *QCt*: Relative absorption (%)

QCvG: Absorption of normal coarse aggregate (%)

QCvS: Absorption of normal fine aggregate (%)

QCrG: Absorption of recycled coarse aggregate (%)

QCrS: Absorption of recycled fine aggregate (%)

a, b, c, d: Absolute volume of aggregate (L/m^3)

As shown in Fig. 8, when the relative absorption increased, a decreasing trend of concrete performance is observed. Compressive strength, static modulus of elasticity, drying

shrinkage, and accelerated carbonation depth showed some variations, but in general a clear relative correlation was obtained.

Furthermore, in case relative absorption ≤4.02%, the target quality threshold values were satisfied except the case of drying shrinkage with the specimen groups used 100% RLG. Therefore, when normal aggregate was mixed with recycled aggregate class L, based on the correlation of relative absorption and recycled aggregate concrete performance, suitable replacement ratio of recycled aggregate, and the use of selected normal aggregate, the manufacturing of concrete with required performance can be achieved.

5. Conclusion

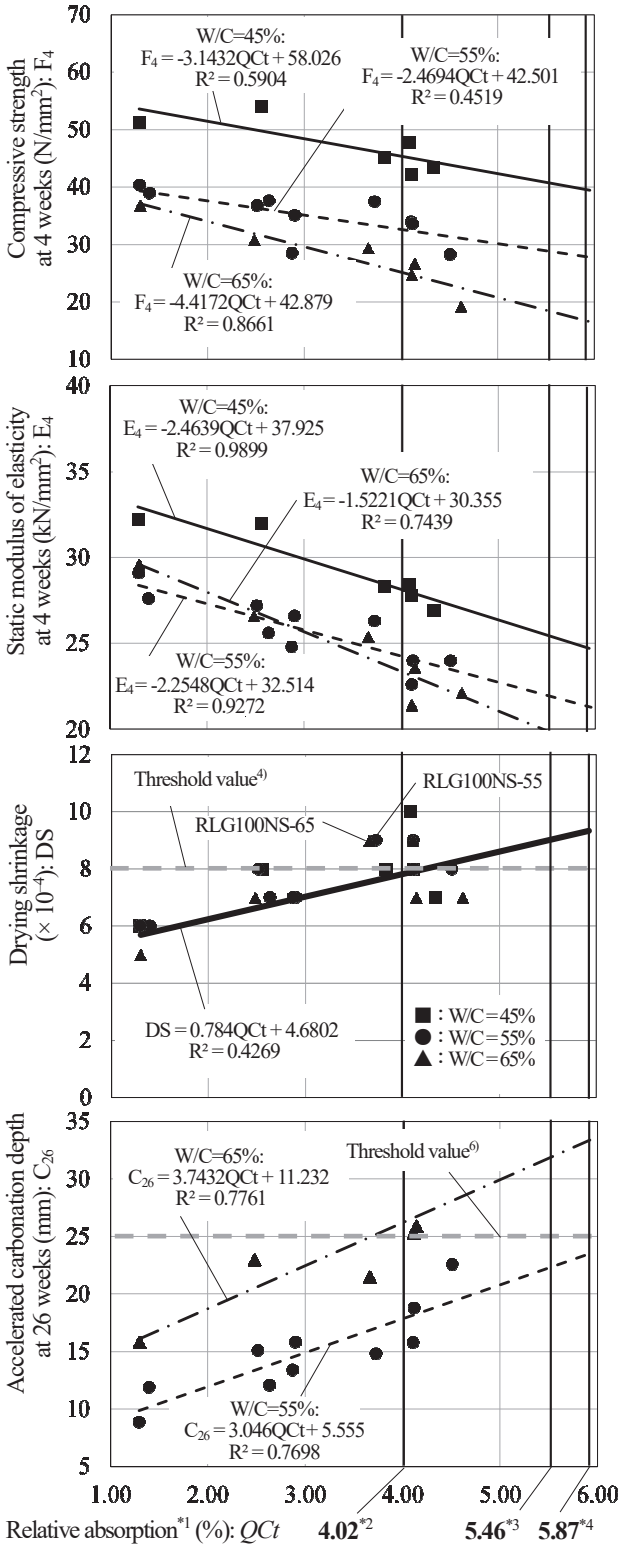
With the purpose of disseminating the concrete using low-quality recycled aggregate in Vietnam through the application of material design, the following conclusions were achieved:

(1) The generated construction waste in Vietnam was forecasted to rapidly increase to 4,800 tons per day by 2050. At present, the effectiveness of recycling for construction material has not been achieved. To promote the use of low-quality recycled aggregate for concrete, Vietnam needs to significantly develop the recycling technology for concrete waste and issue a suitable policy for individuals and enterprises.

(2) In the Vietnam National Standard, recycled coarse aggregate is divided into Type I and Type II. Of these, Type I is equivalent to recycled coarse aggregate class M in JIS A 5022. Furthermore, the actual quality of recycled coarse aggregate in Vietnam is equivalent to the recycled coarse aggregate class L in JIS A 5023.

(3) Fresh concrete using low-quality recycled aggregate satisfied the target values even when the replacement ratio of recycled aggregate was large. This was performed by applying a suitable amount of chemical admixture.

(4) For hardened concrete, when the replacement ratio of recycled aggregate increased, the concrete performance tended to be lower; however, most specimen groups satisfied the target quality threshold values regulated in the Japanese standards. Regarding the freezing–thawing experiment, the replacement ratio of recycled aggregate did not affect concrete performance, and by ensuring a suitable as-mixed air content, recycled aggregate concrete could be used for a short-term planned service period.



*1 Upper limit of absorption for NG, CS based on JIS A 5005, NS based on JIS A 5308 were used for calculation. *2 Calculated by upper limit of absorption and replacement ratio of RLG or RMG for recycled aggregate concrete-Class M1. *3 Calculated by upper limit of absorption and replacement ratio of RLG and RLS for recycled aggregate concrete-Class M2. *4 Calculated by upper limit of absorption and replacement ratio of RMG and RMS for recycled aggregate concrete-Class M2.

Fig. 8 Correlation of relative absorption and concrete performance

(5) By applying material design for recycled aggregate concrete, when normal aggregate was mixed with low-quality recycled aggregate, based on the correlation of relative absorption and recycled aggregate concrete performance, a suitable replacement ratio of recycled aggregate, and the use of selected normal aggregate, the manufacturing of concrete with required performance can be achieved.

From the conclusions above, when using low-quality recycled aggregate for concrete in Vietnam. By applying the relative quality index method for material design, the manufacturing of recycled aggregate concrete with required performance can be achieved.

Acknowledgments

For the field survey and experiments conducted in Vietnam, this study received great cooperation from Assoc. Prof. Nguyen Thanh Sang and coworkers from University of Transport and Communications, Hanoi, Vietnam.

References

1) Tuan N. V. et al.: Current status of construction and waste management in Vietnam: Challenges and opportunities, International Journal of GEOMATE, Vol. 15, No. 52, pp.23-29, 2018.
2) The Government of Vietnam: Decision No. 609/2014/QD-TTg, Master plan on solid waste disposal of Hanoi Capital to 2030, with a vision to 2050, 2014.
3) Dinh V.L., Nguyen A.D., Tao Y., K. Nishiki, Y. Dosho: Application of recycled aggregate concrete technology for construction work in Vietnam, Meijo Asian Research Journal, Vol. 10, No. 1, pp.5-19, 2019.
4) Architectural Institute of Japan: Japanese architectural standard specification JASS 5 Reinforced concrete work, 2018.
5) Y. Dosho: Development of a sustainable concrete waste recycling system – Application of recycled aggregate concrete produced by aggregate replacing method, Journal of Advanced Concrete Technology, Vol. 5, No. 1, pp.27-42, 2007.
6) Architectural Institute of Japan: Recommendations for design and construction practice of high durable concrete, 1991.

（原稿受理日　令和 2 年 10 月 1 日）

ベトナムにおけるフライアッシュのコンクリート用混和材への利用

ダオ テイ フオン [1)]　道正　泰弘 [2)]

Expanding the Use of Fly Ash as an Admixture in Concrete in Vietnam

Thi Phuong DAO[1)], Yasuhiro DOSHO[2)]

Abstract

To bolster the drive for economic and social development in Vietnam, 31 coal-fired power plants were constructed to meet the demand for electricity. According to the survey of the Vietnam Energy Association, coal ash of the order of approximately 1.5 billion tons was generated in 2017. A part of the generated coal ash was recycled as landfill; however, the rest lies unused or discarded, causing serious environmental pollution. Since fly ash (FA) forms a major component of coal ash, it is necessary to establish methods for the safe, continuous, and effective use of FA. This study compared the Vietnamese National Standards with the Japanese Industrial Standards from the perspective of using FA as an admixture in concrete. Japanese FA was used in the experiments. Consequently, by using suitable amounts of chemical admixtures and adjusting the ratio of FA as a cement replacement and as a fine aggregate replacement, structural concrete can be manufactured, and the required quality can be assured.

1.　はじめに

最近，ベトナムでは，経済および社会的発展に伴い電力需要は大幅に増加してきており，石炭火力発電所は31プラントとなっている．ベトナム環境省の調査では，2020年度には約20.5億tの石炭灰が発生する[1)]．現在，ベトナムにおける石炭灰の用途は，一部は埋立て材料として再資源化されており，残りは有効利用や適正処理が行われず，投棄されており，深刻な環境汚染を惹き起こしている．このため，石炭灰の多くを占めるフライアッシュ(FA)の安全で継続的な有効利用方法の確立が必要となる．

本研究は有望な用途の一つであるコンクリート用混和材への利用拡大を目的に，最適なFAの使用方法について，ベトナム規格(TCVN)と日本工業規格(JIS)を比較し，日本のFAを用いて実験的検討を行った．

2.　ベトナムにおける FA の概要

2.1　ベトナムにおける FA の状況

ベトナムにおける FA の規格は，TCVN 10302:2014[2)]の中に混和材として利用する場合とセメント用の2つの規定がある．また，FA の pH により，アルカリ性(C)と酸性(F)で区分されている．混和材としての FA は，さらに適用範囲として a~d の 4 種類に区分されている．a 種は構造用コンクリート用，b 種は無筋コンクリート用，c 種はプレキャストコンクリート用，d 種は特殊な条件下で使用する構造用コンクリート用である．

2.2　ベトナムにおける FA の特徴

現在，ベトナムにおける石炭火力発電所の多数は古い技術で国産の原材料として無煙炭（発揮発分が少なくて，着火性は悪い炭）を燃焼しており，燃焼効率が高くなくて，未燃炭素が多い．このため，日本で最も多く使用されているII種(FAII)に比べてベトナムにおけるFAの強熱減量は，主に未燃炭素の比率の指標を示す値であり，やや大きい．しかし，近年，石炭火力発電所の技術は改善されており，FAの品質は向上している．表1に一例としてベトナムのUong Bi石炭火力発電所におけるFAの品質およびTCVN 10302:2014[2)]の混和材用C-a 種の規定値を示す．また，写真1にUong Bi石炭火力発電所の外観を示す．コンクリート用混和材として日本工業規格JIS A 6201(コンクリート用FA)においてFAIIと比較すると，石炭火力発電所におけるFAの品質はいずれもその範囲内にある．そのため，本研究では日本のFAIIを用いて実験を行った．

3.　実験概要

本検討では，セメント，混和材，骨材について日本の材料を使用して，モルタルおよびコンクリートによる実験的

1) 名城大学大学院理工学研究科環境創造学専攻　2) 名城大学理工学部環境創造工学科　教授　博士（工学）

1) Graduate School of Science and Technology, Meijo University　2) Prof. Dept. of Environmental Technology, Meijo University

検討を行った．モルタルによる試験では，主に混和材の効果を確認することとし，コンクリートによる試験では，総合的な性能評価を行った．

表 1 フライアッシュの品質と規格

項目		Uong Bi 発電所における FA の品質	C-a 種 (TCVN10302)[2]	FAII (JIS A 6201)
二酸化けい素含有量(%)		55.6	≥45	≥45
湿分(%)		0.13	3.0≥	1.0≥
強熱減量(%)		4.68	5.0≥	5.0≥
密度(g/cm^3)		2.35~2.69	-	≥1.95
比表面積(cm^2/g)		-	-	≥2500
網ふるい方法(%) (45μm ふるい残分)		29.80	25≥	40≥
フロー値比(%)		95.7	105≥	≥95
活性度指数(%)	材齢 28 日	85.3	-	≥80
	材齢 91 日	-	-	≥90
有害なアルカリ含有量(%)		-	1.5≥	-
Cl(%)		-	0.1≥	-
SO_3(%)		0.17	5.0≥	-
CaO(%)		-	2≥	-
自然放射能濃度 Aeff(Bq/kg)	住宅および公共工事	-	370≥	-
	工業工事，都市道路工事	-	740≥	-



写真 1　Uong Bi 石炭火力発電所の外観

3.1　使用材料

表2に使用したセメントおよびFAIIの主要品質を，表3に使用した骨材の品質を示す．

3.1.1　セメントおよび混和材

表2より，セメントは普通ポルトランドセメト(N，JIS R 5210)，FAIIを用いた．

表 2 セメントおよび FA Ⅱの主要品質

項目		N	FAII
二酸化けい素含有量(%)		-	60.1
湿分(%)		-	0.5≥
強熱減量(%)		2.29	1.8
密度(g/cm^3)		3.16	2.29
比表面積(cm^2/g)		3300	3570
メチレンブルー吸着量(mg/g)		-	0.23
フロー値比(%)		-	104
活性度指数(%)	材齢28日	-	85
	材齢91日	-	97
MgO (%)		1.49	1.69
Al_2O_3(%)		-	22.37
Fe_2O_3(%)		-	6.07
CaO (%)		-	4.18
SO_3 (%)		2.13	-
Cl (%)		0.011	-

3.1.2　骨材

表3より，普通細骨材は川砂(NS1，NS2)および硬質砂岩砕砂(CS1)を，普通粗骨材には硬質砂岩砕石(CG1，NG1，NG2)を用いた．

表 3 使用した骨材の品質※

品質項目	試験方法	NS1	NS2	CS1	CG1	NG1	NG2
絶乾密度(g/cm^3)	JIS A 1109	2.56	2.60	2.52	2.61	2.65	2.61
吸水率(%)	JIS A 1110	1.67	1.44	1.60	1.21	0.65	1.17
粗粒率(F.M.)	JIS A 1102	2.42	2.74	2.63	6.64	6.67	6.60
微粒分量(%)	JIS A 1103	2.90	1.60	4.50	1.70	0.80	1.1
実積率(%)	JIS A 1104	65.3	64.8	67.1	58.6	60.8	60.6
粒形判定実積率(%)	JIS A 5005	-	-	58.2	58.3	59.8	59.8

※NS1，NS2：揖斐川産川砂，CS1：新城産硬質砂岩砕砂，CG1: 新城産硬質砂岩砕石，NG1，NG2：春日井産硬質砂岩砕石

3.2　調合

表4にモルタルの調合概要を，表5にコンクリートの調合概要を，表6に試験項目および試験方法を示す．

3.2.1　モルタル

表4にモルタルの調合概要を示す．水結合材比(W/B)を50%一定とし，FAIIの置換率をセメント置換(内割)でフライアッシュセメントB種(FB，JIS R 5213)相当[3]として15%，C種(FC, JIS R 5213)相当[3]として30%，細骨材の一部を置換(外割)においては，(N+FAII)の20%とした．これらに加え，内割と外割を併用した水準を設定し，合計9種類の試料モルタルを用意した．目標フロー値は190±20mm，目標空気量は4.5±1.5%とした．

3.2.2　コンクリート

表5にコンクリートの調合概要を示す. 水結合材比(W/B)を 45%，55%，65%の 3 水準とし，FAII の置換率をセメント置換(内割)で FB 相当として 15%，FC 相当として 30%，細骨材の一部を置換(外割)においては，(N+FAII)の 20%とした．これらに加え，内割と外割を併用した水準を設定し，合計 11 種類の試料コンクリートを用意した．目標スランプは 18.0±2.5cm，目標空気量は 4.5±1.5%とした．

3.3　試験項目および試験方法

3.3.1　モルタル

フレッシュ性状は，フロー値，空気量，単位容積質量，硬化性状では，圧縮強度，静弾性係数，長さ変化および促進中性化試験を実施した．

3.3.2　コンクリート

フレッシュ性状は，スランプ，空気量，単位容積質量，コンクリート温度および塩化物含有量を，硬化性状では，圧縮強度，静弾性係数，乾燥収縮率，促進中性化および凍結融解試験を実施した．

表 4 モルタルの調合概要

種類※1	調合条件				単位量 (kg/m³)						混和剤(B×%)	
	結合材の種類	置換率(%)※2		W/B (%)	W	C	FAII※2		NS1	CS1	AE 減水剤※4	FA 用 AE 剤※5
		FA	FS				FA	FS				
N-NS1-50	N	-		50	245	490	-	-	1443	-	0.20	0.0
N-CS1-50				50	270	540	-	-	-	1352	0.30	0.0
FA15-NS1-50	N,FAII	15	-	50	245	417	74	-	1420	-	0.35	0.0
FA15-CS1-50		15	-	50	270	459	81	-	-	1327	0.70	0.0
FA30-NS1-50		30	-	50	245	343	147	-	1397	-	0.30	0.0
FA30-CS1-50		30	-	50	270	378	162	-	-	1301	0.90	0.0
N-FS20CS1-50		-	11※3	50	270	540	-	135	-	1062	0.90	0.0
FA15-FS20CS1-50		15	12※3	50	270	459	81	135	-	1036	0.85	0.4
FA30-FS20CS1-50		30	12※3	50	270	378	162	135	-	1011	0.75	0.6

※1: 結合材-フライアッシュ(FS)/細骨材(S)-水結合材比(W/B). ※2: FA は内割, FS は外割を示す. ※3: (N+FAII)×20%. ※4: AE 減水剤(高機能タイプ) : 変性リグニンスルホン酸化合物とポリカルボン酸系. ※5: FA 用 AE 剤 : 高級脂肪酸塩と非イオン系界面活性剤.

表 5 コンクリートの調合概要

種類※1	調合条件					単位量 (kg/m³)										混和剤(B×%)		
	結合材の種類	置換率 (%)※2		W/B (%)	s/a (%)	W	C	FAII※2		NS1	NS2	CS1	NG1	NG2	CG1	AE 減水剤※4	空気量調整剤※5	FA 用 AE 剤※6
		FA	FS					FA	FS									
N-NG2NS2-45	N	-		45	43.5	183	407	-	-	-	736	-	-	960	-	1.0	0.0	0.0
N-NG1NS1-55				55	46.3	175	318	-	-	824	-	-	974	-	-	1.0	0.002	0.0
N-NG2NS2-55				55	45.8	180	327	-	-	-	810	-	-	960	-	1.0	0.0	0.0
N-CG1CS1-55				55	47.6	180	327	-	-	-	-	819	-	-	928	1.0	0.0	0.0
N-NG2NS2-65				65	47.4	177	272	-	-	-	863	-	-	960	-	1.0	0.0	0.0
FA30-NG2NS2-45	N, FAII	30	-	45	42.1	183	285	122	-	-	697	-	-	960	-	1.0	0.0	0.2
FA30-NG2NS2-55		30	-	55	44.9	180	229	98	-	-	779	-	-	960	-	1.0	0.0	0.2
N-FS20NG1NS1-55		-	10※3	55	43.4	175	318	-	80	733	-	-	974	-	-	1.0	0.002	0.0
FA15-FS20CG1CS1-55		15	10※3	55	44.2	180	278	49	82	-	-	712	-	-	928	1.5	0.0	0.8
FA30-FS20CG1CS1-55		30	11※3	55	43.6	180	229	98	82	-	-	697	-	-	928	1.5	0.0	0.8
FA30-NG2NS2-65		30	-	65	46.7	177	191	82	-	-	837	-	-	960	-	1.0	0.0	0.2

※1: 結合材-フライアッシュ(FS)/粗骨材(G)/細骨材(S)-水結合材比(W/B). ※2: FA は内割, FS は外割を示す. ※3: (N+FAII)×20%. ※4: AE 減水剤(高機能タイプ) : 変性リグニンスルホン酸化合物とポリカルボン酸系. ※5: 空気量調整剤 : 樹脂酸塩系陰イオン界面活性剤. ※6: FA 用 AE 剤 : 高級脂肪酸塩と非イオン系界面活性剤.

表 6 試験項目および試験方法

種類	性状	試験項目	試験方法	備考
モルタル	フレッシュ性状	フロー値	JIS R 5201	-
		空気量	JIS A 1128 準拠	容器は 1000ml を用いた
		単位容積質量	JIS A 1116	
	硬化性状	圧縮強度	JIS A 5308 附属書 C	材齢 1 週,4 週,13 週
		静弾性係数	ｺﾝﾌﾟﾚｯｿﾒｰﾀ	
		長さ変化率	JIS A 1129-3	材齢 26 週まで
		促進中性化	JIS A 1153 準拠	-
コンクリート	フレッシュ性状	スランプ	JIS A 1101	-
		空気量	JIS A 1128	-
		単位容積質量	JIS A 1116	-
		温度	JIS A 1156	-
		塩化物含有量	JASS 5 T-502	電極電流測定法
	硬化性状	圧縮強度	JIS A 1108	材齢 4 週，13 週
		静弾性係数	JIS A 1149	
		乾燥収縮率	JIS A 1129-3	-
		促進中性化深さ	JIS A 1153	-
		耐久性指数	JIS A 1148	A 法

4. 実験結果

4.1 モルタル

各種モルタルのフレッシュ性状試験結果を表 7 に示す.

4.1.1 フレッシュ性状

(1) フロー値および空気量

AE 減水剤は, 結合材質量の 0.2~0.9%を使用した. また, FAII を細骨材の一部として置換した試験体においては, FA 用 AE 剤を 0.4～0.6%使用した. これにより，フロー値, 空気量ともに全ての試験体で目標値を満足した.

(2)　単位容積質量

FAII を使用した試料モルタルは，使用していない試料と比べると，単位容積質量は小さくなる．

4.1.2　硬化性状

(1)　圧縮強度

図 1 より，圧縮強度は，FAII を用いた場合，4 週から 13 週にかけての強度発現の傾向でみると，置換により長期強度は増加する傾向がみられた．特に，FAII を外割で用いたものは，モルタル内での結合材の総量が増えることから，強度発現の程度は大きくなる．

(2)　静弾性係数

図 1 より，静弾性係数は，FAII を用いた場合，4 週から 13 週の増加傾向でみると，FAII を外割で用いたものは比較的多く混入した場合でも，影響はみられない．

(3)　長さ変化率

図 2 より，FAII を用いた場合は小さくなる傾向がみられた．

(4)　促進中性化

図 2 より，N に比べて FAII を B 種相当で用いた場合は，やや大きくなる程度であるが，C 種相当で用いた場合は 2 倍程度となる．一方，FAII を外割で用いたものは比較的小さくなる傾向がみられた．

4.2　コンクリート

4.2.1　フレッシュ性状

各種コンクリートの練上がり時のフレッシュ性状試験結果を表 8 に示す．

(1)　スランプおよび空気量

AE 減水剤は結合材質量の 1.0~1.5%を用いた．また，空気量調整剤は 0～0.002%を用いた．さらに，FAII を用いたものは FA 用 AE 剤を内割で用いたものに 0~0.2%，内割と外割を併用したものに 0.8%で使用した．さらに，これにより，FA30-FS20CG1CS1-55 のように FAII を大量に用いた場合でも，スランプ，空気量ともに全ての試験体で目標値を満足した．

(2)　単位容積質量

FAII を使用した試料コンクリートは，使用していない試料と比べると，単位容積質量は小さくなる．

(3)　温度

一般的に FAII をセメントに置換して使用すると，練上がり時の温度は低下する [4]．本研究においても FAII を使用したコンクリートは，使用していないものに比べて低下する傾向がみられた．

表 7 各種モルタルのフレッシュ性状

種類	フロー値 (mm)	空気量 (%)	単位容積質量 (kg/m³)
N-NS1-50	175	4.5	2275
N-CS1-50	172	4.9	2308
FA15-NS1-50	173	4.3	2210
FA15-CS1-50	187	4.4	2248
FA30-NS1-50	174	4.6	2290
FA30-CS1-50	197	5.5	2197
N-FS20CS1-50	182	3.1	2266
FA15-FS20CS1-50	188	4.6	2188
FA30-FS20CS1-50	207	3.2	2206

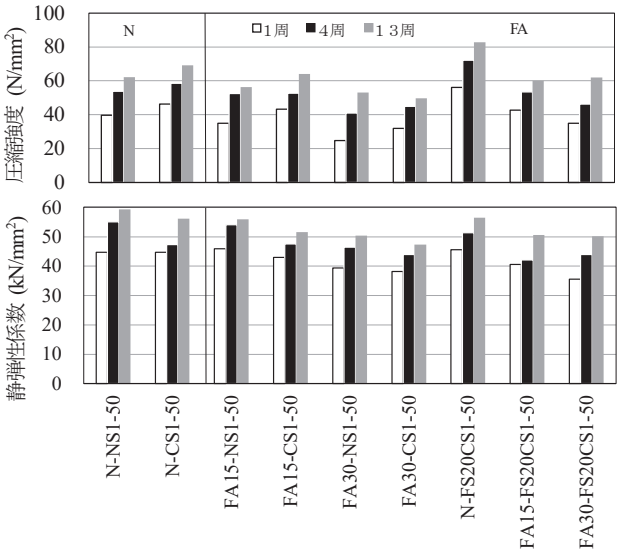


図 1 各種モルタルの圧縮強度および静弾性係数

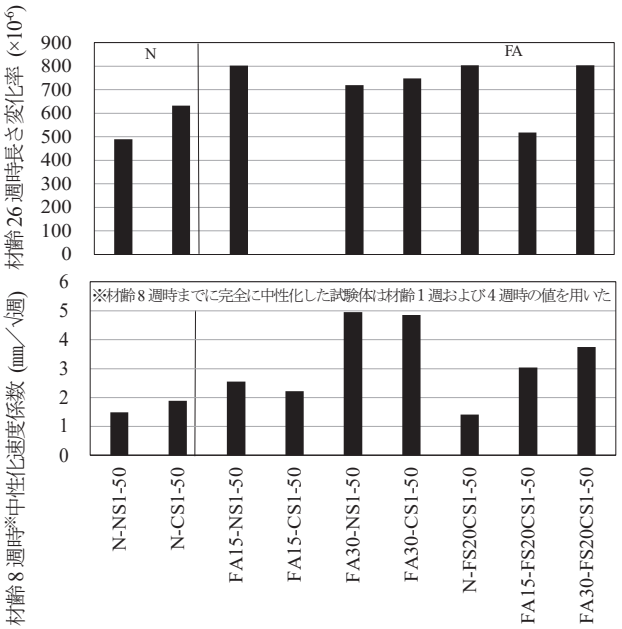


図 2 各種モルタルの長さ変化率および中性化速度係数

(4)　塩化物含有量

塩化物含有量は，混和材による影響はみられなかった．

4.2.2　硬化性状

(1)　圧縮強度および静弾性係数

図3より，FAIIを内割で用いたコンクリートの圧縮強度は，4週から13週にかけての強度発現が大きくなる傾向がみられた．一方，FAIIを外割で用いたFS20-NG1NS1-55では，13週で50N/mm^{2}を上回り，コンクリート内の結合材量の増加に伴い，Nのみを用いたコンクリートに比べて大きくなる傾向がみられた．また，静弾性係数は圧縮強度とほぼ同様の傾向がみられた．

(2)　乾燥収縮

ベトナムの建築構造物に対する乾燥収縮の制限値は，ベトナム建設省の基準[5]により「普通コンクリートは0.1~1.5 mm/mに制限される．」と規定されている．すなわち，普通コンクリートの収縮は，1~15×10^{-4}の範囲に制限されることになる．JASS5(2018)[6]において，計画供用期間の級が長期および超長期の乾燥収縮率は8×10^{-4}以下となっており，この範囲に含まれ，かつ中央値に該当することから，本研究では8×10^{-4}を目標品質の閾値とした．図4より，FAIIを用いたものはいずれも8×10^{-4}以下となった．

(3)　促進中性化

TCVN 9343 : 2012　6.4.4「劣化の程度の判断と対策」[7]によると，「鉄筋の位置でのコンクリートの pH は 10.5 より大きくなければならない．または，コンクリートの中性化深さは，鉄筋から少なくとも 10mm 以上離さなければならない．」と規定されている．このことから，本検討で用いた試験体の寸法が 100mm×100mm×400mm であること，鉄筋径を D19 と仮定すると試験体表面からの中性化深さの閾値は約 30mm となる．日本では，25mm 以下の目標品質[8]があるが，安全側として 25mm を目標品質の閾値とした．図 4 より，FAII を内割で用いたものは置換率の増加に伴い大きくなり，FC 相当で用いたものでは，いずれも目標品質を上回る．一方，FAII を外割で用いたものは，圧縮強度の増加により，N のみのコンクリートに比べても小さくなる傾向がみられた．

(4)　凍結融解

ベトナムの建築構造物に対する凍害の規格は存在しないことから，JASS5(2018)[6]の凍結融解作用を受けるコンクリートの品質基準により評価した．図 5 より，凍結融解作用を受けるコンクリートの目標空気量 4.0~6.0%(4.5±1.5%かつ空気量の下限値4.0%)の範囲であればFAIIの使用方法，置換率に係わらず，耐久性指数は，おおむね 85 以上となっており，耐凍害性は確保されている．

5.　まとめ

ベトナムにおける石炭灰の安全で継続的な有効利用

表 8 各種コンクリートのフレッシュ性状

種類	スランプ (cm)	空気量 (%)※	単位容質量(kg/m³)	温度 (℃)	塩化物含有量(kg/m³)
N-NG2NS2-45	19.5	4.4 (0.2)	2299	28.0	0.03
N-NG1NS1-55	18.5	4.0 (0.0)	2304	28.6	0.03
N-NG2NS2-55	18.0	4.1 (0.2)	2336	28.4	0.02
N-CG1CS1-55	18.5	4.4 (0.0)	2318	26.0	0.04
N-NG2NS2-65	18.0	4.6 (0.2)	2288	24.6	0.02
FA30-NG2NS2-45	20.5	4.2 (0.2)	2283	19.5	0.03
FA30-NG2NS2-55	19.0	5.0 (0.2)	2285	27.0	0.02
N-FS20NG1NS1-55	18.0	5.7 (0.0)	2270	25.6	0.02
FA15-FS20CG1CS1-55	20.5	4.7 (0.3)	2262	22.4	0.02
FA30-FS20CG1CS1-55	19.5	4.9 (0.3)	2224	20.2	0.02
FA30-NG2NS2-65	19.5	4.7 (0.3)	2245	23.5	0.05

※( )内は骨材修正係数を示す．練上がり時の空気量

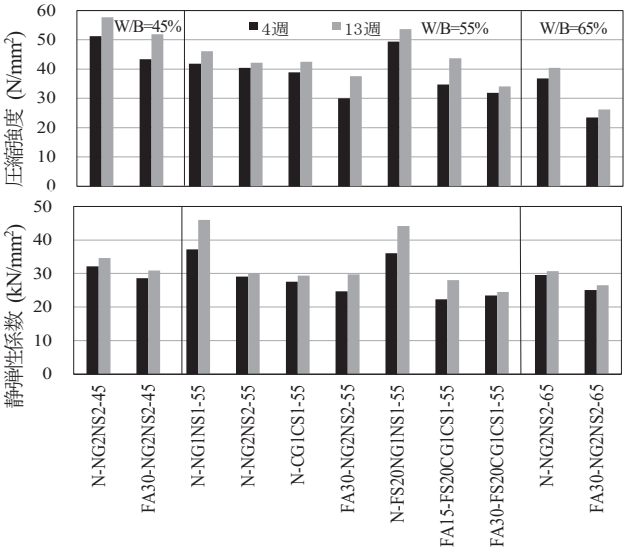


図 3 各種コンクリートの圧縮強度および静弾性係数

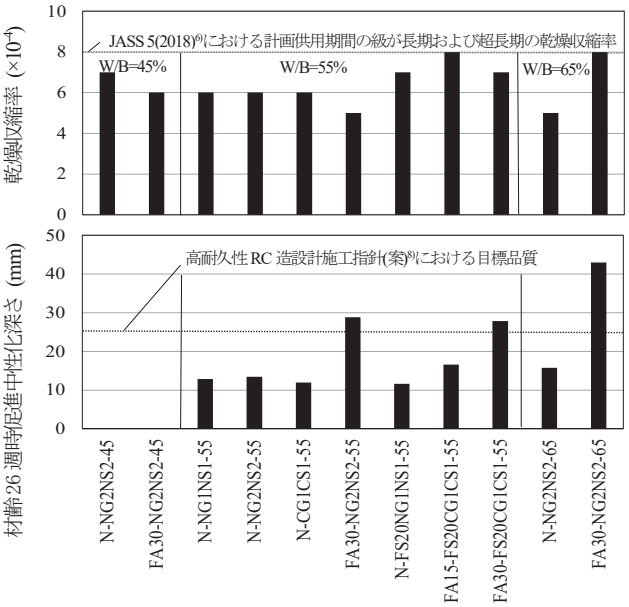


図 4 各種コンクリートの乾燥収縮率及び促進中性化深さ

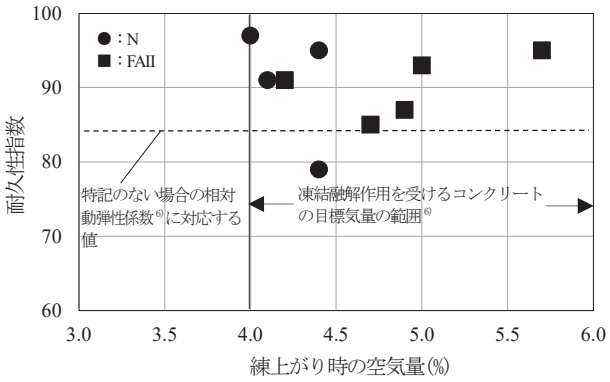


図５　練上がり時の空気量と耐久性指数の関係

を目的に，混和材として FA を用いたモルタルおよびコンクリートの性能評価を行った．その結果，大要以下のことがいえる．

(1)　ベトナムにおける FA は，日本で最も多く使用されている JIS A 6201 のII種(FAII)と比較するとアルカリ性のもののうち，構造用コンクリートに用いるものは，いずれの品質も同様の範囲内にある．

(2)　FAII を用いたモルタルのフレッシュ性能は，化学混和剤の適切な利用により目標値を満足した．圧縮強度および静弾性係数は，外割で使用した場合は，結合材量の増加により圧縮強度が大きくなる傾向がみられた．材齢 26 週時の長さ変化率は，FAII を用いた場合は小さくなる傾向がみられた．促進中性化速度係数は，FAII を外割で使用したモルタルは小さくなる傾向がみられた．

(3)　FAII を用いたコンクリートのフレッシュ性能は，化学混和剤の適切な利用により，目標値を満足した．FAII を外割で使用した場合は，コンクリート内の結合材量の増加により圧縮強度が大きくなる傾向がみられた．促進中性化は FAII を FC 相当で用いたものでは，いずれも目標品質を上回る．一方，FAII を外割で用いた場合は小さくなる傾向がみられた．耐久性指数は，適切に空気が連行されていれば，FAII の使用方法，置換率に係わらず 85 以上が得られた．

以上から，ベトナムにおける FA を構造用コンクリートに用いる場合，化学混和剤の適切な使用，セメントへの置換率の調整，細骨材の代替として一定量使用することにより，日本の基準にも合致した性能のコンクリートを製造することが可能である．

謝辞

本研究の実施にあたり，ベトナム国立交通運輸大学 NGUYEN THANH SANG 准教授，同大学院 PHAM DINH HUY HOANG 氏から Uong Bi 石炭火力発電所に関する資料およびデータの提供を受けた．ここに厚く謝意を表す．

参考文献

1) ベトナム環境省： 石炭灰と石炭火力発電所の処理に関する説明，2019
2) ベトナム：TCVN 10302:2014　コンクリート及びモルタル用混和材のフライアッシュ，2014
3) 日本建築学会：フライアッシュを使用するコンクリートの調合設計・施工指針・同解説，2007
4) 日本建築学会：暑中コンクリートの施工指針・同解説，2019
5) ベトナム建設省：22TCN 60-84，ベトナム建設省発行，セメントコンクリートの試験手順，1984
6) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事，2018
7) ベトナム：TCVN 9343:2012，鉄筋コンクリート構造–メンテナンスガイド，2014
8) 日本建築学会：高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針（案）・同解説，1991

（原稿受理日　令和 2 年 10 月 1 日）

環境側面からみた屋根材料の性能評価

西尾菜歩子 [1)]　　道正泰弘 [2)]

Performance Assessment of Roofing Materials by Environmental Aspects

Nahoko NISHIO [1)], Yasuhiro DOSHO [2)]

Abstract

CO_2 reduction is proposed in the Architectural Charter for the Global Environment by extending the life of building, and the maintenance of various building elements becomes important to make the life of building longer. Therefore, selection of appropriate materials for new building (Material design) is required. The purpose of this study was to investigate the effect of roofing materials to the environment for the purpose of Material design for proper roofing materials. As the method of examination, qualitative evaluation using evaluation criteria based on terms used in JIS Q 14021 and quantitative evaluation based on the LCA of the building were performed. As a result, it was found that the material design for roofing materials that considers resource circulation in relation to the long life of the building and the relationship with various environmental load substances is effective in reducing the environmental load.

1.　はじめに

建築における環境負荷低減について，1997 年に発表された日本建築学会の会長声明文 [1)]によると，新築分野の生涯 CO_2 排出量を 30%削減するためには，建物寿命を 3 倍にしなければならないという見解が発表された．さらに，2000 年には建築関連 5 団体による「地球環境・建築憲章」[2)]において，持続可能な循環型社会の実現の 1 つに建物の長寿命が宣言された．

一方，国土交通省 [3)]によると住宅の滅失戸数は図1 より，老朽化，その他の項目でも減少傾向にあり，これは技術面およびライフスタイルでも住宅を長期的に使う傾向があると考えられる．しかし，建物を構成する様々なビルディングエレメントのメンテナンスは長寿命化するほど必要となり，中でも屋根は，自然環境の影響が大きく，修繕工事も比較的大規模となるため，新築時に適切な材料の選定（材料設計）[4)]が必要となる．

図 2 に屋根材料の出荷量 [5)]と新築戸数 [3)]の関係を示す．瓦の出荷量は減少傾向にあり，スレートは新築戸数に対応した増減はみられないが，2016 年にはうわ薬瓦 塩焼かわらとスレートの出荷量がほぼ同量になっている．金属材料は工場などの大規模設備にも使われることから，他材料よりも出荷量が非常に多くなっているが，住宅戸数とほぼ同様な増減傾向がみられるために住宅への利用も多いと考えられる．

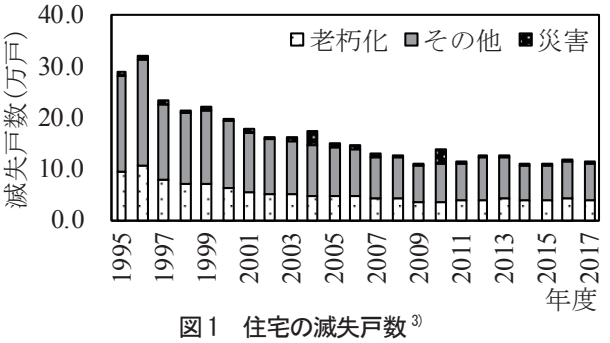


図 1　住宅の滅失戸数 [3)]

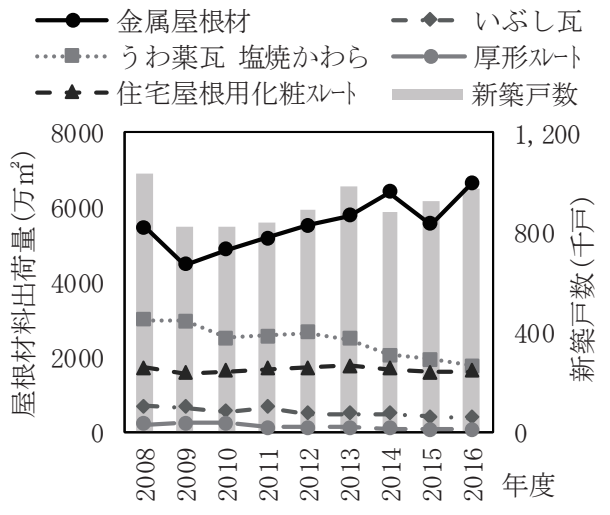


図 2　屋根材料の出荷量・新築戸数 [3),5)]

1) 名城大学大学院理工学研究科環境創造学専攻　2) 名城大学理工学部環境創造工学科　教授　博士（工学）

1) Graduate School of Science and Technology., Meijo Univ.　2) Prof, Dept. of Environmental Technology, Meijo Univ., Dr. Eng.

表 1　評価項目

評価項目	内容	小項目
コンポスト化可能	製品，包装又はそれらの構成要素が，生分解して比較的均質で安定な腐植質の物質を生成する特性.	生分解が可能
		腐植質物質の生成が可能
分解可能	一定の条件下で，所定の時間内に一定の程度まで分解できる製品または包装の特性.	一定の分解が可能
解体容易設計	使用期間が終了したときに，製品の構成要素及び部品が再使用，リサイクル，エネルギー回収，その他の方法によって廃棄物の流れから転用できるように，製品が解体できる製品設計上の特性	解体時に廃棄せずに利用可能な設計が可能
長寿命化製品	耐久性の向上又は機能向上によって，使用期間を延長するように設計され，その結果，原料および廃棄物の削減をもたらす製品.	耐久性向上により長期間使用が可能
		機能向上により長期間使用が可能
回収エネルギー	廃棄処分される代わりに，管理された工程によって収集された材料又はエネルギーから回収されたエネルギーを用いて製造された製品の特性.	製造時に廃棄処分される材料から回収エネルギーを用いることが可能
		製造時に廃棄処分されるエネルギーから回収エネルギーを用いることが可能
リサイクル可能	利用可能な工程及び計画によって廃棄物の流れから取り出すことが可能であり，更に原材料又は製品の形で使用するために収集され，加工され，再生されることが可能な製品，包装，若しくはそれら構成要素の特性.	廃棄せずに利用可能
		廃棄物を原材料又は製品で使用するために収集，加工，再生が可能
リサイクル材料含有率	製品又は包装中に含有するリサイクル材料の質量比．プレコンシューマ材料及びポストコンシューマ材料だけをリサイクル材料とみなさなければならない. プレコンシューマ材料は，製造工程における廃棄物の流れから取り出された材料．その発生と同一の工程で再使用できる加工不適合品，研磨不適合品，スクラップなどの再利用を除く. ポストコンシューマ材料は，家庭から排出される材料，又は製品のエンドユーザとしての商業施設，工業施設及び各種施設から本来の目的のためにはもはや使用できなくなった製品として発生する材料．これには，流通経路から戻される材料を含む.	製造にプレコンシューマ材料を用いることが可能
		製造にポストコンシューマ材料を用いることが可能
省エネルギー	想定した機能を発揮する製品の使用に伴うエネルギーと，他の製品が同等の機能を発揮するときに消費されるエネルギーとを比較しての減少量.	使用時のエネルギーの削減が可能
省資源	製品，包装又は特定の関連部品を製造し，又は配送するために使用する材料，エネルギー又は水の削減.	製造，配送時の材料の削減が可能
		製造，配送時のエネルギーの削減が可能
		製造，配送時の水の削減が可能
節水	想定した機能を発揮する製品の使用に伴う水量と他の製品が同等の機能を発揮する水量とを比較したときの減少量.	使用に伴う水量の削減が可能
再使用可能及び詰替え可能	再使用可能は，意図され，設計された製品又は包装の特性の一つ．ライフサイクルの中で意図どおりの目的のために何回か使用ができる特性. 詰替え可能は，製品又は包装の特性の一つ．洗浄などの特定の要求事項を除く追加的な処理を行わないで，当初の形で 1 回以上同じ製品又は類似の製品が充填できる特性.	再使用が可能
		詰替えが可能
廃棄物削減	製品，工程又は包装の変更によって，廃棄物の流れに入る材料の量の削減.	製品，工程，包装の廃棄物量の削減が可能

本研究は，建物の長寿命化に際し，適切な屋根材料の材料設計を目的に，代表的な屋根材料であるうわ薬瓦（瓦），住宅屋根用化粧スレート（スレート）および金属屋根材（金属材料）を対象とし，ヒヤリング調査による JIS 項目を用いた評価（定性的評価）および建物のライフサイクルアセスメント（LCA）に基づくシミュレーション（定量的評価）を行い，屋根材料が環境に及ぼす影響について検討を行った.

2.　評価方法

2.1　定性的評価

定性的評価項目を表 1 に示す．JIS Q 14021「環境ラベル及び宣言 - 自己宣言による環境主張（タイプⅡ環境ラベル表示）」の選定された主張に対する特性の要求事項で扱う 12 の用語を評価項目とした．項目内容から達成段階または方法ごとに 1～3 の小項目を設定した.

表 2　評価点

評価基準	評価点
項目の内容をすべて満たす，又は他の材料と比較して優れる	1.0
項目の内容を一部満たす，又は他の材料と比較すると劣るが対応はしている	0.5
関連がない	0

評価項目について，屋根材料の製造 3 社，瓦材のリサイクル研究を行う団体に対し，ヒヤリング調査を行い，その結果を用いて項目ごとに相対評価を行った．設定した評価点を表 2 に示す．小項目についての評価点の合計を項目ごとの評価とした.

表 3　建物寿命に関する解析条件 [7)-9)]

構造種別	建物寿命の条件		評価期間
W 造	減価償却の耐用年数 [8)]	22 年	108 年
	標準寿命 [7)]	54 年	
	標準寿命の 2 倍の寿命	108 年	
RC 造	計画供用期間(短期)[9)]	30 年	112 年
	標準寿命 [7)]	56 年	
	標準寿命の 2 倍の寿命	112 年	
S 造	減価償却の耐用年数 [8)]	34 年	102 年
	標準寿命 [7)]	51 年	
	標準寿命の 2 倍の寿命	102 年	

表 4　屋根材料に関する解析条件 [11),12)]

材料種別	保全計画および原料に関する条件		緒元
瓦	塗替年数	−	
	葺替年数	50 年	陶器瓦工業組合 [11)]
	リサイクル材料含有率	5%	ヒヤリング
スレート	塗替年数	10 年	製品保証
	葺替年数	30 年	ヒヤリング
	リサイクル材料含有率	45%	ヒヤリング
金属材料	塗替年数	10 年	塗替え保障
	葺替年数	25 年	穴あき保障
	リサイクル材料含有率	38%	環境白書 [12)]

			d評価期間									
			0～10	10～20	20～30	30～40	40～50	50～60	60～70	70～80	80～90	90～100	100～
減価償却の耐用年数/計画供用期間		W造	c	a22年	c	a44年	c	a66年	c	a88年	c		
		RC造	c	c	a30年	c	c	a60年	c	c	a90年	c	
		S造	c	c	a34年	c	c	a68年	c	c	c		
標準的な建物寿命		瓦						a					
		スレート	c	c	b		c	a	c	c	b	c	
		金属材料	c		b	c	c	a	c	c	b	c	c
標準寿命の2倍(100年住宅)	W造 RC造	瓦						b50年					
		スレート	c	c	b30年	c	c	b60年	c	c	b90年	c	
		金属材料		c	b25年	c	c	b50年	c	b75年	c	c	
	S造	瓦						b50年					
		スレート	c	c	b30年	c	c	b60年		c	c	c	
		金属材料		c	b25年	c	c	b50年	c	b75年	c	c	

a： 建替　　b： 葺替　　c： 塗替(スレート，金属材料で10年ごとに行う)
d： 評価期間 (W造108年，RC造112年，S造102年)

図 3　シミュレーションモデル

2.2　定量的評価

LCA に基づくシミュレーションは，産業連関表を利用した環境負荷推計ソフト「AIJ-LCA&LCW-DH_Ver.2.00 住宅」[6)]を用いて行った．

(1)建物の解析条件

建物寿命に関する解析条件を表 3 に示す．W 造，RC 造，S 造の住宅をモデルとし，構造種別毎に寿命を設定した．各建物の評価期間は，標準寿命の 2 倍の期間とした．

標準寿命は小松 [7)]の 1997 年と 2005 年における家屋の寿命推計より 2005 年調査の回帰式による構造別専用住宅の平均寿命を採用した．

比較的短い寿命は，国税庁の発表する減価償却の耐用年数 [8)]および RC 造では減価償却の耐用年数（47 年）が標準寿命と比較的近いため，日本建築学会 JASS 5[9)]による計画供用期間（短期）を採用した．長寿命の場合は，長期優良住宅の方針である 100 年住宅を目標 [10)]とし，標準寿命の 2 倍の期間を設定した．

(2)屋根の解析条件

屋根材料に関する解析条件を表 4 に示す．屋根の修繕として塗替えを，改修として葺替えを想定した．瓦の葺替年数は愛知県陶器瓦工業組合 [11)]を参考にし，スレートでは製品保証の年数を塗替年数，ヒヤリングの回答を葺替年数とした．金属材料ではヒヤリングを行った企業の塗替え保障を塗替年数，穴あき保障を葺替年数として用いた．リサイクル材料含有率は，ヒヤリングで得た瓦のリサイクル材料含有率の割合，スレートはスクラップ材やフライアッシュなどの割合を用いた．金属材料のリサイクル材料含有率は，鉄鋼製品の原料のうち，鉄スクラップ由来の原料の割合 [12)]を用いた．

その他の建物における条件はソフトの初期設定を用い，建物および屋根の解析条件より作成したシミュレーションモデルを図 3 に示す．

(3)結果項目

表 5　資源循環分析の項目 [6)]

資源循環項目	記号	内容
資源投入量	Q_{input}	建物のすべての資源投入量
バージン資源投入量	$Q_{p\text{-}input}$	資源投入量からリユース・リサイクル資材を除いた量
廃材発生量	$W_{generate}$	資源投入量に相当するものが不要になり、廃材として収集される量
廃棄物発生量	$W_{treatment}$	廃材発生量からリサイクルされる分を除いた量
最終処分量	$V_{landfill}$	廃棄物発生量を埋め立てられる場合の体積(m³)に換算した量

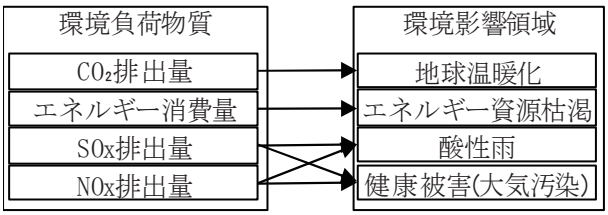


図 4　環境負荷物質と環境影響領域の関係 [6)]

表 5 に資源循環分析の項目およびその内容を示す．資源投入量 Q_{input} を(1)式，バージン資源投入量 $Q_{p\text{-}input}$ を(2)式，廃材発生量 $W_{generate}$ を(3)式，廃棄物発生量 $W_{treatment}$ を(4)式，最終処分量 $V_{landfill}$ を(5)式により算出した．

$$Q_{input}=\sum_{k}\sum_{m}(Q_{input}^{k,m}) \quad (1)$$

$$Q_{p-input}=\sum_{k}\sum_{m}[Q_{input}^{k,m}\times(1-R_{i-reuse}^{k,m})\times(1-R_{i-recycle}^{k,m})] \quad (2)$$

ここに，

$Q_{input}^{k,m}$：ライフサイクル (LC)の建設，修繕，改修，廃棄という各フェーズ k での部材 m に関する資源量(kg)

$R_{i-reuse}^{k,m}$：LC のフェーズ k での部材 m に関する資材のリユース率

$R_{i-recycle}^{k,m}$：LC のフェーズ k での部材 m に関する資材のリサイクル率

$$W_{generate}=\sum_{k}\sum_{m}(W_{generate}^{k,m})=\sum_{k}\sum_{m}[Q_{iput}^{k,m}\times(1-R_{w-reuse}^{k,m})] \quad (3)$$

$$W_{treatment}=\sum_{k}\sum_{m}[W_{generate}^{k,m}\times(1-R_{w-recycle}^{k,m})] \quad (4)$$

$$V_{landfill}=\sum_{k}\sum_{m}(W_{treatment}^{k,m}\times R_{w-reduce}^{m}\div\gamma_{landfill}^{m}) \quad (5)$$

ここに，

$W_{generate}^{k,m}$：LC のフェーズ k での部材 m に関する廃材の発生量(kg)

$W_{treatment}^{k,m}$：LC のフェーズ k での部材 m に関する廃棄物発生量(kg)

$R_{w-reuse}^{k,m}$：LC のフェーズ k での部材 m に関する廃材のリユース率

$R_{w-recycle}^{k,m}$：LC のフェーズ k での部材 m に関する廃材のリサイクル率

$R_{w-reduce}^{m}$：部材 m に関する廃棄物処理による減容化率

$\gamma_{landfill}^{m}$：部材 m に関する廃棄物の埋め立てにおける比重量(kg/㎥)

表 6　定性的評価結果

評価項目	小項目	瓦	スレート	金属材料
コンポスト化可能	生分解が可能	0	0	0
	腐植質物質の生成が可能	0	0	0
	合計	0	0	0
分解可能	一定の分解が可能	0	0	0
	合計	0	0	0
解体容易設計	解体時に廃棄せずに利用可能な設計が可能	0	0	1
	合計	0	0	1
長寿命化製品	耐久性向上により長期間使用が可能	1	0.5	0.5
	機能向上により長期間使用が可能	1	1	1
	合計	2	1.5	1.5
回収エネルギー	製造時に廃棄処分される材料から回収エネルギーを用いることが可能	0	0	0
	製造時に廃棄処分されるエネルギーから回収エネルギーを用いることが可能	1	1	0
	合計	1	1	0
リサイクル可能	廃棄せずに利用可能	0.5	0.5	1
	廃棄物を原材料又は製品で使用するために収集，加工，再生が可能	0.5	0.5	1
	合計	1	1	2
リサイクル材料含有率	製造にプレコンシューマ材料を用いることが可能	0.5	0.5	1
	製造にポストコンシューマ材料を用いることが可能	0	0	1
	合計	0.5	0.5	2
省エネルギー	使用時のエネルギーの削減が可能	0.5	0.5	0.5
	合計	0.5	0.5	0.5
省資源	製造，配送時の材料の削減が可能	1	1	1
	製造，配送時のエネルギーの削減が可能	0.5	1	0.5
	製造，配送時の水の削減が可能	1	1	1
	合計	2.5	3	2.5
節水	使用に伴う水量の削減が可能	0	0	0
	合計	0	0	0
再使用可能及び詰替え可能	再使用が可能	0	0	0
	詰替えが可能	0	0	0
	合計	0	0	0
廃棄物削減	製品，工程，包装の廃棄物量の削減が可能	0.5	0.5	0.5
	合計	0.5	0.5	0.5

図 4 に環境負荷物質と環境影響領域の関係を示す．CO_2 排出量から地球温暖化係数を用いて地球温暖化の影響を評価し，エネルギー消費量からエネルギー資源枯渇の影響を示す．酸性雨と健康被害（大気汚染）については，SOx 排出量と NOx 排出量の重み付けが異なり，酸性雨は SO_2:NO_2=1.0:0.7 であり，健康被害（大気汚染）では SO_2:NO_2=1.0:1.39 で算出する．

3.　評価結果および考察

3.1　定性的評価

定性的評価結果を表 6 に示す.

3.1.1　瓦

瓦は，リサイクルへの取り組みとして園芸材や路盤材などに利用できるシャモットへの加工が行われていることや，省エネルギーに対しては瓦の厚みによる断熱効果が期待できる.

特に，瓦が優れる長寿命化製品の項目では，金属材料はヒヤリング調査を行った企業のメーカー保障が，穴あき保障で 25 年，塗膜の膨れ・はがれ保障で 15 年保証であり，また，スレートの製品本体保障は 10 年の保証だが，ヒヤリングでは 30 年相当色落ちしていないとの回答が得られている．瓦も同様に保証期間は 10 年であるが，愛知県陶器瓦工業組合[11]によると，耐用年数が 50 年以上であることや，CASBEE の耐用年数[13]によると 60 年という評価結果もあり，耐久性によって使用期間が長い瓦が他の材料と比較して特に優れた評価となった.

3.1.2　スレート

スレートは，セメント硅石などの粉体材料と繊維系パルプ，再生材料であるフライアッシュや製造過程でのスクラップ材の活用など資源の再利用により製造されている[14].

特に，スレートが優れる省資源の項目では，製造，配送時の材料，エネルギー，水の削減といった 3 つの小項目から評価した項目であり，瓦は主原料である粘土の産地が愛知の三河地方と兵庫県，島根県と少ないために運送コストがかかる．金属材料は，鋼材を溶融する際にエネルギーを多く使用する．スレートは製造時の端材を利用する資材のリサイクル率の高さおよびコージェネレーションシステムを利用したエネルギー負荷の削減などが行われている[14]ため，他の材料と比較して優れた評価となった.

3.1.3　金属材料

金属材料は，溶融 55%アルミニウム－亜鉛合金メッキ鋼板の普及により耐久性が向上したことにより[15]，長寿命化

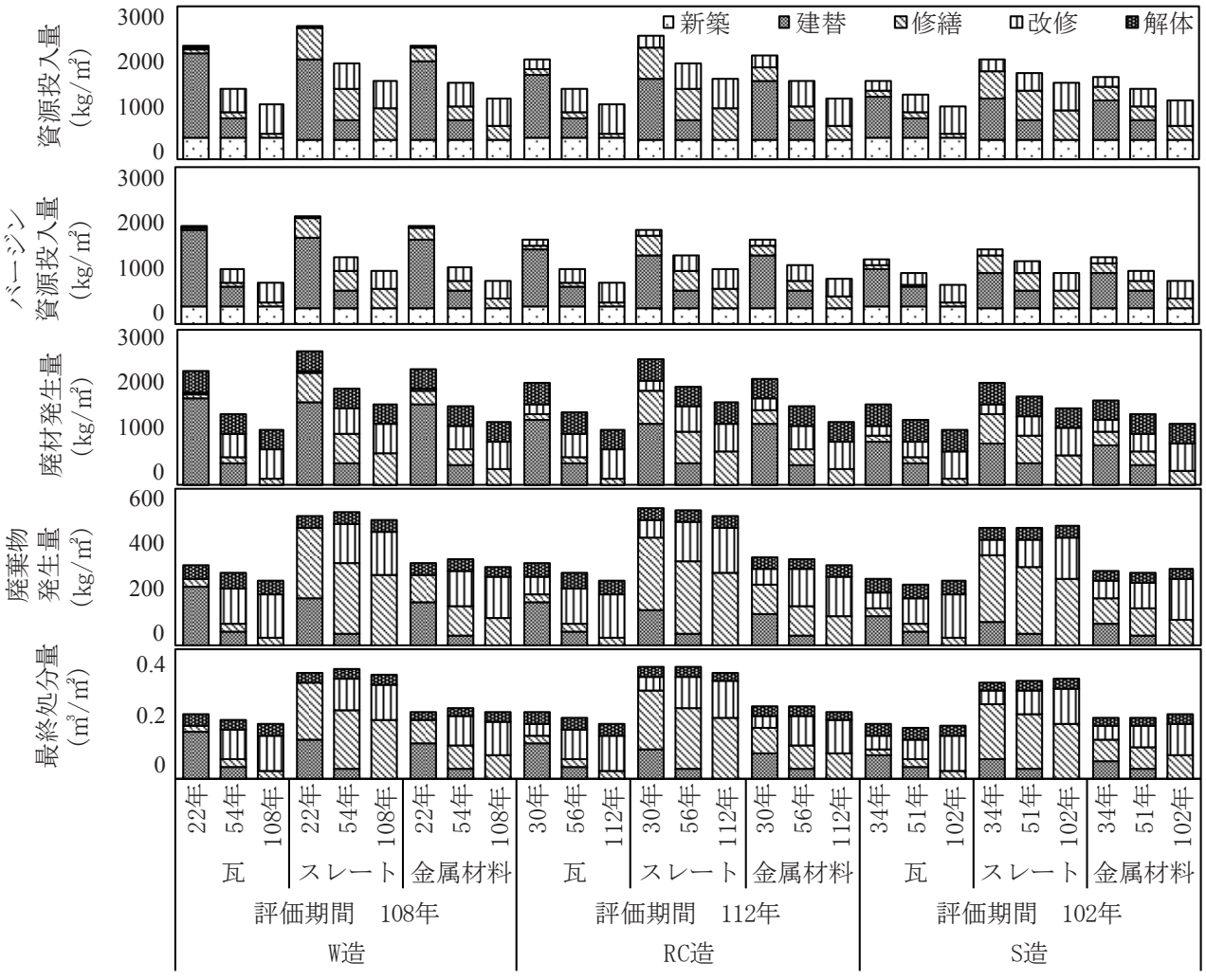


図 5　資材循環分析結果

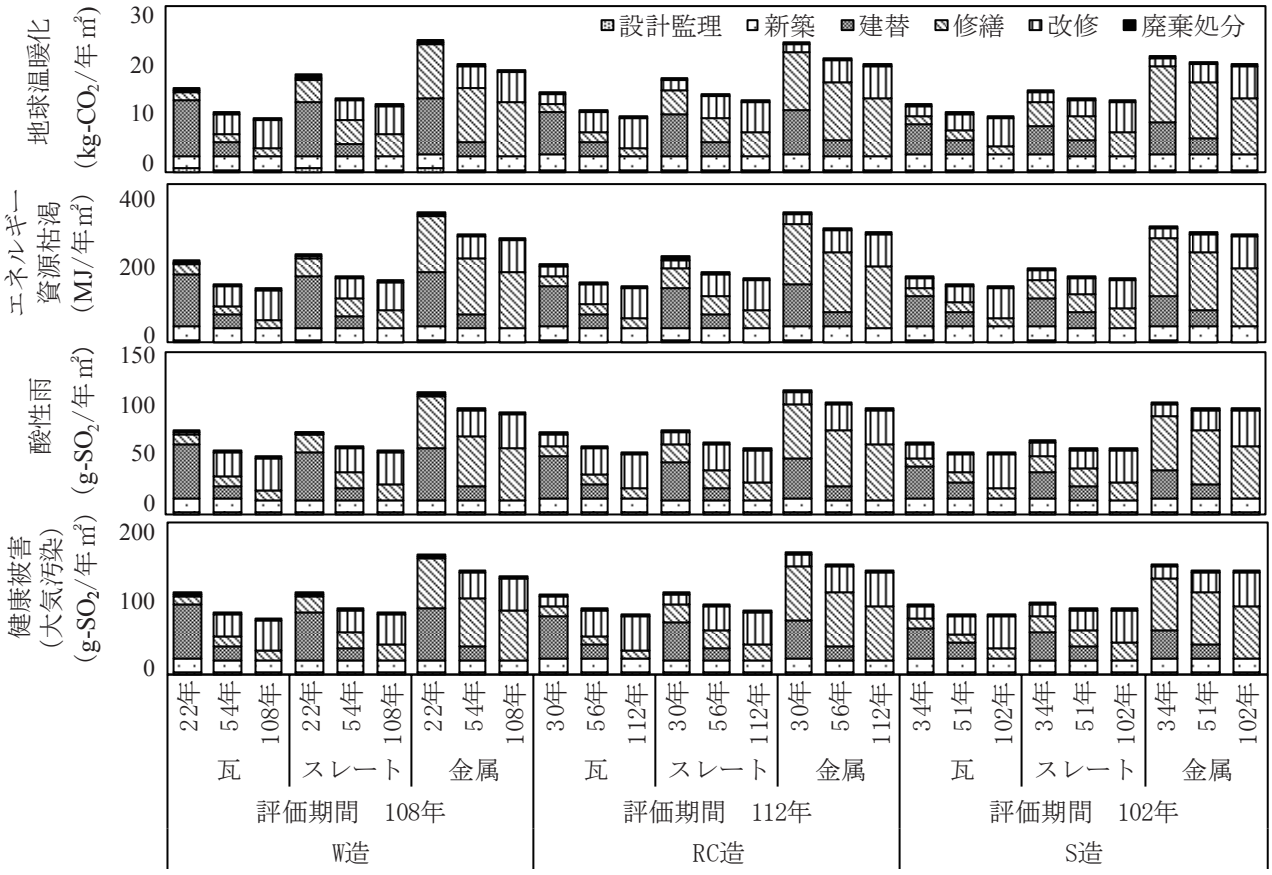


図 6　環境影響評価結果

傾向にある．また，製造工程は受注後加工するため，材料や加工エネルギーの消費を抑えられる．

特に，金属材料が優れる解体容易設計およびリサイクル可能，リサイクル材料含有率の項目は，評価内容に廃材をリサイクルなどによって廃棄せずに利用できることが共通項目である．瓦やスレートでは製造過程や運搬時での不良品を再加工して屋根材料の原料などにするなど，リサイクルは行われているが，使用が限定されている．金属材料では，スクラップ工場などのリサイクル施設が整っているため，廃棄せずに再利用できることに関する項目で他の材料と比較して特に優れた評価となった．

3.2　定量的評価

3.2.1　資源循環分析結果

図 5 に資源循環分析結果を示す．これによると，廃棄物発生量，最終処分量の項目においてスレートが最も多くなる傾向がみられた．これは，処分時に発生する品目が瓦と同じ陶磁器くずであるが，改修回数が多く，かつ金属材料と比較して廃材のリサイクル率が小さいことに起因する．

建物寿命との関係については，資源投入量，バージン資源投入量，廃材発生量において，構造種別・屋根材料種別に係わらず長寿命化に伴い，その量は減少傾向にある．廃棄物発生量，最終処分量に関しては，修繕または改修時に生じた廃材発生量をリサイクルなどに活用されにくいため建物寿命に伴う増減は，殆どみられなかった．

3.2.2　環境影響評価結果

図 6 に環境影響評価結果を示す．環境影響領域への影響（環境影響）は，修繕の回数が多い金属材料が大きく，かつ地球温暖化，健康被害（大気汚染）への影響では，瓦で小さい傾向がみられた．

建物寿命と環境影響の関係については，W 造と RC 造で，長寿命化するほど環境影響が小さくなる傾向が明確にみられた．これは，改修の項目で環境影響がやや増加するが，建替の項目での環境影響の減少が大きいためである．S 造は長寿命化による環境影響の減少傾向がみられるが，他構造ほど明確な差異はみられない．

3.2.3　環境負荷物質と資源循環分析項目の関係

図 7 に屋根材料の種別ごとに環境負荷物質(x)と資源循環分析項目(y)の関係を示す．評価方法は，(6)式により両者の関係を分析し，相関係数(r)を求めた．なお，いずれの項目においても両者の間には正の相関がみられた．

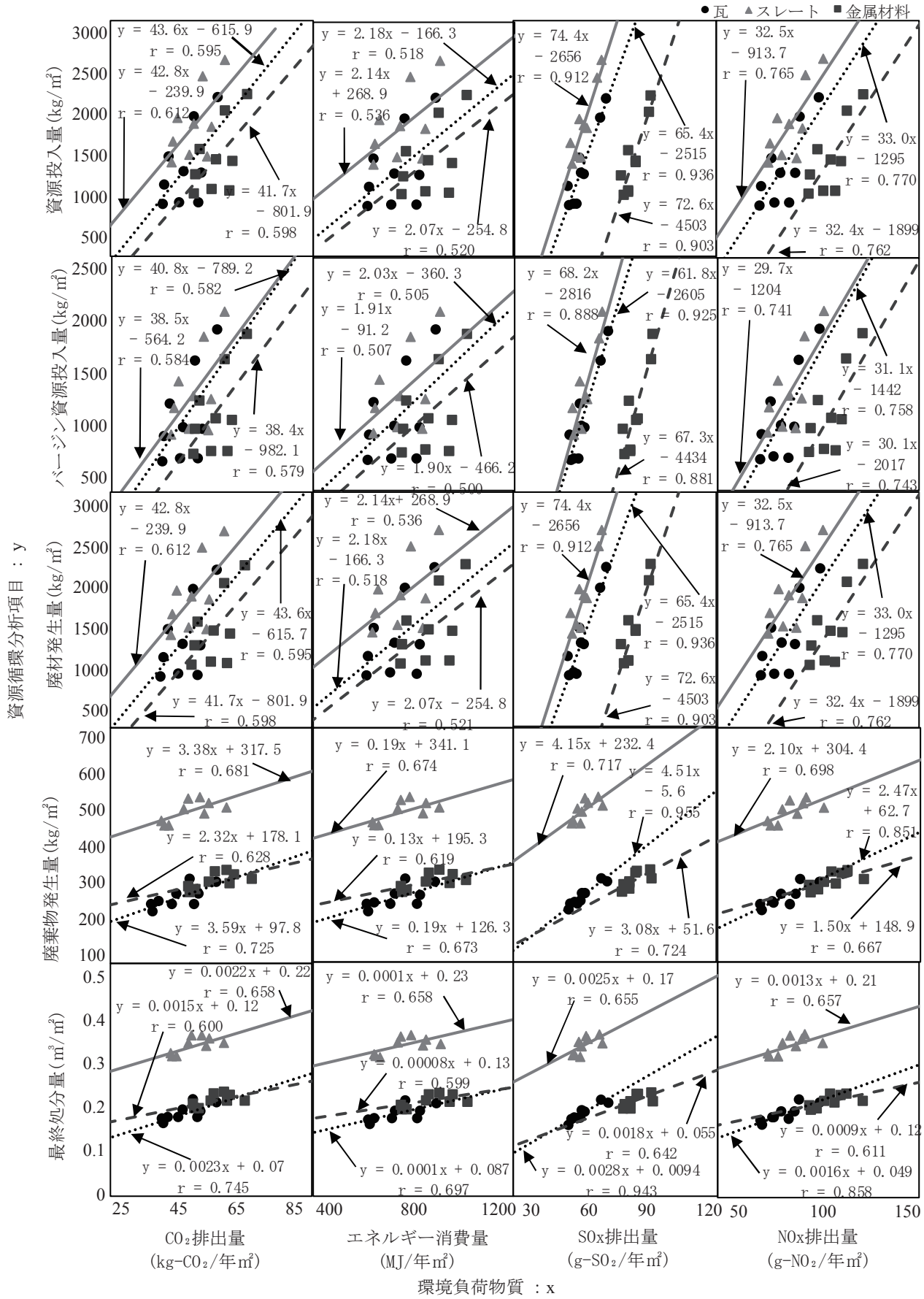


図7　環境負荷物質と資源循環分析項目の関係

$$y = ax + b \quad (6)$$

ここに,

y：資源循環分析項目

x：環境負荷物質

a，b：常数

(1)　CO_2排出量

CO_2排出量と各資源循環分析項目の関係においては, r は 0.579~0.745 であった. 両者の関係が比較的明確な項目では, 瓦では最終処分量の項目で 0.745 であり，一方，スレートと金属材料は, 廃棄物発生量の項目でそれぞれ 0.681, 0.628 であった．これらから CO_2排出量の減少には，廃材発生量からリサイクルなどを行い，廃棄物発生量と最終処分量を減らすことが効果的である.

(2)　エネルギー消費量

エネルギー消費量と資源投入量，バージン資源投入量, 廃材発生量の関係では，いずれの材料においても r が 0.500~0.536 であった．一方，CO_2排出量と同様に，廃棄物発生量と最終処分量では 0.599~0.697 と，エネルギー消費量との関係の中では比較的明確な関係がみられた.

(3)　SOx 排出量

SOx 排出量は，全体的に他の環境負荷物質の項目と比較して，資源循環分析項目との間に明確な相関がみられた. 瓦ではすべての資源循環の項目で 0.9 以上であった. 一方, スレートと金属材料では資源投入量，バージン資源投入量, 廃材発生量の項目で 0.8 以上であった．したがって，SOx 排出量削減には，瓦では全ての資源循環分析項目の抑制が効果的であり，スレートと金属材料では資源投入量，バージン資源投入量，廃材発生量の抑制が効果的である.

(4)　NOx 排出量

NOx 排出量は, 全体的にいずれの資源循環分析項目との間に比較的明確な相関がみられた．瓦では廃棄物発生量と最終処分量で r が 0.8 以上であり，スレートと金属では資源投入量，バージン資源投入量，廃材発生量で 0.7 以上であった.

4.　まとめ

適切な屋根材料の材料設計を目的に，屋根材料が環境に及ぼす影響について検討を行った結果，以下のようなことがいえる.

(1)　JIS Q 14021 に基づく定性的評価の結果，瓦は，高耐久であることから，長寿命化製品の項目，スレートは製造時のエネルギーや資源を抑える省資源の項目，金属材料はリサイクルに対応しやすい解体容易設計，リサイクル可能およびリサイクル材料含有率の項目おいて優れた評価となった.

(2)　LCA による定量的評価の結果, 資源循環分析ではスレートの影響が大きく，環境影響評価では金属材料の影響が大きい．資源循環分析の項目は，資源投入量，バージン資源投入量，廃材発生量で長寿命化による資源循環への負荷軽減の影響が大きく，環境影響評価では，W 造，RC 造で長寿命化による負荷軽減が大きい.

(3)　環境負荷物質と資源循環分析項目の関係を評価した結果，SOx 排出量が各資源循環分析項目との間に明確な関係がみられた．材料ごとの評価結果では，瓦では全ての資源循環分析項目の抑制が効果的であり，スレート，金属材料では資源投入量，バージン資源投入量，廃材発生量の抑制が SOx 排出量低減に効果的である．また，CO_2排出量削減には，リサイクルなどにより，廃棄物発生量および最終処分量を削減することが効果的である.

以上のことから，建物の長寿命化および各種環境負荷物質との関係に応じた資源循環性を考慮した屋根材料の材料設計を行うことが，環境負荷低減に効果があるといえる.

謝辞

本研究の実施において，愛知県陶器瓦工業組合，栄四郎瓦株式会社，株式会社野々山商店，ケイミュー株式会社よりヒヤリングの協力，データの提供を受けた．ここに厚く謝意を表す.

参考文献

1) 日本建築学会：気候温暖化への建築分野での対応（2019 年 10 月 29 日参照）
https://www.aij.or.jp/jpn/archives/971202.htm
2) 地球環境・建築憲章（2019 年 10 月 29 日参照）
https://www.aij.or.jp/jpn/databox/2000/000707.htm
3) 国土交通省　住宅経済関連データ　（2019 年 8 月 27 日参照） http://www.mlit.go.jp/statistics/details/t-jutaku-2_tk_000002.html
4) 建築材料設計研究会：性能からみた建築材料設計用教材, 1996.
5) 日本建材・住宅設備産業協会，2018/2019 年版建材・住宅設備統計要，2018.
6) 日本建築学会：建物の LCA 指針－温暖化・資源消費・廃棄物対策のための評価ツール－，2013
7) 小松幸夫：1997 年と 2005 年における家屋の寿命推計, 日本建築学会計画系論文集，第 73 巻，第 632 号, pp.2197-2205，2008
8) 国税庁 耐用年数(建物/建物付属設備)（2019 年 10 月 29 日参照） https://www.keisan.nta.go.jp/h30yok

uaru/aoiroshinkoku/hitsuyokeihi/genkashokyakuhi/taiyonensutatemono.html
9) 日本建築学会:建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5　鉄筋コンクリート工事 2018
10) 長期優良住宅に係る認定基準 技術解説（2020 年 6 月 28 日参照） https://www.hyoukakyoukai.or.jp/chouki/pdf/choki_gijyutu6.pdf
11) 愛知県陶器瓦工業組合 瓦 web 人にやさしい三州瓦オフィシャルサイト(2020 年 8 月 24 日参照) http://www.kawara.gr.jp/kawaraso/q510.shtml
12) 環境省　環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書（2020 年 7 月 26 日参照）
13) IBEC 建築省エネ機構 (2020 年 9 月 4 日参照)http://www.ibec.or.jp/CASBEE/cas_home/cas_home.htm
14) KMEW 環境報告書，2019
15) 一般社団法人日本金属屋根協会 http://www.kinzoku-yane.or.jp/roof/material.html (2019 年 10 月 29 日参照)

（原稿受理日　令和 2 年 10 月 1 日）

Study on the Utilization of Refuge Floor in Four Asian Cities

Kai Xiang，Hiroyuki TAKAI

Abstract

The refuge floor is already a legally protected space in each country. Therefore, governments and construction departments of each country have strict requirements on the refuge floor. In order to ensure the safety in case of disasters, residents are not allowed to use this space in normal times. As for the space of refuge, it is the space to protect life. It has been the consensus of all governments. Sky gardens are places that provide people with natural environment and spiritual relaxation. In fact, they are also spaces that protect life. In the future, with the development of science and technology, there will be more and more solutions for fire prevention, so the demand for sky gardens and roof gardens will be higher and higher. As a safe and comfortable residence in the future, the space providing disaster protection for people's lives should be fully considered to be more closely combined with the green space for long-term adjustment and protection.

1. Background and Purpose

High-rise housing originates from Western Europe. After the End of the Second World War, due to the lack of housing and the rapid increase of urban population, high-rise housing was encouraged to be built in the 1950s and 1960s to ease the outward expansion of cities. With the development and progress of building materials, structures and equipments. It also provides material guarantee for the development of buildings in the upper air. Since the second half of the 20th century, the Asian economy has developed and with the rapid development of cities and the concentration of population, the demand for housing has expanded, and land in urban centers has become increasingly scarce. Through "vertical type" growth, super high-rise residential buildings make efficient and intensive use of limited land, improve scale efficiency, and create new space for urban development. Therefore, it is of great significance to discuss and study the super high-rise housing market.

The current residential density, in the residential planning in the lack of enough communication space and green space, so the form of "hanging garden" in the high-rise residential buildings are widely used. The hanging garden is an organic combination of natural ecological environment and artificial building, which makes the residents get close to nature, have communication space and get away from the closed and depressive atmosphere inside. It has beautiful landscape design, broad vision and pleasant environment. Therefore, it is widely used in high-rise residential buildings at present.

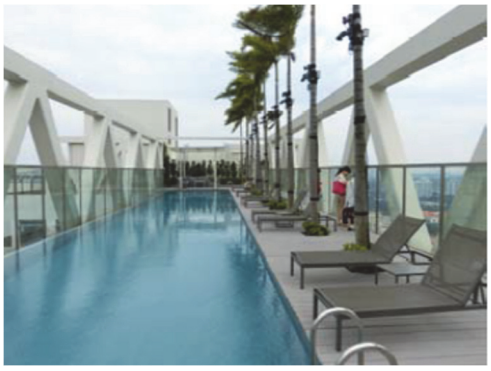


Figure 1 Sky Habitat (SG) – swimming pool on RF

(Author's photo)

1.1 Roof Garden

This kind of roof garden is often seen in life form, the typical model of roof garden development initial period, it is to point to in all buildings and structures at the top of the them, terrace of greening decoration and space form, placed on the roof of the buildings in garden construction style, create a find the scenery pleasing to both the landscape and leisure places.



Figure 2 SkyVille @ Dawson(SG) – green in sky terrace

(Author's photo)

1.2 Sky Terrace

In the middle floor of high-rise residential buildings, the buildings and green plants are integrated perfectly, providing high-rise users with a platform for communication and rest, and overlooking the distant scenery from the platform.



Figure 3 Sky Terrace@Dawson(SG) – vertical green

(Author's photo)

1.3 Vertical Green

Vertical greening is an effective way to increase the coverage rate of urban greening, improve the residential ecological environment and enrich the landscape of urban greening. Whether the refuge floor can be combined with the "garden in the sky" as the unique air space in the super-tall buildings and have some effective combination in the use efficiency, disaster protection and space quality will be an important topic to be discussed in this paper.

The purpose of this study was to understand the definition of fire protection in four cities and the provisions in the laws and regulations, and to investigate whether it could be combined with the sky garden space. It brings more possibilities for the development of public space of high-rise residential buildings in the future. Under the condition of shortage of land resources in the future, whether the refuge floor can be used to improve the environment of high-rise buildings.

2. Methodology

The methods of this study are field survey and related literature, data and network survey. From 2016 to 2019, we conducted field research in Singapore, Hong Kong, Beijing and Taipei, mainly visiting projects and talking with clients, residents and designers. In 2020, the survey was conducted mainly by referring to the relevant laws, regulations and technical specifications of four cities, relevant books, relevant government departments and project websites.

The reason why I choose these four cities is that they are all rapidly developing cities with a large number of high-rise residential buildings in use or construction. These four cities also belong to the Chinese cultural circle and have similar cultural backgrounds, which are easy to be compared.

3. Refuge Floor

3.1 Definition of super high-rise building

The definition of "super high-rise" varies from country to country. But the definition of a super high-rise building is also directly related to the fire-fighting capacity of each country.

Singapore: According to <Fire Safety Requirements for Super High-rise Residential Buildings >, Buildings with more than 40 stories are defined as super High-rise.

Hong Kong: There is no consensus on the definition of tall and supertall buildings among international fire safety standards, including Hong Kong's local regulations. For example, the Hong Kong Fire Service Installations Code describes high-rise to be buildings that exceeds 30 meters. In the Global context, 23 meters and 18 meters are adopted in NFPA 5000 and BS9999-2008, respectively. Buildings with more than 40 stories have been classified as ultra-high-rise

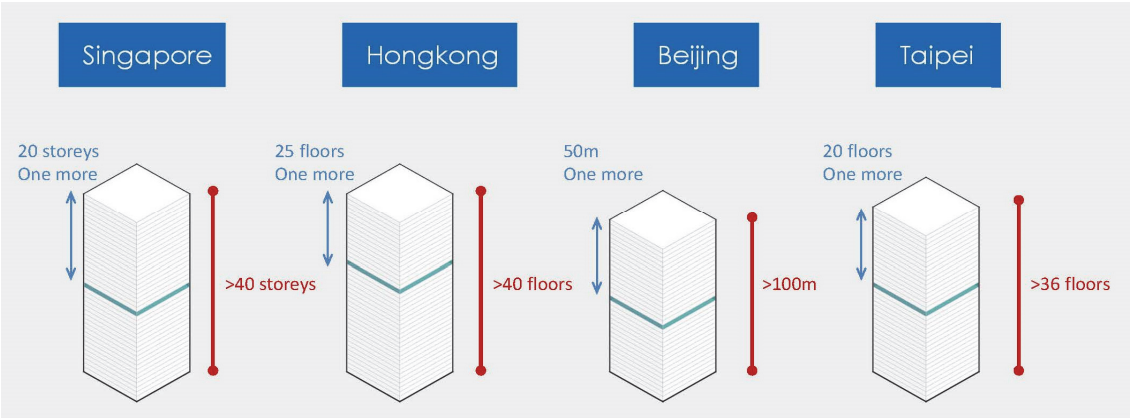


Figure 4 Requirement of refuge floor

buildings (Lo 1997; Lo et al. 2002; Lu et al. 2001) or super-tall buildings (Chow & Chow 2009,2019).

China: Code for fire protection design of buildings defines supertall buildings as building exceeding 100 meters.

Taiwan: According to the regulations, the definition of high-rise buildings is mainly based on Article 227 of "Building Technical Rules and Building Design and Construction". High-rise buildings refer to buildings with a height of 50 meters or more than 16 floors. As for the super-tall buildings, there is no clear definition. Taking the Institute of Architecture of the Ministry of Interior as an example, the architectural planning and design group is defined as more than 100 meters, while the building disaster prevention group is defined as those whose floors are more than 25 stories or more than 90 meters high.

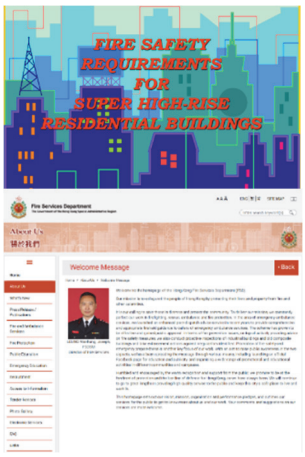


Figure 5
Fire Safety Requirements for Super High-rise Residential Building(SG)3)

Figure 6
Building (Planning) Regulations (HK)9)

3.2 Definition of the Refuge Floor

The definition of refuge floor is almost uniform around the world. However, each country also has its own strict fire regulations and fire regulations to strictly restrict the design and use of the refuge floor.

Singapore：A floor designated for holding occupants in a super high-rise residential buildings. A designated circulation area/space on the refuge floor for temporary assembly of occupants during fire emergency.

Hong Kong：A refuge floor is a protected floor that serves as a refuge for the occupants of the building to temporarily assemble and rest in case of fire.

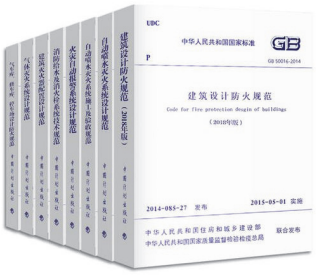


Figure 7
Code for fire protection design of buildings (BJ)12)

Beijing: The refuge floor is the floor in the building for people to temporarily escape from fire and smoke hazards. Meanwhile, the refuge floor can also be used as a place for people with obstacles to temporarily take refuge and wait for rescue.

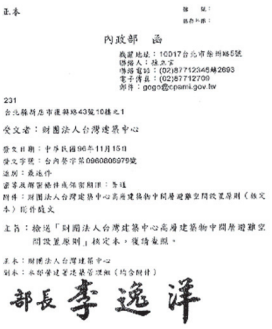


Figure 8
Principles of Setting refuge space in the middle floor of high-rise Buildings in Taiwan Building Center of Financial Corporation (Approved version) (TP)18)

Taipei: Refers to the indoor personnel on the floors above the 36th floor who, in the event of a fire in a building above the 36th floor, temporarily stay in the waiting space except the refuge floor, including indoor space, semi-outdoor space

City	Floors	Height	Interval floor	Area
Singapore	40 Floors		20 Floors	≥50% floor area 0.3㎡/per
Hong Kong	40 Floors		25 Floors	≥50% floor area H > 2.3m
Beijing		100m	50m	5㎡/per
Taipei	36 Floors		20 Floors	The total number of people above the Refuge 1㎡/per Min > 2.4m

Figure 9 Requirement/ Instruction of refuge floor

and outdoor space.

3.3 The requirements of the refuge floor

Singapore: Residential buildings exceed 40 storeys high shall be provided with at least one refuge floor at an interval not more than 20 storeys

Hong Kong: In general, refuge floors should be provided in all buildings (except for a domestic building or a composite building not exceeding 40 storeys) exceeding 25 storeys in height, at not more than 20 storeys and 25 storeys respectively for industrial and non-industrial buildings from any other refuge floor, or above the street or the open area.

Beijing: Public buildings with building height exceeding 100m shall have refuge floors. The refuge floor (room) shall meet the following requirements.

The height between the ground of the first refuge floor and the ground of the fire fighting and rescue site should not be more than 50m. The height between the two refuge floors should not be more than 50m.

Taipei: For buildings with floors above 36 floors, at least one refuge floor shall be provided. For every 20 additional floors, one additional one more.

The refuge floor has the strictest rules and regulations for each country, so that it can play its role in the event of a disaster. So "Sky Gardens" from this part of the view is difficult to use the refuge space. However, both open or semi-open spaces cannot be shared in practice, but there are also adjacent settings to ensure the broadness of vision in the landscape view.

4. Green System

4.1 Introduction of green building evaluation standards in various countries

Singapore: The BCA Green Mark Scheme was launched in January 2005 as an initiative to drive Singapore's construction industry towards more environment-friendly buildings.

It is intended to promote sustainability in the built environment and raise environmental awareness among developers, designers and builders when they start project conceptualization and design, as well as during construction.

Hong Kong: BEAM Plus is the Hong Kong's leading initiative to offer independent assessments of building sustainability performance. Recognized and certified by the HKGBC, BEAM Plus offers a comprehensive set of performance criteria for a wide range of sustainability issues relating to the planning, design, construction, commissioning, fitting out, management, operation and maintenance of a building. By providing a fair and objective assessment of a building's overall performance throughout its life cycle, BEAM Plus enables organizations and companies of all sizes to demonstrate their commitment to sustainable development.

China: The Green Building Evaluation Label (GBEL) is a voluntary national rating system in China administered by the Ministry of Housing and Urban-Rural Development (MOHURD). GBEL is a green building certification program that evaluates projects based on six categories: land, energy, water, resource, material efficiency, indoor

Certification		GREEN MARK	Green Building Label	绿色三星	BEAM Plus
Year/Country		2005/SG	1999/TW	2006/CN	2010/HK
Organization		BCA: Admin. Of Singapore	The interior ministry ABRI	Ministry of Construction	HKGBC
Content		Not just the entire building, but the offices, restaurants and retail, supermarkets, data centers within the building, as well as parks and infrastructure outside the building.	It can fully meet the needs of ecology, energy conservation, waste reduction and health. It is developed according to the characteristics of subtropical climate in Taiwan with high temperature and humidity. Through the two-stage evaluation, the buildings can be targeted for better performance.	To protect the earth's environment, maximize the effective use of the earth's resources, to prevent environmental pollution for the purpose.	A tool for the overall formal assessment of a building throughout its life cycle.
Utilization of major Counties	Total	30 Countries	1 Country	1 Country	1 Country
	Main Counties	Singapore India China Malaysia In the Middle East other	Taiwan	China	Hongkong
Certification to distinguish		The new building structures The existing building	Basic (EEWH-BC) Residence (EEWH-RS) Factory (EEWH-GF Renovation (EEWH-RN) community (EEWH-EC)	Residential construction Facilities construction	The new building The existing building Intieror

Figure 10 Comparation of Green System(by China Kiriyama)

environmental quality and operational management. The program utilizes a three-star rating system, with Three-Stars being the highest achievable rating level, followed by Two-Stars and One-Star.

TAIWAN: In 2009, the Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior, set up a Green Building Labeling evaluation (EEWH) system covering Ecology, Energy saving, Waste reduction, and Health, in light of the subtropical climate characteristics of high temperature and high humidity native to Taiwan. As of 2012, the original evaluation version of the Green Building Labeling has been expanded to cover 5 basic categories of building type, including basic, accommodation, factory building, old building renovation, and community environments.

Thus, Taiwan has set itself apart as officially creating a milestone for green building classification evaluation. In order to both meet international demand and expand the scope of evaluation for green buildings across Taiwan, we implemented an "international version" of our evaluation manuals on July 1st, 2017, marking it as the 6th edition of the evaluation manuals. By doing so, this version aims to enhance competitiveness and business opportunities on the global market for Taiwanese enterprises.

4.2 Influence on the design of Sky Gardens



Figure 11 Singapore Strategic Area(SG) 1)

Singapore: The green rate is closely related to the P.R. of a building. The green rate of more than 30% of a new building often occupies a large land area, which will reduce the standard floor area of a single building. However, the plot ratio calculation of Green in Singapore includes ground green space, vertical green space of facade, roof green space and sky garden green space. Therefore, after making full use of roof garden green space and sky garden green space, the area of ground green space is reduced, so as to increase the area of standard floor of building and make the building more efficient.

According to the location, the urban green space requirements of Singapore are divided into Strategic Area and other areas, and the LRA(Landscape Replacement Area) of each Area is also different. In the Strategic Area, THE LRA is 100%, while in other areas, the LRA is 70%. There are also special requirements for softcape within the site.

Softscape Areas :A minimum soil depth of 1000mm shall be provided for trees and palms, 500mm for shrubs and climbers, and 300mm for ground covers.

In Hardscape Areas, Rooftop Urban Farms may be counted up to 10% of the hardscape LRA requirement, subject to the merits of the proposal.

Location	Developments in Strategic Areas	Developments in Strategic Areas Outside Central Area, with Height Control ≤80m[1]
LRA (as a % of Site Area)	100%	70%
Minimum softscape requirement (as a % of Site Area)	40%	40%
Minimum GnPR requirement (Total Leaf Area/Site Area)	4.0	4.0

[1] *Building height is based on Singapore Height Datum (SHD).*

Figure 12 LRA Requirements for Developments in Strategic Area(SG) 1)

Hong Kong: The greening rate of Hong Kong is also closely related to the plot ratio. The calculation of greening rate also includes ground green space, roof green space, sky garden green space, sloping green space and other forms of green space. When the standard of green land reaches a certain level, it will eventually receive a reward from the government for the total area or plot ratio. But the greenfield

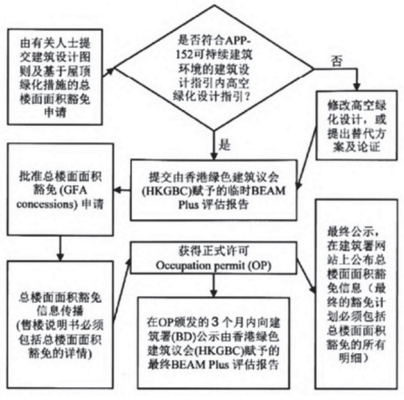


Figure 13 Green space assessment application process(HK) 6)

assessment report needs to be submitted to the wealthy temporary BEAM Plus for evaluation of Hong Kong's green buildings.

Beijing: Due to climate and safety reasons, Beijing does not encourage the development of roof green space and air green space for high-rise residential buildings in policy.

Taipei: The relationship between green evaluation and building volume reward in Taipei is closer.

After obtaining the candidate green building certificate, the volume bonus will be awarded according to the different levels. For example, the brick level rewards 10% of the base volume, the gold level rewards 8% of the base volume, the silver level rewards 6% of the base volume, the copper level rewards 4% of the base volume, and the qualified level rewards 2% of the base volume.

第十條　取得候選綠建築證書，依下列等級給予獎勵容積：

一、鑽石級：基準容積百分之十。

二、黃金級：基準容積百分之八。

三、銀級：基準容積百分之六。

四、銅級：基準容積百分之四。

五、合格級：基準容積百分之二。

Figure 14 Green building rating and plot ratio award (TP) 20)

5. Refuge Floor Combine with Green Space

5.1 Green rate calculation rules

Singapore: There is a certain relationship between the calculation demand of green space in Singapore and the GPR of land use. The overall green space ratio and the green space ratio of ground floor are also calculated and rated separately.

LRA Requirements	GPR ≤ 1.4	1.4 < GPR < 2.8	GPR ≥ 2.8
Overall Greenery Provision (as % of Site Area)	30	35	40
On-ground Greenery Provision (as % of Site Area)	20	30	35
Green Plot Ratio (Total Leaf Area/Site Area)	3	3.5	4

Figure 15 LRA Requirements for Developments Outside Strategic Areas(SG) 1)

First of all, the computer template to the plant graphics, easy to calculate and statistics.The computer is then used to accurately calculate the green area of each section. To the sky terrace, the requirements are :1. Keep at least 40% of the perimeter open. 2. Open space with depth of at least 5M. 3. Plants must be at least 300mm high. 4. Occupy at least 60% of the floor area, and ensure that at least 2 units are used as public Spaces. To the rooftop, the requirements are: 1. The minimum of 50 square meters or 50% of the roof cover is lower. 2. Up to 50% of the perimeter can be enclosed.

Hong Kong: According to the architectural design guidelines, in a specific location set appropriate altitude greening (such as gardens and roof garden, etc.), and by the authorities to apply for exemption, may be exempted from the calculations in chapter 123 of the Hong Kong law the buildings ordinance (number: LN. 82 of 201 (2) the total floor area of ordered and/or cover area, and a certain degree of plot ratio rewards (GFA concessions).

The minimum green rate is also calculated according to the separation of finishing green space and ground floor green space, and has a certain relationship with the building scale. Greenery Areas should be built in or fixed permanently to buildings with recommended minimum soil depths of 1200mm for trees, 600mm for shrubs/climbers/bamboos and 300mm for grass/ground covers.

Area of the Site	Minimum Site Coverage of Greenery		Remark
	Total Greenery Areas	At-grade Greenery Areas	Greenery Areas at other locations
≥ 20 000 m^2	30%	15%	No minimum Greenery Areas requirement at other locations
≥ 1 000 m^2, but < 20 000 m^2	20%	10%	

Figure 16 Minimum Requirements on Site Coverage of Greenery (HK) 6)

Beijing: High-rise buildings have almost no roof greening, mainly in the podium.Roof greening shall be implemented in the construction project and roof garden shall be included in the greening land area index of the project according to 1/5 of its area if the following provisions are met.

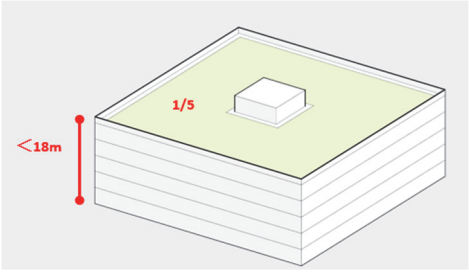


Figure 17 Diagram of Beijing Roof Greenery calculation (BJ)

1.The green space area without underground facilities within the land scope of the construction project has reached more than 50% of the corresponding indexes stipulated in

the Regulations of Beijing municipality on Urban Greening.

2.The height of the roof (or roof of the structure) to be green is below 18 m.

3.According to the roof greening technology requirements design, achieve permanent greening, give play to the corresponding benefits.

Taipei: The green project includes the wall, terrace or roof of the building with a green coverage of 50% and a ceiling of 3% by law. Taiwan has a more complex and rigorous method of calculation.

系統得分RS2=6.81×（（TCO_2 −TCO_2c）/TCO_2c）+1.5，且0.0≦RS2≦9.0 ---（2-2.1）

指標設計值 TCO_2 =（Σ(Gi × Ai))×α ---（2-2.2）

其中各變數之計算公式如下：

TCO_2c=1.5 × 法定基準值 = 1.5 ×（0.5×A' ×β）---（2-2.3）

A' = (A_0 −A_p) × (1- r) ，且A' ≧ 0.15×A_0 ---（2-2.4）

α =0.8+0.5× ra ---（2-2.5）

$$ra = \sum_{i=0}^{n} NT' / \sum_{i=0}^{n} NT$$ ---（2-2.6）

Figure 18 Taiwan Greenery calculation(TP)14)

5.2 Current Situation

At present, the most important issue is fire safety, and physical and mental health has not been given greater attention. Therefore, the combination of refuge floor and the sky garden is still very rare, and only the project in Singapore has placed the refuge floor adjacent to the sky garden.

The Pinnacle @Duxton residential project. The 26th stories

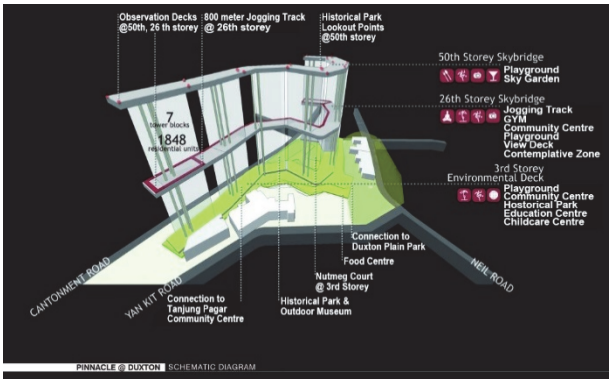


Figure 19 The Pinnacle@Duxton(SG) 22)

skybridge (refuge floor) serves to evacuate residents during a fire emergency. As the skybridge links all 7 blocks, residents from an affected block may evacuate through the skybridge (refuge floor) to the unaffected blocks. SCDF firefighters can mount search, rescue and fire-fighting operations from this refuge floor, which is open and naturally ventilated, for efficient smoke dispersal.

In Hongkong, Greening facilities or any other use shall not reduce or obstruct the scope of the shelter. Only 50% of the green space is covered by the roof. All the green areas will not be covered by the roof, so the refuge floor will not be covered by large areas.

At present, real estate developers will use the fire-proof floor of some residential projects as the hanging garden. As a selling point, the building is a transparent air space with no windows, external walls, etc., only electric lighting, 24-hour lighting. At least one fire lift arrives. The lift doors of the building should not be opened in the fire protection floor (if not as a hanging garden) during normal operation and should be locked at all times until the lock is automatically unlocked when the fire control switch is activated. If it is used as a hanging garden, all lifts can be reached. However, the lift lobby on this floor must be protected by a double smoke-proof door (with automatic locking function).



Figure 20 Grand Promenade(HK) - Movable furniture

(Author's photo)

6. Conclusion

The refuge floor is already a legally protected space in each country. Therefore, governments and construction departments of each country have strict requirements on the refuge floor. In order to ensure the safety in case of disasters, residents are not allowed to use this space in normal times.

In the future, due to the relationship between population, urban expansion will be more rapid, and there will be more and more demands for the use of the existing urban land with higher density. Therefore, there will be more and more demands for the use of high-rise and super-high-rise residential buildings. For high-rise users, the most commonly used form of green space will definitely be the form of sky garden

or roof garden.

As for the space of refuge, it is the space to protect life. It has been the consensus of all governments. Sky gardens are places that provide people with natural environment and spiritual relaxation. In fact, they are also spaces that protect life. In the future, with the development of science and technology, there will be more and more solutions for fire prevention, so the demand for sky gardens and roof gardens will be higher and higher. As a safe and comfortable residence in the future, the space providing disaster protection for people's lives should be fully considered to be more closely combined with the green space for long-term adjustment and protection.

There are some differences in the function of the sky gardens as a fireproof and refuge from the refuge floor. Plants and furniture in sky gardens are made of potentially flammable materials, which can have a bad effect as a refuge space. But as the space of the sports venues and the function of the shelter is not violated, but also the effective use of space and place, movement is a bit more empty space a lot of places, such as for running course, it could be very good used of empty refuge floor in normal time, but also let the refuge floor equipment in the usual use to ensure its effectiveness, such as light, etc. In the future, as people pay more attention to the living environment, it will be believed that the relevant standard will be adjusted appropriately. At the same time, people will pay more attention to the ordinary use of refuge floor, and more reasonable and legal functions will appear. As for the future residential public space, it will be a space with many possibilities and worth designing.

Reference

1.Singapore Flats and Condominiums Handbook (https://www.ura.gov.sg/Corporate/Guidelines/Development-Control/Residential)

2.Public space Evolution in High-density Living in Singapore,Sacha Menz (ISBN 978-3-033-04796-9)

3.Fire safety requirements for super high-rise residential buildings(https://www.scdf.gov.sg/)

4.Green Roofs and Vertical Greening in Hong kong, DR. Sam C.M.Hui Department of Mechanical Engineering The University of Hong Kong

5.Site coverage of Greenery for Government Building Projects (Works Branch Development Secretariat Ref. DEVB/ GLTM/ 300/ 2/ 9 Group: 12, 11 June 2012)

6.Building (Planning) Regulations (Cap. 123 sub. Leg. F)

7.Code of Practice for Fire Safety in Buildings 2011(Buildings Department)

8.《私人發展公眾休憩空間設計及管理指引》, 發展局

9. https://www.hkfsd.gov.hk/chi/faq/faq_safety/index.html

10.《香港規劃標準與準則· 摘要》, 香港特別行政區政府規劃署

11.《樓宇綠化簡易指引》· 屋宇署

12.《建筑设计防火规范》(2018 版, GB50016-2014)

13.《北京地区建设工程规划设计通则》(2003 年 3 月, 北京市规划委员会)

14.《綠建築評估手冊 - 基本型/Green Building Evaluation Manual - Basic Version》(內政部建築研究所, 2019 Edition)

15. 《綠建築評估手冊 - 社區類/Green Building Evaluation Manual – ECO - COMMUNITY》(內政部建築研究所, 2019 Edition)

16. 臺北市新建建築基地法定空地綠化實施規則 草案總說明(2014-03-17)

17.綠屋頂技術規範 (2013-10-30)

18《建築物防火避難設備辦法》(中華民國 056 年 08 月 18 日)

19.《高層建築物火災特性與中間層避難空間設置原則》(建築研究簡訊第 59 期 (專題報導))

20.《都市更新建築容積獎勵辦法》(都市更新組, 2019-05-15)

21.《臺北市土地使用分區管制自治條例》(中華民國 100 年 7 月 22 日臺北市政府(100)府法三字第 10032306900 號令)

22.https://www.architecturelab.net/pinnacle-duxton-arc-studio-architecture-urbanism/

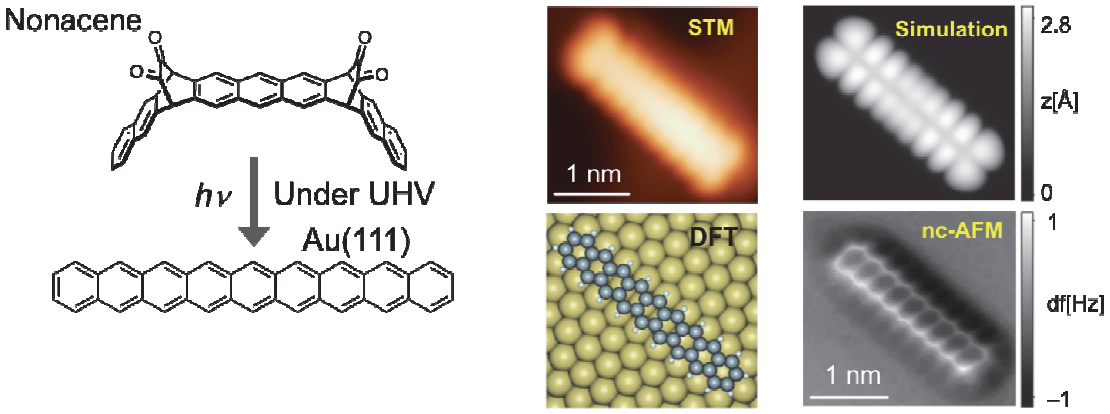
(原稿受理日 令和 2 年 10 月 1 日)

理工談話会開催記録

名城大学理工学部　　第４３２回　理工談話会　講演要旨

（1）　講　　師：　山田　容子（やまだ　ひろこ）教授
（2）　講師所属：　奈良先端科学技術大学院大学　先端科学技術研究科
（3）　題　　目：　光を利用した合成法の開発
　　～溶媒に溶けない化合物の合成～
（4）　日　　時：　令和２年１２月１９日（土）１３時００分～
（5）　場　　所：　オンライン開催

講演要旨：芳香族化合物は、そのπ共役が広がるにつれて吸収スペクトルが長波長に広がり、興味深い性質を示しますが、多くの場合、溶媒に溶けにくくなり、また酸化されやすくなるため合成が難しくなります。このような溶けにくい芳香族化合物を合成するために、私たちは「光前駆体法」を開発しました。この手法は、溶媒に溶ける前駆体を合成し、十分精製した後に、光を当てて定量的に目的化合物へと変換する方法です。副生成物はCO分子だけなので、変換後に精製する必要がなく、溶けないものも高純度で得ることができます。溶液だけでなく、結晶、薄膜、基板上、超高真空下など、様々な状態で反応させることができるので、不安定な化合物の合成も可能です。本講演では、光前駆体法を用いたアセン類の合成と、その物性について紹介します。



光前駆体法を利用したノナセンの合成と分子イメージ

名城大学理工学部　　第４３３回　理工談話会　講演要旨

（1）　講　　師：　丸山　央峰
（2）　講師所属：　名古屋大学
（3）　題　　目：　光操作・光計測を用いたマイクロ・ナノロボティクスによる細胞解析システム
（4）　日　　時：　令和３年１月２０日（水）１４時００分～
（5）　場　　所：　オンライン開催

講演要旨：

近年のマイクロ・ナノ操作・計測技術の発展に伴い，生命の最小構成要素である細胞からその集合体で高次機能を発現する組織に至るマルチスケールでの細胞解析が行われている．細胞解析における重要な技術の一つに，細胞内外の環境計測がある．

本講演では，細胞環境計測技術として講演者がこれまで開発してきた，蛍光色素の環境応答性を利用した光環境センサのついて述べると共に，光環境センサの応用例として，インフルエンザウイルスの特定細胞への感染および単一細胞レベルでの感染・非感染細胞表面の温度・pH 変化計測，微細加工技術を用いて作製した光環境センサアレイによるマルチモーダル環境計測，リファレンスセンサと赤外光を用いる環境センサによる組織様構造体の内部状態計測，について紹介する．

名城大学理工学部　　第４３４回　理工談話会　講演要旨

（1）　講　　師：山本泰生 准教授
（2）　講師所属：静岡大学 大学院総合科学技術研究科 情報学専攻
（3）　題　　目：ストリームデータの劣線形要約とその応用
（4）　日　　時：令和 3 年 3 月 2 日（火）14 時 00 分～
（5）　場　　所：Zoom によるオンライン開催

講演要旨：

大量のデータを効率よく保持するためのデータ管理技術の開発は，ビッグデータ時代の本質的な重要課題の一つである．特に，多数のセンサーを含む観測系では，生成データの総量が急速に増加し続ける中で “on-the-fly” なリアルタイム処理を実現する必要がある．近年，このようなストリームデータを高速かつ軽量に扱うためのデータ要約の研究がデータベース分野を中心に進められている．本講演では，ストリームデータ処理の基礎的な概念や分析の事例を説明したのち，データ要約に関する最近の研究動向を概説する．また応用として，講演者らが現在取り組んでいる天文等の自然科学データ上の異常検知の研究について紹介する．

名城大学理工学部　　第４３５回　理工談話会　講演要旨

（1）　講　　師：　仙田　満（東京工業大学名誉教授、環境建築家、工学博士）
（2）　講師所属：　株式会社環境デザイン研究所
（3）　題　　目：　空間には力がある
（4）　日　　時：　令和 3 年 3 月 6 日（土）13 時 00 分～14 時 30 分
（5）　場　　所：　オンライン（zoom）

講演要旨：

オンライン講義が進むなかで、リアルな空間がもつ意味、オフィスにしろ、キャンパスにしろ、その意味が問われています。建築や環境の空間の力についてお話したいと思います。

なぜキャンパスが必要なのか、なぜ学校という空間が必要なのか、なぜ園舎園庭が必要なのか、幼稚園なのか。

人が集まり、遊び、学ぶ空間によって、人々は成長し、気づき、創造していく力を育むことができると考えています。こどものあそびやすい空間の研究から導いた遊環構造という空間領域は、人々の意欲を喚起することにつながると考えています。環境建築家としてさまざまな空間づくり、遊環構造をもつ空間づくりを通して、人を元気にする空間の力を紹介したいと思います。

2020年度研究費補助金交付者一覧表

1. 内閣府　戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第２期／自動運転（システムとサービスの拡張）

研究代表者			研究課題
メカトロニクス工学科	准教授	目黒淳一	自動運転技術（レベル3、4）に必要な認識技術等に関する研究

2. 総務省　戦略的情報通信研究開発推進事業（SCOPE）

研究代表者			研究課題
情報工学科	准教授	鈴木秀和	IoTに基づく潜在的社会ニーズの推定と柔軟なサービス需要交換基盤の研究開発

3. 文部科学省　科学技術試験研究委託事業

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）

4. 経済産業省　戦略的基盤技術高度化支援事業

研究代表者			研究課題
電気電子工学科	教授	堀田一弘	無染色・非侵襲での細胞特性解析技術の開発

5. 経済産業省　戦略的基盤技術高度化支援事業

研究代表者			研究課題
応用化学科	教授	丸山隆浩	湿式処理により蓮の葉構造をナノレベルで再現する安価な撥水処理技術の研究開発

6. 経済産業省　次世代自動車等の開発加速化に係るシミュレーション基盤構築事業

研究代表者			研究課題
材料機能工学科	教授	宇佐美初彦	次世代自動車等の開発加速化に係るシミュレーション基盤構築に関連した研究／摩擦低減研究：固体潤滑剤分散金属基薄膜の自動車部品への適用

7. 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	大井川流砂系土砂管理に向けた支川土砂流入量評価方法の提案

8.（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	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

9.（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／地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）／低炭素社会の実現に向けた高度エネルギーシステムに関する研究

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	Thailand4.0を実現するスマート交通戦略／研究題目2：公共交通の接続向上及びStreet for allを実現するスマート交通・街区デザイン

10.（国研）科学技術振興機構（JST）　研究成果展開事業／研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）シーズ育成タイプ

研究代表者			研究課題
材料機能工学科	教授	上山　智	Li-Fiにつながる超高速可視光通信システムの開発

11.（国研）科学技術振興機構（JST） 研究成果展開事業／研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）実証研究タイプ

研究代表者			研究課題
材料機能工学科	教授	岩谷素顕	超高精細マイクロ LED ディスプレイに適した InGaN モノリシック RGB-LED 構造の開発

12.（国研）科学技術振興機構（JST） 研究成果展開事業／研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）産学共同（本格型）

研究代表者			研究課題
材料機能工学科	教授	岩谷素顕	高臨場感 VR/AR ディスプレイのための高輝度フルカラーモノリシック LED の開発

13.（国研）科学技術振興機構（JST） 研究成果展開事業／研究成果最適展開支援プログラム（A-STEP）産学共同（育成型）

研究代表者			研究課題
教養教育	助教	本田真己	シス型カロテノイドの製剤化と価値創造

14.（国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO） NEDO 先導研究プログラム／エネルギー・環境新技術先導研究プログラム

研究代表者			研究課題
交通機械工学科	准教授	菅 章紀	電磁波によるプロセスセンサー装置の研究開発

15.（国研）新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO） 燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業／水素利用等高度化先端技術開発

研究代表者			研究課題
メカトロニクス工学科	教授	佐伯壮一	多機能 OCT を用いた金属遺物非接触マイクロ断層検出システムの開発

16.（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

17.（国研）日本医療研究開発機構（AMED） 臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業

研究代表者			研究課題
電気電子工学科	教授	堀田一弘	医療ビッグデータ利活用を促進するクラウド基盤・AI 画像解析に関する研究／ディープラーニングに基づく医用画像の認識

18.（国研）日本医療研究開発機構（AMED） ウイルス等感染症対策技術開発事業／ウイルス等感染症対策に向けた機器・システム等の構築に資する基礎研究支援

研究代表者			研究課題
理工学研究科	教授	福田敏男	完全感染防御のための鼻咽頭スワブ操作ロボット／操作支援画像生成および鼻咽頭を含むバイオニックモデルの作製
メカトロニクス工学科	教授	大原賢一	

19.（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

20.（国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA） 地球観測研究公募共同研究（第２回）

研究代表者			研究課題
環境創造工学科	准教授	広瀬正史	衛星搭載降水レーダによる降水気候プロダクトの評価と拡張

21.（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	仙場淳彦	柔軟モーフィング翼駆動システムの開発に関する研究

22.（国研）宇宙航空研究開発機構（JAXA） 戦略的開発研究費（工学）／重点技術研究

研究代表者			研究課題
交通機械工学科	准教授	宮田喜久子	これからの科学衛星・探査機ミッションを捉えたモーションコントロール技術の展開研究

23.（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
理工学研究科	教授	福田敏男	健康長寿のためのロボットおよびICT開発研究／介護予防ロボットの開発と社会実装

24.（独）日本学術振興会（JSPS） インド（DST）との共同研究

研究代表者			研究課題
応用化学科	教授	丸山隆浩	繊維工業排水の水質改善に向けた色素除去用の光触媒の開発

25. 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

26.（公財）若狭湾エネルギー研究センター 新エネルギー技術調査研究事業

研究代表者			研究課題
教養教育	教授	土屋文	セラミックの水分解を利用した水素製造

27.（共）自然科学研究機構（NINS） プラズマバイオコンソーシアムプロジェクト

研究代表者			研究課題
電気電子工学科	教授	伊藤昌文	プラズマ活性トリプトファン溶液の殺菌因子の特定と殺菌作用機序の解明

28. 自動車用内燃機関技術研究組合（AICE） 次世代自動車等の開発加速化に係るシミュレーション基盤構築に関連した現象解明研究

研究代表者			研究課題
材料機能工学科	教授	宇佐美初彦	固体潤滑剤分散金属基薄膜の自動車部品への適用

29. 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）	環境創造工学科	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）	環境創造工学科	准教授	片桐　誠之	食品・菌・酵素を有効活用する難分解性廃水の膜利用型高度処理プロセスの開発
基盤研究（C）	環境創造工学科	准教授	武藤　昌也	工学的スケールでの粉塵爆発現象の数値シミュレーション
基盤研究（C）	環境創造工学科	教　授	三宅　克英	草食性陸ガニのリグニンバイオマス分解プロセスの解明とその応用
基盤研究（C）	環境創造工学科	准教授	片桐　誠之	汚泥を固形燃料化する高度圧搾脱水プロセスの開発
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
若手研究	教養教育	助　教	森口　舞	カリブにおける左派政権の連合と戦略に関する研究
基盤研究（C）	教養教育	教　授	松村　昌紀	動詞の多義構造と類義語の分布に関する入力情報の波及と第二言語知識の創発
若手研究	教養教育	助　教	本田　真己	高吸収性かつ加工適正に優れたシス型カロテノイド素材製造基盤技術の確立
基盤研究（C）	教養教育	教　授	土屋　文	反跳粒子検出法を用いたリチウムイオン二次電池内の過渡的リチウム蓄積量評価法の確立
若手研究	教養教育	助　教	大知　聖子	感情史的アプローチによる中国北朝墓誌の分析と文化的社会集団の復元
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
基盤研究（B）	建築学科	准教授	松田　和浩	ロッキング機構と各種ダンパーの併用による損傷制御型木質高層建物の開発
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）	建築学科	教　授	寺西　浩司	構造体コンクリートの材料分離に伴う品質低下を防止するコンクリート工事方法の確立
基盤研究（C）	建築学科	助　教	米澤　貴紀	修験道建築に関する基礎的研究　遺構調査と儀礼の場の復原的分析を通して
挑戦的研究（萌芽）	建築学科	教　授	市之瀬敏勝	中高層 RC，SRC 建物の新しい耐震補強方法の開発
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
基盤研究（B）	材料機能工学科	教　授	宮嶋　孝夫	蛍光バイオイメージング用小型光源をめざした超短パルス半導体レーザの要素技術開発
基盤研究（A）	材料機能工学科	教　授	竹内　哲也	大口径・高出力青緑色面発光レーザーの開発
基盤研究（C）	材料機能工学科	特任教授	新家　光雄	高酸素含有生体用 β 型チタン合金の力学的特異現象と構成元素との相互作用の解明
若手研究	材料機能工学科	助　教	今井　大地	窒化物系混晶半導体のサブギャップ領域における光物性解明と LD 用低損失光共振器開発
基盤研究（B）	社会基盤デザイン工学科	教　授	小髙　猛司	自然災害時に脆弱化する「粘土もどき細粒土」人工地盤の安定性評価法と対策法の確立

基盤研究（C）	社会基盤デザイン工学科	教　授	葛　　漢彬	低サイクル疲労に起因する溶接鋼部材の延性破壊メカニズムの解明に関する基礎的研究
基盤研究（C）	社会基盤デザイン工学科	教　授	溝口　敦子	砂州形状と粒度の伝播特性の解明および粒径別流砂量評価技術の提案
基盤研究（C）	社会基盤デザイン工学科	教　授	鈴木　　温	QOL 構成要素の相互関係と居住世帯の遷移を考慮した住宅団地再生計画・評価手法
基盤研究（C）	社会基盤デザイン工学科	准教授	中村　一樹	歩行空間の実体験と疑似体験が歩行行動と健康感に与える影響評価
基盤研究（C）	社会基盤デザイン工学科	教　授	松本　幸正	AI によりシステム最適挙動を学習する自動走行車両の交通流と運転挙動への影響分析
基盤研究（C）	社会基盤デザイン工学科	教　授	石川　靖晃	DEF による化学膨張を受けた RC 部材の構造性能評価
基盤研究（B）	メカトロニクス工学科	教　授	関山　浩介	潜在的相互作用の知覚に基づく遠隔操作視覚支援モニタリングシステム
基盤研究（A）	メカトロニクス工学科	教　授	福田　敏男	ファイン・ハイブリッド・バイオニクスのための筋組織アクチュエータモジュール創生
基盤研究（C）	メカトロニクス工学科	准教授	市川　明彦	腸内フローラ解析のための腸内細菌回収磁気駆動体内カプセルロボットの研究
基盤研究（C）	メカトロニクス工学科	教　授	渡辺　孝一	強震で損傷した鋼橋の的確な早期復旧を可能とするハイブリッド補強設計法の研究
基盤研究（C）	メカトロニクス工学科	准教授	目黒　淳一	衛星測位のマルチパスに注目した都市環境の特徴抽出による測位の高精度化
基盤研究（C）	メカトロニクス工学科	教　授	大原　賢一	可変プロペラアームを有するマルチコプタに関する研究
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）	理工学研究科	教　授	金子　　真	赤血球回復時定数 100 倍激変現象の解明
挑戦的研究（萌芽）	理工学研究科	教　授	金子　　真	赤血球変形能が作り出す脳活性相関
基盤研究（B）	応用化学科	教　授	丸山　隆浩	オペランド EXAFS 測定によるカーボンナノチューブ生成メカニズムの解明
基盤研究（B）	機械工学科	准教授	池本　有助	テンセグリティロボットを用いた生物の射出運動生成機構の理解
基盤研究（C）	機械工学科	教　授	清水　憲一	短繊維強化樹脂複合材料の X 線による非破壊内部疲労損傷評価手法の開発
基盤研究（C）	機械工学科	教　授	松田　　淳	可視化ベース温度計測法導入による衝撃波誘起渦生成現象の解明
基盤研究（C）	機械工学科	准教授	吉川　泰晴	軟質材料による金属への高精細・高精度転写技術の開発
若手研究	機械工学科	助　教	川村　洋介	ニ相流衝撃波による昇圧効果を用いた高効率炭酸ガス冷凍サイクルの開発
基盤研究（C）	機械工学科	教　授	來海　博央	構造化照明と圧縮センシングを用いた超高解像度２次元ラマン分光高速イメージング
基盤研究（C）	機械工学科	准教授	中西　　淳	動的な未知環境下における枝渡りロボットの運動生成および制御
若手研究	機械工学科	助　教	横田　紘季	腱鞘炎発症メカニズム解明のための生体内力学シミュレータの開発

基盤研究（C）	交通機械工学科	准教授	菅野　望	ヒドラジン系混合燃料 / 四酸化二窒素推進剤の自己着火・燃焼特性の解明
基盤研究（C）	交通機械工学科	教　授	西村　尚哉	自動車の衝突安全対策の向上に向けた衝突後の車両運動解析
基盤研究（C）	交通機械工学科	准教授	宮田喜久子	CubeSat の熱伝達の不確定性低減と温度制約を考慮した運用計画立案手法の提案
基盤研究（B）	情報工学科	教　授	柳田　康幸	クラスタ型デジタル空気砲による香り空間制御技術の研究
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）	情報工学科	教　授	吉川　雅弥	Society5.0 でのプライバシー指向セキュアインテリジェントエッジモジュール
研究活動スタート支援	情報工学科	助　教	野崎　佑典	多重防御機構を備えたセキュアで騙されない AI エンジンの開発
基盤研究（C）	情報工学科	准教授	亀谷　由隆	人間本位の機械学習基盤としての識別パターン発見技術の開発
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	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）	数学科	教　授	橋本　英哉	例外型単純 Lie 群 G2 の作用する空間の幾何構造
基盤研究（C）	数学科	教　授	齊藤　公明	超汎関数空間の構成に基づく無限次元確率解析の新展開及び量子情報論への応用
基盤研究（C）	数学科	教　授	長郷　文和	幽霊指標の解析によるノットコンタクトホモロジーのトポロジカルな性質の完全解明
基盤研究（B）	電気電子工学科	教　授	伊藤　昌文	プラズマバイオ科学基盤形成のための活性種時空間分布評価手法の開発
基盤研究（B）	電気電子工学科	教　授	熊谷　慎也	プラズマ照射型シングルセル遺伝子導入マイクロデバイスの開発
新学術領域研究（研究領域提案型）	電気電子工学科	教　授	堀田　一弘	動画像中の周期と変調の検出と要因解析
基盤研究（C）	電気電子工学科	准教授	竹田　圭吾	自己反転インコヒーレント光源を用いた原子状ラジカルの並進エネルギー計測
基盤研究（C）	電気電子工学科	教　授	太田　貴之	大電力パルススパッタリングにおけるイオン化反応過程の解明
基盤研究（C）	電気電子工学科	教　授	堀田　一弘	Deep Neural Network の適応統合による画像認識の研究
基盤研究（C）	電気電子工学科	准教授	小林健太郎	通信と制御のクロスレイヤ設計による無線制御方式の最適化
基盤研究（C）	電気電子工学科	准教授	益田　泰輔	将来の電力系統における新しい運用・制御を考慮した電源開発計画と電力市場制度設計
若手研究	電気電子工学科	助　教	村上　祐一	冷凍と電界を組み合わせた新規冷凍殺菌技術の開発
若手研究	電気電子工学科	准教授	田崎　豪	接地面判別による単純形状物体の姿勢推定

2020年度受託研究一覧

※2020年12月1日現在、新規・継続

学科	受託研究担当者		研究課題
電気電子工学科	教授	太田　貴之	大電力パルススパッタリングによるハードマスク用高硬度アモルファスカーボン膜の高速成膜
	教授	堀田　一弘	高画質化フィルタを用いた教師無し画像変換手法による細胞のセマンティックセグメンテーション
			※
材料機能工学科	教授	上山　智	PLZTを使った光位置検出及び通信装置の開発
応用化学科	教授	大脇　健史	※
	教授	丸山　隆浩	※
	准教授	田中　正剛	加工油洗浄液の成分と効果に関する化学的な構造評価
交通機械工学科	准教授	菅　章紀	※
メカトロニクス工学科	教授	佐伯　壮一	※
社会基盤デザイン工学科	教授	松本　幸正	知多市地域公共交通の時刻表に係る調査研究等（利用者にわかりやすい時刻表原稿のデザイン検討）
建築学科	教授	岡田　恭明	樹脂製排水設備から発生する流水音のデータベースの構築
	准教授	高橋　広人	※
	准教授	谷田　真	タイルデザインの研究
	准教授	松田　和浩	仮設テント用構造体の構造性能評価に関する研究
	助教	佐藤　布武	石巻市における水産業の担い手の定着手法に関する研究

（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。

2020年度共同研究一覧

※2020年12月1日現在、新規・継続

所属	共同研究者		研究課題
理工学研究科	教授	飯島　澄男	新規ナノ構造材料の高機能化
	教授	福田　敏男	※
			※
			※
情報工学科	教授	向井　利春	※
			※
	教授	山田　啓一	※
	准教授	亀谷　由隆	※
	准教授	川澄未来子	※
			※
電気電子工学科	教授	伊藤　昌文	※
	教授	堀田　一弘	※
			※
			※
			ME機器のコンソール画面のエラーパターンの検出に関する共同研究
	教授	山中 三四郎	太陽電池の不具合診断・分析手法の確立に関する研究
	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
			※
	准教授	田崎　　豪	AI技術を用いた夾雑物自動選別システムに関する共同研究
			移動台車の自律走行の基礎技術の開発に関する研究
			自律走行ロボットにおけるオープンソースソフトェアを活用した地図生成および複数台運用に関する共同研究
	准教授	益田　泰輔	※
材料機能工学科	教授	宇佐美初彦	微小ディンプルを形成する“タイリング加工技術”を利用した摺動部品の摩擦・摩耗低減
			グラファイト、DLC膜、樹脂膜など潤滑剤としての実用化のための技術的課題の明確化に関する共同研究
			※
			※
			※
			※
	教授	上山　　智	※
			※
			※
			※
			※
			※
	教授	竹内　哲也	名城大学が保有するデバイス開発用窒化物半導体向けMOCVD装置に関する高度化検討の共同開発
			※
			※
			※
			※
			※

材料機能工学	教　授	成塚　重弥	※
	教　授	岩谷　素顕	※
			※
			※
	准教授	榎本　和城	オニオンライクカーボンの複合材料への適応に関する共同研究
応用化学科	教　授	大脇　健史	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	丸山　隆浩	SWCNT を用いたナノレベル親冷媒表面処理技術の開発
機械工学科	教　授	清水　憲一	※
	教　授	成田　浩久	TIG 溶接の技能の解明と伝承
	准教授	池本　有助	※
	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	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
			非鉛系圧電体材料の組成探索に関する共同研究
			※
	准教授	菅野　　望	※
	准教授	宮田喜久子	衛星を介した広域低消費電力通信網構築のための基礎技術実証
			※
メカトロニクス工学科	教　授	大原　賢一	Iot 住宅 / 建材（パネル）の技術活用及び Iot 住宅 / 建材の Web 接続技術に関する共同研究
			システムモデリングを通じたコンポーネント開発手法に関する共同研究
			※
	教　授	佐伯　壮一	変性関節軟骨のマイクロ断層診断システムの開発
			※
	准教授	目黒　淳一	自動運転に適応する三次元点群地図の評価方法の検討
			GPS を利用した自律運行ロボットの位置精度向上
			Mobile Mapping System を活用した三次元点群生成とその活用方法の検討
			高精度地図生成に必要な位置推定技術に関する共同研究
			※
			※
	准教授	畑　　良幸	※
			※
社会基盤デザイン工学科	教　授	松本　幸正	生体情報等を活用したドライバーモニタリングに関する共同研究
	准教授	岩下健太郎	コンクリートの耐酸性検証に関する共同研究
建築学科	准教授	松田　和浩	木質戸建住宅を対象とした断熱材併用による耐力壁の開発に関する共同研究
			木質戸建住宅を対象とした油圧式制振ダンパーの効率的な取り付け方法に関する開発研究
教養教育	助教	神藤　定生	「シアノバクテリアによるエチレン生産技術」に関する共同研究
			※
	助教	本田　真己	※
			※

2020年度奨学寄附金一覧

※2020年12月1日現在、新規

学　科	寄附金受納者		件　数
電気電子工学科	教　授	熊谷　慎也	1件
	准教授	小林健太郎	2件
材料機能工学科	教　授	宇佐美初彦	2件
	教　授	上山　　智	2件
	教　授	竹内　哲也	1件
	教　授	成塚　重弥	1件
	准教授	赤堀　俊和	2件
	助　教	今井　大地	2件
応用化学科	教　授	大脇　健史	2件
機械工学科	准教授	吉川　泰晴	1件
交通機械工学科	教　授	西村　尚哉	1件
	准教授	菅　　章紀	1件
	准教授	宮田喜久子	3件
社会基盤デザイン工学科	教　授	石川　靖晃	1件
	教　授	松本　幸正	1件
	准教授	岩下健太郎	1件
環境創造工学科	教　授	道正　泰弘	2件
	教　授	三宅　克英	1件
建築学科	教　授	市之瀬敏勝	1件
	教　授	武藤　　厚	1件
	教　授	吉永　美香	1件
	准教授	大塚　貴弘	2件
	准教授	松田　和浩	2件
教養教育	教　授	景山　伯春	1件
	助　教	本田　真己	1件

令 和 ２ 年

発 表 論 文 題 目

数学科

大西　良博

【学術論文】

J.C. Eilbeck, and Y. Ônishi: Recursion relations on the power series expansion of the universal Weierstrass sigma function.

RIMS Kôkyûroku Bessatsu, 78(April, 2020) 77-98

齊藤　公明

【学術論文】

Luigi Accardi, Ai Hasegawa, Un Cig Ji, Kimiaki Saitô: “White noise delta functions and infinite-dimensional Laplacians”, Infinite Dimensional Analysis, Quantum Probability and Related Topics 3 (2020), 2050028 (21 pages) World Scientific Publishing Company, DOI: 10.1142/S0219025720500289

鈴木　紀明

【その他】

鈴木紀明：「三角関数とフーリエ級数展開」数学文化, no.33，pp.78-93，日本評論社 (2020)

N.Suzuki and S.Kuwahara: “Specific examples of invariant subspaces for Hardy space over the bidisk,”Res. Rep. Fac. Sci. Techno. Meijo Univ. 60，pp. 12-19 (2020)

前野　俊昭

【その他】

前野俊昭：“Ideas and techniques in the theory of Lefschetz properties,”東京可換環論セミナー，東京大学 (2020)

情報工学科

佐川　雄二

【その他】

Toshimitsu Tanaka, Yuri Shibata, Yuji Sagawa: “One-Handed Character Input Method for Smart Glasses”, Human-Computer Interaction Technologies (22nd International Conference, HCI International 2020), (2020)

加藤朱莉，佐川雄二，田中敏光:「「いいね」したツイートの分類」，令和２年度電気関係学会東海支部連合大会，I1-1 (2020)

杉本竜一，佐川雄二，田中敏光：「解答とヒントの関係強度に基づくクイズの自動生成」，令和２年度電気関係学会東海支部連合大会，I1-6 (2020)

小駒拓也，佐川雄二，田中敏光：「嗜好類似度の高い評価情報に基づく観光地推薦システム」，令和２年度電気関係学会東海支部連合大会，I2-3 (2020)

森宇嶺，佐川雄二，田中敏光：「評判情報を利用して構築した嗜好モデルに基づく楽曲推薦システム」，令和２年度電気関係学会東海支部連合大会，I3-1 (2020)

加藤柊真, 佐川雄二, 田中敏光:「説明文の自然なチャット形式への自動変換」，令和２年度電気関係学会東海支部連合大会，K3-6 (2020)

田中　敏光

【その他】

鈴木桜史郎，田中敏光，佐川雄二：「1 インチ画面の丸型スマートウォッチに適用可能な文字入力方式」，シンポジウム「モバイル’20」ポスターセッション PO-1 (2020.3.6)

Toshimitsu Tanaka, Yuri Shibata, Yuji Sagawa: “One-Handed Character Input Method for Smart Glasses”, HCII 2020: Human Interface and the Management of Information. Designing Information, pp.393-406 (2020.07.10)

向山佳汰，田中敏光，佐川雄二：「授業集中度評価システムの開発」，令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集，J2-5 (2020.9.3)

加藤優花子，田中敏光，佐川雄二：「CG による床面の摩耗と塗装剥離の表現」，令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集，F4-1 (2020.9.3)

田中佑弥，田中敏光，佐川雄二：「使用状態や時間変化を考慮したアスファルト路面の表現」，令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集，F4-2 (2020.9.3)

村野香介，田中敏光，佐川雄二：「CG によるフロントガラス上の雪の表現」，令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集，F4-3 (2020.9.3)

蟹江孝徳，田中敏光，佐川雄二：「CG による紙の破れの表現－繊維分布画像作成方法の改良－」，令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集，F4-4 (2020.9.3)

山田高宏，田中敏光，佐川雄二：「指先を見ない片手文字入力方法」，令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集，H4-1 (2020.9.3)

鈴木桜史郎，田中敏光，佐川雄二：「画面サイズが直径 1 インチの丸型スマートウォッチに適用できる文字入力手法」，令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集，H4-5 (2020.9.3)

北浦嘉岳，田中敏光，佐川雄二:「極小スマートウォッチ用の文字入力ボードの開発」，令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集，H4-6 (2020.9.3)

清水寅彦，田中敏光，佐川雄二：「スマートウォッチ用 1 ストロークひらがな入力手法」，令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集，H5-1 (2020.9.3)

渡邉誠也，田中敏光，佐川雄二：「スマートウォッチ用多言語アルファベット入力手法の開発」，令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集，H5-3 (2020.9.3)

森宇嶺，佐川雄二，田中敏光：「評判情報を利用して構築した嗜好モデルに基づく楽曲推薦システム」，令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集，I3-1 (2020.9.3)

加藤柊真, 佐川雄二, 田中敏光:「説明文の自然なチャット形式への自動変換」，令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集, K3-6 (2020.9.3)

加藤朱莉，佐川雄二，田中敏光:「「いいね」したツイートの分類」，令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集，I1-1 (2020.9.3)

杉本竜一，佐川雄二，田中敏光：「解答とヒントの関係強度に基づくクイズの自動生成」，令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集，I1-6 (2020.9.3)

小駒拓也，佐川雄二，田中敏光：「嗜好類似度の高い

評価情報に基づく観光地推薦システム」，令和２年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会予稿集，I2-3 (2020.9.3)

鈴木桜史郎，田中敏光，佐川雄二:「1 インチ丸型スマートウォッチでの平仮名入力」WINF2020 S-4C-8 (2020.11.28)

Toshimitsu Tanaka, Hideaki Shimazu, Yuji Sagawa: “One stroke alphanumeric input method by sliding-in and sliding-out on the smartwatch screen”, HCII 2021 採録決定.

Ojiro Suzuki, Toshimitsu Tanaka, Yuji Sagawa: “Character input method working on 1-inch round screen for tiny smartwatches”, HCII 2021 採録決定.

中野　倫明

【学術論文】

Masayuki Hamazima, Takahiko Murayama, Hatsuo Yamasaki, Tomoaki Nakano and Muneo Yamada: “Study on Simultaneous-Action Discrimination Method Using Deep Learning”, International Journal of Intelligent Transportation Systems Research, Springer eBooks, Published online: 08 January 2020

【その他】

國保泰久，中野倫明，山田宗男：「運転時におけるドライバの末梢性疲労の評価に関する検討」，照明学会東海支部 2019 年度 若手セミナー予稿集，[1] (2020-02)

澤田理玖，中野倫明，山田宗男：「ながら歩行時におけるモバイルアプリケーションの違いによる周辺認識能力への影響に関する検証」，照明学会東海支部 2019 年度 若手セミナー予稿集，[2] (2020-02)

丸山緩人，中野倫明，山田宗男：「ながら歩行検出手法の改良に関する検討 －ながら歩行検出アルゴリズムの改良－」，照明学会東海支部 2019 年度 若手セミナー予稿集，[3] (2020-02)

小池綾兵，中野倫明，山田宗男：「ながら歩行時の周辺認識能力計測システムの自動化に関する検討 －咽喉マイクを用いた周辺認識能力計測システムの構築－」，照明学会東海支部 2019 年度 若手セミナー予稿集，[4] (2020-02)

濵嶌雅幸，中野倫明，山田宗男：「CNN を使用したながらスマホ判別手法に関する検討」，照明学会東海支部 2019 年度 若手セミナー予稿集，[5] (2020-02)

紫村和里，濵嶌雅幸，山﨑初男，中野倫明，山田宗男:「ながらスマホ防止モバイルアプリケーションの検討」，令和２年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 1，I2-4（2020-09）

漆衛，濱嶌雅幸，山﨑初男，中野倫明，山田宗男:「CNN によるながらスマホ判別手法の検討」，令和２年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 1，I2-5（2020-09）

河口剛輝，濵嶌雅幸，山﨑初男，中野倫明，山田宗男:「CNN によるながらスマホ判別手法の検討 －複数の静止状態を統合した際の判別精度の比較検証－」，令和２年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 1，I2-6（2020-09）

澤田理玖，濵嶌雅幸，山﨑初男，中野倫明，山田宗男:「iOS におけるながらスマホ検出システムの検討」，令和２年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 2，I3-4（2020-09）

濵嶌雅幸，澤田理玖，丸山緩人，中野倫明，山田宗男:「CNN によるながらスマホ判別手法の検証 －多種の静止状態の弁別能に関する検討－」，令和２年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 2，I3-5（2020-09）

丸山緩人，濵嶌雅幸，山﨑初男，中野倫明，山田宗男:「入力データを結合した CNN によるながら行動検出の一検討」，令和２年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 2，I3-6（2020-09）

中野倫明 , 杉本美柚羽 , 山田宗男 , 中野有美 :「成人期の神経発達の凸凹に関する注意機能の検討」, ヒューマンインタフェースサイバーコロキウム (HIC^2), 2C4 障がい者・高齢者支援 3，2C4-4（2020-10）

中野倫明 :「高齢者の認知・行動特性」，デンソー技術リーダ育成研修「自動車人間工学」（Zoom オンライン）（2020-10）

漆衛，山田宗男，濵嶌雅幸，中野倫明，山﨑初夫:「ながらスマホ検出システムの検討 －操作検出における新たな特徴量の提案－」，第 18 回情報学ワークショップ（WiNF2020），[S-3C] ショートセッション「社会実装」，S-3C-6（2020-11）

澤田理玖，濵嶌雅幸，中野倫明，山田宗男 :「ながらスマホ検出システムの機種依存性に関する検討」，第 18 回情報学ワークショップ（WiNF2020），[S-3C] ショートセッション「社会実装」，S-3C-7（2020-11）

丸山緩人，濵嶌雅幸，中野倫明，山田宗男 :「ながらスマホ防止モバイルアプリケーションの評価検証 － Bttery Histolian に基づく検証－」，第 18 回情報学ワークショップ（WiNF2020），[S-3C] ショートセッション「社会実装」，S-3C-8（2020-11）

紫村和里，濵嶌雅幸，山﨑初夫，中野倫明，山田宗男:「ながらスマホ防止モバイルアプリケーションの評

価検証 ー Android Profiler に基づく検証ー」，第 18 回情報学ワークショップ（WiNF2020），[S-3C] ショートセッション「社会実装」，S-3C-9（2020-11）

澤田理玖 , 濵嶌雅幸 , 中野倫明 , 山田宗男 :「ながらスマホ検出システムにおける機種依存性に関する検証」，第 18 回 ITS シンポジウム 2020 講演論文集，対話セッション 1，1-A. ITS 評価分析，1-A-03（2020-12）

丸山緩人 , 濵嶌雅幸 , 山崎初男 , 中野倫明 , 山田宗男 :「入力データを結合したながら行動検出を行う CNN の比較検討」，第 18 回 ITS シンポジウム 2020 講演論文集，対話セッション 3，3-A. 観測技術，3-A-06（2020-12）

向井　利春

【著書】

向井利春 :「触覚センサを用いた呼吸・心拍の無拘束計測技術」,『生体情報センシングと人の状態推定への応用』，第 2 章第 2 節，pp. 160–171，技術情報協会 (2020),.

【学術論文】

S. Guo, X. Zhao, K. Matsuo, J. Liu, and T. Mukai: “Unconstrained detection of the respiratory motions of chest and abdomen in different lying positions using a flexible tactile sensor array,” IEEE Sens. J., Vol. 19, No. 21, pp. 10067–10076 (2019).

柳田　康幸

【その他】

加世田幸輝，嶋津温紀，山村大樹，山本凌雅，柳田康幸 :「金属製ワイヤによる衝撃力の提示を用いた木こり体験 VR」，情報処理学会インタラクション 2020，発表番号 2A-01 (2020)

柳田康幸 :「動的グラフを用いた自宅学習のための Web コンテンツ作成」，情報処理学会エンタテインメントコンピューティング研究会 EC2020, pp. 132-138 (2020)

柳田康幸 :「VR 用視覚提示装置の幾何パラメータに関する Web 教材の作成」，第 25 回日本バーチャルリアリティ学会大会，発表番号 1B3-7 (2020)

高木周平，岩田将幸，坂野秀樹，柳田康幸 :「マイクスルーイヤホンを補聴器として利用するための適応的なリアルタイム話速変換システムの構築と評価」，第 25 回日本バーチャルリアリティ学会，発表番号 3D1-1 (2020)

林崎智和，渡辺久馬，野間春生，柳田康幸 :「圧縮空気駆動型空気砲における渦輪制御に関する検証」，第 25 回日本バーチャルリアリティ学会大会，発表番号 3D1-4 (2020)

Y. Yanagida and H. Noma: “Clustered Digital Air Cannon: A Novel Device for Projection-based Olfactory Display,” The 27th International Display Workshop, pp. 695-697 (invited) (2020)

山田　啓一

【その他】

松見進，山田啓一 :「物体らしさを用いた Few-Shot Learning のためのデータ増強アプローチの検討」，情報処理学会第 82 回全国大会，5P-08 (2020)

松見進，山田啓一 :「Few-Shot Learning におけるデータ拡張に関する検討」，令和２年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，K1-7 (2020)

小池綾兵，山田啓一 :「スマホカメラを利用した布地素材自動判別システムの提案」，令和２年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，G3-3 (2020)

小池綾兵，松見進，山田啓一 :「スマホカメラを利用した布地素材判別に関する検討」，第 18 回情報学ワークショップ (WiNF2020)，S-3A-4 (2020)

山田　宗男

【学術論文】

Masayuki Hamazima, Takahiko Murayama, Hatsuo Yamasaki, Tomoaki Nakano and Muneo Yamada: “Study on Simultaneous-Action Discrimination Method Using Deep Learning”, International Journal of Intelligent Transportation Systems Research, Springer eBooks, Published online: 08 January 2020

【その他】

國保泰久，中野倫明，山田宗男 :「運転時におけるドライバの末梢性疲労の評価に関する検討」，照明学会東海支部 2019 年度 若手セミナー予稿集，[1] (2020-02)

澤田理玖，中野倫明，山田宗男 :「ながら歩行時におけるモバイルアプリケーションの違いによる周辺認識能力への影響に関する検証」，照明学会東海支部 2019 年度 若手セミナー予稿集，[2] (2020-02)

丸山緩人，中野倫明，山田宗男 :「ながら歩行検出手法の改良に関する検討 ーながら歩行検出アルゴリズムの改良ー」，照明学会東海支部 2019 年度 若手セミナー予稿集，[3] (2020-02)

小池綾兵，中野倫明，山田宗男 :「ながら歩行時の周辺認識能力計測システムの自動化に関する検討 ー

咽喉マイクを用いた周辺認識能力計測システムの構築ー」，照明学会東海支部 2019 年度 若手セミナー予稿集，[4] (2020-02)

濵嶌雅幸，中野倫明，山田宗男：「CNN を使用したながらスマホ判別手法に関する検討」，照明学会東海支部 2019 年度 若手セミナー予稿集，[5] (2020-02)

紫村和里，濵嶌雅幸，山﨑初男，中野倫明，山田宗男：「ながらスマホ防止モバイルアプリケーションの検討」，令和２年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 1，I2-4（2020-09）

漆衛，濱嶌雅幸，山﨑初男，中野倫明，山田宗男：「CNN によるながらスマホ判別手法の検討」，令和２年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 1，I2-5（2020-09）

河口剛輝，濵嶌雅幸，山﨑初男，中野倫明，山田宗男：「CNN によるながらスマホ判別手法の検討 ー複数の静止状態を統合した際の判別精度の比較検証ー」，令和２年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 1，I2-6（2020-09）

澤田理玖，濵嶌雅幸，山﨑初男，中野倫明，山田宗男：「iOS におけるながらスマホ検出システムの検討」，令和２年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 2，I3-4（2020-09）

濵嶌雅幸，澤田理玖，丸山緩人，中野倫明，山田宗男：「CNN によるながらスマホ判別手法の検証 ー多種の静止状態の弁別能に関する検討ー」，令和２年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 2，I3-5（2020-09）

丸山緩人，濵嶌雅幸，山﨑初男，中野倫明，山田宗男：「入力データを結合した CNN によるながら行動検出の一検討」，令和２年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 2，I3-6（2020-09）

中野倫明 , 杉本美柚羽 , 山田宗男 , 中野有美：「成人期の神経発達の凸凹に関する注意機能の検討」, ヒューマンインタフェースサイバーコロキウム (HIC^2), 2C4 障がい者・高齢者支援 3，2C4-4（2020-10）

漆衛，山田宗男，濵嶌雅幸，中野倫明，山﨑初夫：「ながらスマホ検出システムの検討 ー操作検出における新たな特徴量の提案ー」，第 18 回情報学ワークショップ（WiNF2020），[S-3C] ショートセッション「社会実装」，S-3C-6（2020-11）

澤田理玖，濵嶌雅幸，中野倫明，山田宗男：「ながらスマホ検出システムの機種依存性に関する検討」，第 18 回情報学ワークショップ（WiNF2020），[S-3C] ショートセッション「社会実装」，S-3C-7（2020-11）

丸山緩人，濵嶌雅幸，中野倫明，山田宗男：「ながらスマホ防止モバイルアプリケーションの評価検証ー Bttery Histolian に基づく検証ー」，第 18 回情報学ワークショップ（WiNF2020），[S-3C] ショートセッション「社会実装」，S-3C-8（2020-11）

紫村和里，濵嶌雅幸，山﨑初夫，中野倫明，山田宗男：「ながらスマホ防止モバイルアプリケーションの評価検証 ー Android Profiler に基づく検証ー」，第 18 回情報学ワークショップ（WiNF2020）, [S-3C] ショートセッション「社会実装」，S-3C-9（2020-11）

澤田理玖 , 濵嶌雅幸 , 中野倫明 , 山田宗男：「ながらスマホ検出システムにおける機種依存性に関する検証」，第 18 回 ITS シンポジウム 2020 講演論文集，対話セッション 1，1-A. ITS 評価分析，1-A-03（2020-12）

丸山緩人 , 濵嶌雅幸 , 山崎初男 , 中野倫明 , 山田宗男：「入力データを結合したながら行動検出を行う CNN の比較検討」，第 18 回 ITS シンポジウム 2020 講演論文集，対話セッション 3，3-A. 観測技術，3-A-06（2020-12）

山本　修身

【その他】

古川湧，山本修身：「確率的逐次添加法によるヒントの少ない数独問題の生成」情報処理学会第 82 回全国大会，2P-02（2020）

古川湧，山本修身：「確率的サンプリングによるヒントの少ない数独問題の生成」電子情報通信学会　学生ポスターセッション，A-046 (2020)

古川湧，山本修身：「メトロポリスサンプラーを用いたヒント数の少ない数独問題の探索」2020 年度人工知能学会全国大会 (第 34 回)，J-13 (2020)

古川湧，山本修身：「メトロポリス法を用いたヒントの少ない数独問題の生成」令和二年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 J3-2 (2020)

古川湧，山本修身：「MCMC による数独パズルのヒントの削減について」第 18 回 情報学ワークショップ 2020, L-1C-3 (2020)

吉川　雅弥

【学術論文】

竹本修 , 柴垣和也 , 野崎佑典 , 吉川雅弥：「小面積・低遅延を指向した NN PUF とその評価」，電気学会論文誌 C, Vol. 140, No. 12, pp. 1297–1306 (2020)

野崎佑典 , 梅田大知 , 竹本修 , 吉川雅弥：「リングオシレータ PUF に対する遺伝的アルゴリズムを用いたハイブリッドモデリング解析とその評価」，電気学

会論文誌 C, Vol. 140, No. 12, pp. 1307–1315 (2020)

Y. Nozaki and M. Yoshikawa: “Authentication method using the variation of power generation time in energy harvester and its evaluation,” Electronics and Communications in Japan, Vol. 103, No. 5–6, pp. 30–40 (2020)

S. Takemoto, Y. Nozaki, and M. Yoshikawa: “Multiple countermeasures on unrolled architecture PRINCE against power analysis and its evaluation,” Electronics and Communications in Japan, Vol. 103, No. 5–6, pp. 41–53 (2020)

野崎佑典 , 柴垣和也 , 竹本修 , 吉川雅弥 :「AI ハードウェアを指向したニューラルネットワーク物理的複製不可能関数とその評価」, 電気学会論文誌 C, Vol. 140, No. 7, pp. 689–696 (2020)

西田奏太 , 野崎佑典 , 吉川雅弥 :「車載向け認証方式でのメッセージ長を削減するカウンタ同期手法とその評価」, 電気学会論文誌 C, Vol. 140, No. 7, pp. 826–834 (2020)

竹本修 , 西田奏太 , 野崎佑典 , 本田晋也 , 倉地亮 , 吉川雅弥 :「SROS2 における認証付き暗号の組込みシステムを指向したセキュア実装とその評価」, 電気学会論文誌 C, Vol. 140, No. 8, pp. 939–948 (2020)

Y. Nozaki, K. Shibagaki, S. Takemoto, and M. Yoshikawa: “AI Hardware Oriented Neural Network Physical Unclonable Function and its Evaluation,” Electronics and Communications in Japan, Vol. 103, No. 11–12, pp. 54–62 (2020)

竹本修，野崎佑典，吉川雅弥 :「アンロールドアーキテクチャ実装した PRINCE の電力解析に対する多重対策手法とその評価」, 電気学会論文誌 C，Vol. 139，No. 12，pp. 1380–1388 (2019)

野崎佑典，吉川雅弥 :「環境発電デバイスの発電時間のばらつきを利用した認証手法とその評価」, 電気学会論文誌 C，Vol. 139，No. 12，pp. 1370–1379 (2019)

【その他】

S. Takemoto, K. Nishida, Y. Nozaki, M. Yoshikawa, S. Honda, and R. Kurachi: “Performance Evaluation of CAESAR Authenticated Encryption on SROS2,” Proceedings of 2nd Artificial Intelligence and Cloud Computing Conference (AICCC 2019), pp. 168−172 (2019)

Y. Nozaki and M. Yoshikawa: “Tamper Resistance Evaluation of TWINE Implemented on 8-bit Microcontroller,” Proceedings of the 3rd International Conference on Software Engineering and Information Management (ICSIM 2020), pp. 226−231 (2020)

野崎佑典 , 吉川雅弥 :「ソフトウェア実装した MLP に対する電力解析の検討」, 第 48 回東海ファジィ研究会予稿集 , No. P1-05, pp. 1–3 (2020)

竹本修 , 野崎佑典 , 吉川雅弥 :「PRINCE の低消費電力耐タンパ実装の検討」, 第 48 回東海ファジィ研究会予稿集 , No. P2-06, pp. 1–3 (2020)

野崎佑典 , 吉川雅弥 :「アンロールドアーキテクチャを利用したグリッチ PUF とその評価」, 電子情報通信学会技術研究報告 , IEICE-DC, Vol. 119, No. 420, pp. 31–36 (2020)

K. Shibagaki, Y. Nozaki, and M. Yoshikawa: “LUT-Network based Physical Unclonable Function and its Evaluation,” Proceedings of 2020 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP’20), pp. 531–534 (2020)

T. Umeda, Y. Nozaki, and M. Yoshikawa: “Hierarchical GA based Modeling Analysis for RO PUF,” Proceedings of 2020 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP’20), pp. 535–538 (2020)

S. Takemoto, Y. Nozaki, and M. Yoshikawa: “A Small Size Oriented Countermeasure against Power Analysis on Low Latency Cryptography Implementation,” Proceedings of 2020 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP’20), pp. 590–593 (2020)

K. Nishida, Y. Nozaki, R. Kurachi, S. Honda, and M. Yoshikawa: “Vulnerability Evaluation of Mobile Robot with Sensors against Malicious Attacks,” Proceedings of 2020 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP’20), pp. 594–597 (2020)

Y. Nozaki and M. Yoshikawa: “Tamper Resistance Evaluation of MLP with Software Implementation against Power Consumption based Model Extraction,” Proceedings of 2020 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP’20), pp. 602–605 (2020)

竹本修 , 野崎佑典 , 吉川雅弥 :「相互情報量解析に対する電力解析攻撃用の多重化対策手法の安全性実装評価」, 令和 2 年電気学会全国大会講演論文集 , No. 3-073, p. 105 (2020)

Y. Nozaki and M. Yoshikawa: “Unrolled PRINCE Cipher based Glitch Physically Unclonable Function,” Proceedings of 3rd International Conference on Information Science and Systems (ICISS 2020), pp. 3–7

(2020)

Y. Nozaki and M. Yoshikawa: “Performance Evaluation of PRINCE based Glitch PUF with Several Selection Parts,” Proceedings of 7th International Conference on Artificial Intelligence and Applications (AIAP-2020), Vol. 10, No. 3, pp. 29–39 (2020)

S. Takemoto, K. Shibagaki, Y. Nozaki, and M. Yoshikawa: “Deep Learning Based Attack for AI Oriented Authentication Module,” Proceedings of the 35th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC 2020), pp. 5–8 (2020)

野崎佑典 , 竹本修 , 池崎良哉 , 吉川雅弥 :「FPGA 向け AI 推論器に対するハードウェアトロイの検討」, 令和 2 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 , G6-1 (2020)

池崎良哉 , 竹本修 , 野崎佑典 , 吉川雅弥 :「軽量暗号の高位合成に関する基礎検討」, 令和 2 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 , G6-2 (2020)

水谷文紀 , 野崎佑典 , 吉川雅弥 :「活性化関数の違いによるタイミング攻撃の有効性の評価」, 令和 2 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 , G6-3 (2020)

竹本修 , 池崎良哉 , 野崎佑典 , 吉川雅弥 :「NN PUF に対する最適ハイパーパラメータ下での機械学習攻撃」, 令和 2 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 , G6-4 (2020)

野崎佑典 , 竹本修 , 池崎良哉 , 吉川雅弥 :「Virtex-7 上に実装した PRINCE をベースとしたグリッチ PUF の評価」, 2020 年度電気・情報関係学会北陸支部連合大会講演論文集 , E3-3 (2020)

竹本修 , 池崎良哉 , 野崎佑典 , 吉川雅弥 :「セキュア実装の軽量暗号をターゲットとしたハードウェアトロイの検討」, 2020 年度電気・情報関係学会北陸支部連合大会講演論文集 , E4-4 (2020)

野崎佑典 , 竹本修 , 池崎良哉 , 吉川雅弥 :「AI 推論器の LUT 構造に着目したハードウェアトロイ」, 電子情報通信学会技術研究報告 , IEICE-HWS, Vol. 120, No. 211, pp. 65–70 (2020)

竹本修 , 池崎良哉 , 野崎佑典 , 吉川雅弥 :「低遅延実装の対策回路を指向したハードウェアトロイ挿入とその評価」, 電子情報通信学会技術研究報告 , IEICE-HWS, Vol. 120, No. 211, pp. 71–76 (2020)

Y. Nozaki, S. Takemoto, Y. Ikezaki, and M. Yoshikawa: “LUT oriented Hardware Trojan for FPGA based AI Module,” Proceedings of 6th IEEE International Conference on Applied System Innovation (ICASI 2020) (2020) (to appear)

S. Takemoto, Y. Ikezaki, Y. Nozaki, and M. Yoshikawa: “Hardware Trojan Focusing on Plaintext in Power Analysis Attacks,” Proceedings of 6th IEEE International Conference on Applied System Innovation (ICASI 2020) (2020) (to appear)

F. Mizutani, Y. Nozaki, and M. Yoshikawa, “Security evaluation of timing attacks based on CNN complexity,” Proceedings of 6th IEEE International Conference on Applied System Innovation (ICASI 2020) (2020) (to appear)

旭　健作

【学術論文】

鈴木千文 , 坂野秀樹 , 旭健作 , 森勢将雅 :「ビブラート歌唱における主観的再現度と基本周波数の変動量を反映するビブラート特徴量歪みとの関係の調査」, 電気学会論文誌 C, Vol.140, No.6, pp.651-663 (2020)

【その他】

後藤康泰，坂野秀樹，旭健作 :「3D プリンタによる声道モデルの音響特性の計測実験に対する FDTD 法を用いた検証」, 日本音響学会 2020 年春季研究発表会講演論文集，CD-ROM, 1-P-31, p. 39 (2020)

鈴木千文，坂野秀樹，旭健作，森勢将雅 :「ビブラート歌唱音声におけるスペクトル変動消失音声の作成方法とその自然性の関係の調査」, 日本音響学会 2020 年春季研究発表会講演論文集，CD-ROM, 2-Q-38, p. 106 (2020)

後藤康泰，坂野秀樹，旭健作 :「3D プリンタによる声道モデルの音響特性と 1 次元・3 次元の FDTD 法による伝達関数の比較検証」, 令和 2 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, G1-2 (2020)

石神秀樹，野々山遼，坂野秀樹，旭健作 :「ニューラルネットワークに基づく道路環境音を用いた接近車両検出手法に関する基礎的検討」, 令和 2 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, J5-3 (2020)

神谷知孝，坂野秀樹，旭健作 :「レーザ光を用いたソフトウェア無線による可視光通信に関する基礎的検討」, 令和 2 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, J6-3 (2020)

後藤康泰，坂野秀樹，旭健作 :「3D プリンタによる声道モデルの音響特性の計測実験に対する 3 次元

FDTD 法を用いた検証」, 日本音響学会 2020 年秋季研究発表会講演論文集, CD-ROM, 3-W1-3, p. 100 (2020)

宇佐見　庄五

【その他】

吉田真菜，宇佐見庄五，臼田毅 :「新量子暗号プロトコル KCQ への低レート多元符号の応用とその漸近特性」, 第 17 回情報学ワークショップ， P220 (2019)

高橋祐斗，石川恵大，宇佐見庄五，臼田毅 :「非直交量子状態を用いたゴーストイメージングの評価方法について」，第 17 回情報学ワークショップ， P238 (2019)

吉田真菜，宇佐見庄五，臼田毅 :「最良の多元符号を用いた KCQ プロトコルの漸近的性能の評価」，第 42 回情報理論とその応用シンポジウム， pp.129-134(2019)

矢田壮平，佐藤圭介，高比良宗一，宇佐見庄五，臼田毅 :「非対称量子信号を対称化する符号の新たなクラス」，第 42 回情報理論とその応用シンポジウム , pp.301-305(2019)

高橋祐斗，石川恵大，宇佐見庄五，臼田毅 : 非直交量子状態を用いたゴーストイメージングの Visibility による性能評価」，第 42 回情報理論とその応用シンポジウム， pp.322-322(2019)

足立侑真, 高橋祐斗, 宇佐見庄五, 臼田毅:「N 量子ビットテレポーテーションに対する種々の量子誤りの影響」，令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会， J4-7 (2020)

Y. Takahashi, K. Ishikawa, S. Usami and T. S. Usuda: “Performance Evaluation of Ghost Imaging with Orthogonal/Non-orthogonal Quantum States in Terms of Image Quality,” 2020 International Symposium on Information Theory and Its Applications (ISITA2020) , pp. 111-115 (2020)

川澄　未来子

【学術論文】

川澄未来子 , 黄峻 :「タイ向け自動車フロントグリルの 3DCG デザインに対する感性評価」, 感性工学会論文誌 , J-STAGE 早期公開 TJSKE-D-20-00032 (2020)

【その他】

今井大飛夢 , 塚田敏彦 , 川澄未来子 , 赤尾美佳 , 宮川博充 :「名古屋コーチン卵の画像による評価技術の開発 ― 白斑点評価に関する解析性能向上 ―」, ViEW2020 ビジョン技術の実利用化ワークショップ , pp. 158-160 (2020)

川澄未来子 , 塚田敏彦 , 赤尾美佳 , 宮川博充 :「名古屋コーチン卵の画像による評価技術の開発 ― 卵殻色の魅力分析 ―」, ViEW2020 ビジョン技術の実利用化ワークショップ , pp. 374-376 (2020)

川澄未来子 :「感性工学を活かした自動車内装の色彩・質感デザイン」, 車載テクノロジー , Vol. 8, No. 3, pp. 29-37 (2020)

小中　英嗣

【学術論文】

平岩星哉 , 小中英嗣 :「定量的実力評価指標に基づく全国高等学校ラグビーフットボール大会出場校数割当の設計」，電気学会論文誌 C, Vol. 139, No. 12, pp. 1415–1419 (2019)

小中英嗣 :「大相撲における力士の実力の定量的評価指標の提案」電子情報通信学会論文誌 A, Vol.J103-A, No. 2, pp. 55–65 (2020)

小中英嗣 :「オープンデータを利用したスポーツ選手・チームの定量的実力評価」電子情報通信学会誌 , Vol. 103, No. 6, pp. 571–578 (2020)

【その他】

小中英嗣 :「World Rugby Rankings と試合間隔に基づくラグビーワールドカップ 2019 展望」，計測自動制御学会　システム・情報部門学術講演会 2019 講演論文集 , pp. SS01–12 (2019)

小中英嗣 :「2021 年サッカー J1 リーグ降格ボーダーライン予測」，計測自動制御学会　第 67 回離散事象システム研究会講演論文集 , pp. 1–6 (2020)

坂野 秀樹

【学術論文】

鈴木千文 , 坂野秀樹 , 旭健作 , 森勢将雅 :「ビブラート歌唱における主観的再現度と基本周波数の変動量を反映するビブラート特徴量歪みとの関係の調査」, 電気学会論文誌 C, Vol.140, No.6, pp.651-663 (2020)

【その他】

後藤康泰，坂野秀樹，旭健作 :「3D プリンタによる声道モデルの音響特性の計測実験に対する FDTD 法を用いた検証」, 日本音響学会 2020 年春季研究発表会講演論文集，CD-ROM, 1-P-31, p. 39 (2020)

鈴木千文，坂野秀樹，旭健作，森勢将雅 :「ビブラート歌唱音声におけるスペクトル変動消失音声の作成方法とその自然性の関係の調査」, 日本音響学会 2020 年春季研究発表会講演論文集，CD-ROM, 2-Q-38, p. 106 (2020)

後藤康泰，坂野秀樹，旭健作：「3D プリンタによる声道モデルの音響特性と 1 次元・3 次元の FDTD 法による伝達関数の比較検証」, 令和 2 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, G1-2 (2020)

石神秀樹，野々山遼，坂野秀樹，旭健作：「ニューラルネットワークに基づく道路環境音を用いた接近車両検出手法に関する基礎的検討」, 令和 2 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, J5-3 (2020)

神谷知孝，坂野秀樹，旭健作：「レーザ光を用いたソフトウェア無線による可視光通信に関する基礎的検討」, 令和 2 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, J6-3 (2020)

後藤康泰，坂野秀樹，旭健作：「3D プリンタによる声道モデルの音響特性の計測実験に対する 3 次元 FDTD 法を用いた検証」, 日本音響学会 2020 年秋季研究発表会講演論文集，CD-ROM, 3-W1-3, p. 100 (2020)

野崎　佑典

【学術論文】

竹本修 , 柴垣和也 , 野崎佑典 , 吉川雅弥：「小面積・低遅延を指向した NN PUF とその評価」，電気学会論文誌 C, Vol. 140, No. 12, pp. 1297–1306 (2020)

野崎佑典 , 梅田大知 , 竹本修 , 吉川雅弥：「リングオシレータ PUF に対する遺伝的アルゴリズムを用いたハイブリッドモデリング解析とその評価」，電気学会論文誌 C, Vol. 140, No. 12, pp. 1307–1315 (2020)

Y. Nozaki and M. Yoshikawa: “Authentication method using the variation of power generation time in energy harvester and its evaluation,” Electronics and Communications in Japan, Vol. 103, No. 5–6, pp. 30–40 (2020)

S. Takemoto, Y. Nozaki, and M. Yoshikawa: “Multiple countermeasures on unrolled architecture PRINCE against power analysis and its evaluation,” Electronics and Communications in Japan, Vol. 103, No. 5–6, pp. 41–53 (2020)

野崎佑典 , 柴垣和也 , 竹本修 , 吉川雅弥：「AI ハードウェアを指向したニューラルネットワーク物理的複製不可能関数とその評価」，電気学会論文誌 C, Vol. 140, No. 7, pp. 689–696 (2020)

西田奏太 , 野崎佑典 , 吉川雅弥：「車載向け認証方式でのメッセージ長を削減するカウンタ同期手法とその評価」，電気学会論文誌 C, Vol. 140, No. 7, pp. 826–834 (2020)

竹本修 , 西田奏太 , 野崎佑典 , 本田晋也 , 倉地亮 , 吉川雅弥：「SROS2 における認証付き暗号の組込みシステムを指向したセキュア実装とその評価」，電気学会論文誌 C, Vol. 140, No. 8, pp. 939–948 (2020)

Y. Nozaki, K. Shibagaki, S. Takemoto, and M. Yoshikawa: “AI Hardware Oriented Neural Network Physical Unclonable Function and its Evaluation,” Electronics and Communications in Japan, Vol. 103, No. 11–12, pp. 54–62 (2020)

【その他】

Y. Nozaki and M. Yoshikawa: “Tamper Resistance Evaluation of TWINE Implemented on 8-bit Microcontroller,” Proceedings of the 3rd International Conference on Software Engineering and Information Management (ICSIM 2020), pp. 226−231 (2020)

野崎佑典 , 吉川雅弥：「ソフトウェア実装した MLP に対する電力解析の検討」，第 48 回東海ファジィ研究会予稿集 , No. P1-05, pp. 1–3 (2020)

竹本修 , 野崎佑典 , 吉川雅弥：「PRINCE の低消費電力耐タンパ実装の検討」，第 48 回東海ファジィ研究会予稿集 , No. P2-06, pp. 1–3 (2020)

野崎佑典 , 吉川雅弥：「アンロールドアーキテクチャを利用したグリッチ PUF とその評価」，電子情報通信学会技術研究報告 , IEICE-DC, Vol. 119, No. 420, pp. 31–36 (2020)

K. Shibagaki, Y. Nozaki, and M. Yoshikawa: “LUT-Network based Physical Unclonable Function and its Evaluation,” Proceedings of 2020 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP’20), pp. 531–534 (2020)

T. Umeda, Y. Nozaki, and M. Yoshikawa: “Hierarchical GA based Modeling Analysis for RO PUF,” Proceedings of 2020 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP’20), pp. 535–538 (2020)

S. Takemoto, Y. Nozaki, and M. Yoshikawa: “A Small Size Oriented Countermeasure against Power Analysis on Low Latency Cryptography Implementation,” Proceedings of 2020 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP’20), pp. 590–593 (2020)

K. Nishida, Y. Nozaki, R. Kurachi, S. Honda, and M. Yoshikawa: “Vulnerability Evaluation of Mobile Robot with Sensors against Malicious Attacks,” Proceedings of 2020 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP’20), pp.

594–597 (2020)

Y. Nozaki and M. Yoshikawa: “Tamper Resistance Evaluation of MLP with Software Implementation against Power Consumption based Model Extraction,” Proceedings of 2020 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP’20), pp. 602–605 (2020)

竹本修 , 野崎佑典 , 吉川雅弥 :「相互情報量解析に対する電力解析攻撃用の多重化対策手法の安全性実装評価」, 令和 2 年電気学会全国大会講演論文集 , No. 3-073, p. 105 (2020)

Y. Nozaki and M. Yoshikawa: “Unrolled PRINCE Cipher based Glitch Physically Unclonable Function,” Proceedings of 3rd International Conference on Information Science and Systems (ICISS 2020), pp. 3–7 (2020)

Y. Nozaki and M. Yoshikawa: “Performance Evaluation of PRINCE based Glitch PUF with Several Selection Parts,” Proceedings of 7th International Conference on Artificial Intelligence and Applications (AIAP-2020), Vol. 10, No. 3, pp. 29–39 (2020)

S. Takemoto, K. Shibagaki, Y. Nozaki, and M. Yoshikawa: “Deep Learning Based Attack for AI Oriented Authentication Module,” Proceedings of the 35th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC 2020), pp. 5–8 (2020)

野崎佑典 , 竹本修 , 池崎良哉 , 吉川雅弥 :「FPGA 向け AI 推論器に対するハードウェアトロイの検討」, 令和 2 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 , G6-1 (2020)

池崎良哉 , 竹本修 , 野崎佑典 , 吉川雅弥 :「軽量暗号の高位合成に関する基礎検討」, 令和 2 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 , G6-2 (2020)

水谷文紀 , 野崎佑典 , 吉川雅弥 :「活性化関数の違いによるタイミング攻撃の有効性の評価」, 令和 2 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 , G6-3 (2020)

竹本修 , 池崎良哉 , 野崎佑典 , 吉川雅弥 :「NN PUF に対する最適ハイパーパラメータ下での機械学習攻撃」, 令和 2 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 , G6-4 (2020)

野崎佑典 , 竹本修 , 池崎良哉 , 吉川雅弥 :「Virtex-7 上に実装した PRINCE をベースとしたグリッチ PUF の評価」, 2020 年度電気・情報関係学会北陸支部連合大会講演論文集 , E3-3 (2020)

竹本修 , 池崎良哉 , 野崎佑典 , 吉川雅弥 :「セキュア実装の軽量暗号をターゲットとしたハードウェアトロイの検討」, 2020 年度電気・情報関係学会北陸支部連合大会講演論文集 , E4-4 (2020)

野崎佑典 , 竹本修 , 池崎良哉 , 吉川雅弥 :「AI 推論器の LUT 構造に着目したハードウェアトロイ」, 電子情報通信学会技術研究報告 , IEICE-HWS, Vol. 120, No. 211, pp. 65–70 (2020)

竹本修 , 池崎良哉 , 野崎佑典 , 吉川雅弥 :「低遅延実装の対策回路を指向したハードウェアトロイ挿入とその評価」, 電子情報通信学会技術研究報告 , IEICE-HWS, Vol. 120, No. 211, pp. 71–76 (2020)

Y. Nozaki, S. Takemoto, Y. Ikezaki, and M. Yoshikawa: “LUT oriented Hardware Trojan for FPGA based AI Module,” Proceedings of 6th IEEE International Conference on Applied System Innovation (ICASI 2020) (2020) (to appear)

S. Takemoto, Y. Ikezaki, Y. Nozaki, and M. Yoshikawa: “Hardware Trojan Focusing on Plaintext in Power Analysis Attacks,” Proceedings of 6th IEEE International Conference on Applied System Innovation (ICASI 2020) (2020) (to appear)

F. Mizutani, Y. Nozaki, and M. Yoshikawa, “Security evaluation of timing attacks based on CNN complexity,” Proceedings of 6th IEEE International Conference on Applied System Innovation (ICASI 2020) (2020) (to appear)

電気電子工学科

伊藤　昌文

【学術論文】

Vladislav Gamaleev, Naoyuki Iwata, Ginji Ito, Masaru Hori, Mineo Hiramatsu, Masafumi Ito: “Scalable treatment of flowing organic liquids using ambient-air glow discharge for agricultural applications”, Japanese Journal of Applied Physics, Applied Science 10, 801 (2020). 査読有

Vladislav Gamaleev, Naoyuki Iwata, Mineo Hiramatsu, Masafumi Ito : “Tuning of operational parameters for effective production of nitric oxide using ambient air rotating glow discharge jet”, Japanese Journal of Applied Physics, 59, SHHF04 (2020). 査読有

Shou Ito, Kiyota Sakai, Vladislav Gamaleev, Masafumi Ito, Masaru Hori, Masashi Kato and Motoyuki Shimizu: “Oxygen radical based on non-thermal atmospheric pressure plasma alleviates lignin-derived phenolic toxicity in yeast”, Biotechnol. Biofuels, 13, 18 (2020). 査読有

Yuta Tanaka, Jun‐Seok Oh, Hiroshi Hashizume, Takayuki Ohta, Masashi Kato, Masaru Hori, Masafumi Ito: “Atomic oxygen radical‐induced intracellular oxidization of mould spore cells”, Plasma Process Polym,, . e2000001(2020). 査読有

【その他】(国際会議)

(Plenary) Masafumi Ito, Naoyuki Iwata, Vladislav Gamaleev, Motoyuki Shimizu, Masashi Kato, and Masaru Hori: “Agricultural and biorefinery applications using atmospheric-pressure plasmas, 1st International Symposium on Applied Plasma Science and Engineering for Agro and Bio Industry together with The 6th Workshop on Applied Plasma and Engineering (APSE2020), Chiang Mai, Thailand, January 31, 2020. p. 11.

Nozomi Iio, Naoyuki Iwata, Toshiyuki Kawasaki, Masaru Hori, Masafumi Ito: “Transportation mechanism of ROS in liquid irradiated by atmospheric-pressure oxygen-radical source”, Taiwan-Japan Joint Workshop of 10th WEEEA, 10th IWNC and 12th IWPBST, Nagoya, Japan, 2020. 1. 12-18.

Ginji Ito, Naoyuki Iwata, Hiroshi Hashizume, Masaru Hori, Masafumi Ito: “Plant growth promotion using radical-treated phenylalanine solution”, Taiwan-Japan Joint Workshop of 10th WEEEA, 10th IWNC and 12th IWPBST, Nagoya, Japan, 2020. (1. 12-18).

Shoma Ito, Naoyuki Iwata , Masaru Hori, Masafumi Ito: “Effect of reactive oxygen species on biological disinfection in radical- activated water”, Taiwan-Japan Joint Workshop of 10th WEEEA, 10th IWNC and 12th IWPBST, Nagoya, Japan, 2020. (1. 12-18).

Takahiro Deguchi, Naoyuki Iwata, Gamaleev Vladislav, Hiroshi Hashizume, Motoyuki Shimizu, Masashi Kato, Masaru Hori,　Masafumi Ito: “Inactivation of *Fusarium oxysporum* using glow plasma-activated Phenylalanine”, Taiwan-Japan Joint Workshop of 10th WEEEA, 10th IWNC and 12th IWPBST, Nagoya, Japan, 2020. (1. 12-18).

Yuki Hori, Tomiyasu Murata, Masaru Hori, Masafumi Ito: “Selective anti-cell proliferation effect of nitrogen-oxygen-radical-activated lactate ringer’s solution”, Taiwan-Japan Joint Workshop of 10th WEEEA, 10th IWNC and 12th IWPBST, Nagoya, Japan, 2020. (1. 12-18).

Naoyuki Iwata, Takahiro deguchi, Ginji Ito, Vladislav Gamaleev, Hiroshi Hashizume, Masaru Hori, Masafumi Ito: “Enhancement of Bactericidal Efficacy in Phenylalanine Solution using Low-current Arc Discharge”, 12th anniversary International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlsma2020) 13th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (IC-PLANTS2020), 08pE02O, Nagoya, Japan, 2020.3.8-11.

Naoyuki Iwata, Yuki Hori, Vladislav Gamaleev, Jun-Seok Oh, Tomiyasu Murata, Kenji Ishikawa, Masaru Hori, Masafumi Ito: “Proliferation promotion of fibroblast cells using atmospheric-pressure radical source”, The 73rd Annual Gaseous Electronics Conference（GEC2020), KT4.00005, Online, (2020-10-7).

Naoyuki Iwata, Yutaka Kume, Nozomi Iio, Kenji Ishikawa, Masafumi Ito, Masaru Hori: “EFFECT OF RADICAL-ACTIVATED L-PHENYLALANINE SOLUTION ON SUPPORTED LIPID BILAYER”, 47th IEEE International Conference on Plasma Sciences (ICOPS2020), TAS-SS013, Online, 2020.12.9.

Naoyuki Iwata, Kenji Ishikawa, Hiroshi Hashizume, Jun-Seok Oh, Masafumi Ito, Masaru Hori: “Bactericidal

Effect of Oxygen-radical Irradiation to E. coli Suspension with L-tryptophan", 30th Material Research Society of Japan (MRS-J), K-O10-009, Online, 2020.12.10.

(Invited) Masafumi Ito, Naoyuki Iwata, Hiroshi Hashizume, Jun-Seok Oh, Masaru Hori: "Plasma-activated Amino-acid Solution for Hydroponic Application", Masafumi Ito, Naoyuki Iwata, Hiroshi Hashizume, Jun-Seok Oh, Masaru Hori: 30th Material Research Society of Japan (MRS-J), K-I11-004, Online, 2020.12.10.

Naoyuki Iwata, Takahiro deguchi, Ginji Ito, Vladislav Gamaleev, Hiroshi Hashizume, Masaru Hori, Masafumi Ito: "Enhancement of Bactericidal Efficacy in Phenylalanine Solution using Low-current Arc Discharge", 12th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlsma2020) 13th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (IC-PLANTS2020), 11P4-12, Nagoya, Japan, 2020.3.8-11.

Kazuma Ogawa, Takahito Mizuno, Kaede Hashimoto, Tomiyasu Murata, Masaru Hori, Masafumi Ito: "Selective anti-cell proliferation effect of radical-activataed medium", 12th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlsma2020) 13th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (IC-PLANTS2020), 11P4-16, Nagoya, Japan, 2020.3.8-11.

Nozomi Iio, Ryugo Tero, Masaru Hori, Masafumi Ito: "Effects of Fenton reaction and pH on fluidity of supported lipid bilayer" 12th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlsma2020) 13th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (IC-PLANTS2020), 11P4-14, Nagoya, Japan, 2020.3.8-11.

Ginji Ito, Naoyuki Iwata, Hiroshi Hashizume, Masaru Hori, Masafumi Ito : "Plant-growth promotion using radical-activated tyrosine solution", 12th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlsma2020) 13th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (IC-PLANTS2020),11P4-15, Nagoya, Japan, 2020.3.8-11.

Shoma Ito, Naoyuki Iwata, Masaru Hori, Masafumi Ito: "Contribution of reactive oxygen species to bactericidal efficacy of radical-activated water", 12th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlsma2020) 13th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (IC-PLANTS2020),11P4-43 Nagoya, Japan, 2020.3.8-11.

Takahiro Deguchi, Naoyuki Iwata, Vladislav Gamaleev, Hiroshi Hashizume, Motoyuki Shimizu, Masashi Kato, Masaru Hori, Masafumi Ito: "Inactivation of *Fusarium oxysporum* using glow plasma-activated Phenylalanine", 12th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlsma2020) 13th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (IC-PLANTS2020), Nagoya, Japan, 2020.3.8-11.

Yuki Hori, Tomiyasu Murata, Masaru Hori, Masafumi Ito: "Effect of lactate activated with nitrogen and oxygen radicals in inactivation of melanoma cells", 12th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials (ISPlsma2020) 13th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (IC-PLANTS2020),11P4-13, Nagoya, Japan, 2020.3.8-11.

Ginji Ito, Naoyuki Iwata, Hiroshi Hashizume, Masaru Hori, Masafumi Ito: "Plant growth promotion using radical-activated L-alanine solution", The 73rd Annual Gaseous Electronics Conference（GEC2020),RW3.00009, (2020-10-7).

Yuki Hori, Tomiyasu Murata, Hiromasa Tanaka, Masaru Hori, Masafumi Ito: "Apoptosis-inducing activity through caspase pathway in melanoma cells treated by radical-activated lactate Ringer's solution", The 73rd Annual Gaseous Electronics Conference（GEC2020),RW3.00010, (2020-10-7).

Masafumi Ito, Takuya Goto, Motoyuki Shimizu, Masashi Kato, Hiroshi Hashizume, Masaru Hori: "PROMOTION OF AMYLASE PRODUCTIONS FROM ASPERGILLUS ORYZAE SPORES EXPOSED TO OXYGEN RADICALS", 47th IEEE International Conference on Plasma Sciences (ICOPS2020), TA5-S5-006, Online, 2020.12.8.

【その他】(国内学会)

（招待講演）伊藤昌文，太田貴之，熊谷慎也：「プラズマとバイオ試料との相互作用解析手法の開発」，名古屋大学共同利用・共同研究拠点　低温プラズマ科学研究センターバイオシステム科学部門研究会（プラズマバイオコンソーシアム 2020 年度名古屋拠点研究会）, 名古屋大学 + ウェブ会議 , 2020 年 9 月 7 日 .

（招待講演）伊藤昌文，太田貴之，熊谷慎也：「ラジカ

ル照射アミノ酸溶液による植物の成長促進」，第 1 回低温プラズマ科学研究センター（cLPS）公開シンポジウム , ウェブ会 ,2020 年 12 月 17 日 .

（招待講演）伊藤昌文 :「低温プラズマのバイオ分野への応用」，日本薬学会　東海支部　特別講演会 , ウェブ会議，2020 年 12 月 21 日 .

岩田直幸 , 伊藤銀二 , 橋爪博司 , 呉準席 , 堀勝 , 伊藤昌文 :「ラジカル活性フェニルアラニンを用いた殺菌でのベンゼ ン環の重要性」，第 67 回応用物理学会春季学術講演会 , 東京 上智大学 , 2020 年 3 月 12-15 日 .

小川和馬 , 堀侑己 , 田中美紀 , 村田富保 , 田中宏昌 , 堀勝 , 伊藤昌文 :「メラノーマ細胞に対するラジカル活性培養液のストレス 応答 MAPK 活性誘導」, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会 , 東京 上智大学 , 2020 年 3 月 12-15 日 .

飯尾望 , 岩田直幸 , 川崎敏之 , 堀勝 , 伊藤昌文 :「大気圧酸素ラジカル源によって照射された液中における活性種の輸送経路」, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会 , 東京 上智大学 , 2020 年 3 月 12-15 日 .

伊藤銀二 , 岩田直幸 , 橋爪博司 , 堀勝 , 伊藤昌文 :「ラジカル活性リン酸緩衝液による植物成長促進」, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会 , 東京 上智大学 ,11P4-15, 2020 年 3 月 12-15 日 .

出口貴大 , 岩田直幸 , ウラディス ガマ リェエフ , 橋爪博司 , 志水元亨 , 加藤雅士 , 堀勝 , 伊藤昌文 :「環境大気グロープラズマ活性化フェニルアラニンを使用した *Fusarium oxysporum* の不活性化」, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会 , 東京 上智大学 , 2020 年 3 月 12-15 日 .

堀侑己 , 村田富保 , 田中宏昌 , 堀勝 , 伊藤昌文 :「酸化窒素ラジカル活性乳酸リンゲル液のメラノーマ細胞に対する選択的不活性効果」, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会 , 東京 上智大学 , 2020 年 3 月 12-15 日 .

岩田直幸 , 伊藤銀二 , 橋爪博司 , 石川健治 , 伊藤昌文 , 堀勝 :「ラジカル活性アミノ酸溶液の植物成長促進効果の分析」, 第 81 回 応用物理学会秋季学術講演回 ,8p-Z07-12, Online, 2020 年 9 月 8-11 日 .

伊藤銀二，岩田直幸，橋爪博司，堀勝，伊藤昌文 :「ラジカル活性アミノ酸溶液を用いた植物成長促進のベンゼン環の重要性」, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 ,8p-Z07-13, WEB, 2020 年 9 月 8-11 日 .

堀侑己 , 村田富保 , 田中宏昌 , 堀勝 , 伊藤昌文伊藤銀二, 岩田直幸，橋爪博司，堀勝，伊藤昌文 :「ラジカル活性乳酸リンゲル液で処理されたメラノーマ細胞におけるカスパーゼ依存性アポトーシス」, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 ,8p-Z07-6, WEB, 2020 年 9 月 8-11 日 .

熊谷　慎也

【学術論文】

熊谷慎也，小林未明，清水鉄司 , 佐々木実 :「一細胞に非熱平衡プラズマを照射する Plasma-on-Chip デバイス：誘電体バリア放電方式による動作特性の改善」，電気学会論文誌 C, Vol. 140, No. 4, pp. 452-456 (2020)

S. Kumagai, M. Kobayashi, T. Shimizu, M. Sasaki: “Plasma-on-Chip: device for non-thermal atmospheric pressure plasma irradiation to single cells,” Electron Comm Jpn., pp. 1-6 (2020)

M. Okamoto, T. Hatagaki, S. Kumagai, M. Sasaki:” Structure-Based Huge Hard-Spring Torsional Resonator Coupled with Thermal Bending for Infrared Sensor”, IEEJ Transactions on Sensors and Michromachines, Vol. 140, No. 9, pp. 240-245, (2020)

【その他】

T. Kitazaki, S. Kumagai:”Measurement of Time Evolution of Fluorescent Reagent Introduction Rate into Cells towards Highly Efficient Plasma Gene Transfection”, ISPlasma2020/IC-PLANTS2020 March 8 - 11, 2020 Nagoya, Japan

T. Kitazaki, S. Kumagai, “Evaluation of plasma-induced micropores on cell membrane for effective gene transfection”, 2020 年 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会

M. Kobayashi, K. Tomoda, M. Asahi, S. Kumagai:” Effects of non-thermal atmospheric pressure plasma on iPS cell differentiation”, 2020 年 第 67 回応用物理学会春季学術講演会

児玉　哲司

【学術論文】

T. Kodama, T. Kawasaki, T. Ikuta: "Properties of electrostatic correcting systems with annular apertures." Microscopy, Vol. 68, No. 6, pp. 457-466 (2019).

【その他】

K. Harada, Y. Takahashi, T. Akashi, T. Kodama, Y. A. Ono, and S. Mori :「Double Slit Electron Wave Experiment with Phase Modulation」，日本電子顕微鏡学会第 76 回学術講演会発表要旨集，2pmD_I4-13 (2020)

中島右裕，児玉哲司，原田研，森茂生，高橋由夫，明

石哲也：「電子計数画像の点分布の空間パターン解析」，日本電子顕微鏡学会第 76 回学術講演会発表要旨集，P-I-24 (2020)

中島右裕，児玉哲司，明石哲也，高橋由夫，森茂生，原田研：「電子計数画像の点分布の空間パターン」，令和 2 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，E3-6 (2020)

中島右裕，児玉哲司，明石哲也，高橋由夫，森茂生，原田研：「電子計数画像の点分布の空間パターン解析の試み」，日本電子顕微鏡学会第 63 回シンポジウム　発表要旨集，1P104 (2020)

中條　渉

【学術論文】

Y. Noma, K. Murakami, T. Kato, and W. Chujo, " Increasing symbol rate by ensemble averaging with dual camera in rolling-shutter optical camera communication," IEICE Communications Express, vol.9, no.7, pp.300-305 (2020)

T. Tanemura and W. Chujo, " Increasing symbol rate by symbol decision based on spatial luminance distribution for rolling-shutter optical camera communication," IEICE Communications Express, vol.9, no.12, pp.636-641 (2020)

【その他】

市村陸，中條渉 ,「空間 ISI を考慮した適応閾値処理による空間分割多重 OCC」, 2020 年電子情報通信学会総合大会 , A-9-19 (2020)

種村太希，中條渉 ,「ローリングシャッター可視光通信の露光時間と SER の関係」, 2020 年電子情報通信学会総合大会 , A-9-20 (2020)

川出有紗，市村陸，中條渉，小林健太郎「空間分割多重によるイメージセンサ可視光通信アップリンク」，令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 , J6-4 (2020)

Y. Noma and W. Chujo: “Line-of-sight distance extension of rolling-shutter OCC using dual-camera spatial luminance distribution,” IEEE Globecom Workshops 2020, Taipei, Taiwan (2020)

都竹　愛一郎

【その他】

岩月駿弥，沢井淳志，荒川貴洸，都竹愛一郎：「電波時計の時刻校正に関する研究」，映像情報メディア学会放送技術研究会，BCT2020-31 pp.1-4 (2020)

荒川貴洸，沢井淳志，岩月駿弥，都竹愛一郎：「標準電波ＪＪＹの周波数の安定度に関する研究」，映像情報メディア学会放送技術研究会，BCT2020-32 pp.5-8 (2020)

沢井淳志，藪本浩，都竹愛一郎：「FDTD 法を用いた地上デジタル放送波の伝搬解析」，映像情報メディア学会放送技術研究会，BCT2020-33 pp.9-12 (2020)

平松　美根男

【著書】

平松美根男：「カーボン系薄膜・構造体」,『2020 版薄膜作製応用ハンドブック』（權田俊一監修）, 2 編 3 章 2 節 3 項 , (株) エヌ・ティー・エス (2020)

【学術論文】

Vladislav Gamaleev, Naoyuki Iwata, Ginji Ito, Masaru Hori, Mineo Hiramatsu, Masafumi Ito: “Scalable Treatment of Flowing Organic Liquids Using Ambient-Air Glow Discharge for Agricultural Applications”, Applied Sciences 2020 (MDPI), Vol. 10, 801 (15 pages) (2020), doi.org/10.3390/app10030801

Tomonori Ichikawa, Naohiro Shimizu, Kenji Ishikawa, Mineo Hiramatsu, Masaru Hori: “Synthesis of isolated carbon nanowalls via high-voltage nanosecond pulses in conjunction with CH4/H2 plasma enhanced chemical vapor deposition”, Carbon, Vol. 161, 403-12 (2020) doi.org/10.1016/j.carbon.2020.01.064

Vladislav Gamaleev, Naoyuki Iwata, Mineo Hiramatsu, Masafumi Ito: “Tuning of operational parameters for effective production of nitric oxide using an ambient air rotating glow discharge jet”, Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 59, SHHF04 (7 pages) (2020), doi.org/10.35848/1347-4065/ab72c9

Vladislav Gamaleev, Takayoshi Tsutsumi, Mineo Hiramatsu, Masafumi Ito, Masaru Hori: “Generation and Diagnostics of Ambient Air Glow Discharge in Centimeter-Order Gaps”, IEEE Access, Vol. 8, 72607- 72619 (2020), doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988091

Atsushi Ando, Kenji Ishikawa, Keigo Takeda, Takayuki Ohta, Masafumi Ito, Mineo Hiramatsu, Hiroki Kondo, Makoto Sekine, Masaru Hori: “In-Liquid Plasma Synthesis of Nanographene with a Mixture of Methanol and 1-Butanol”, ChemNanoMat, Vol. 6, 604-609 (2020), https://doi.org/10.1002/cnma.201900676

【その他】

(Invited) Mineo Hiramatsu Keigo Takeda, Hiroki Kondo, Masaru Hori: “3D Graphene Network: Synthesis and Applications”, 2nd Global Conference on Carbon Nanotubes and Graphene Technologies (Graphene

Technology-2020), Holiday Inn Lisbon - Continental, Lisbon, Portugal (2020-2)

(Invited) Mineo Hiramatsu Keigo Takeda, Hiroki Kondo, Masaru Hori: “Vertical Graphene Network: Plasma Synthesis and Emerging Applications”, EuroSciCon Conference on Advanced Nanotechnology (Advanced Nanotechnology 2020), Hotel-Park Plaza Amsterdam Airport, Amsterdam, Netherlands (2020-2)

Keigo Takeda, Takumi Sato, Mineo Hiramatsu: “Control of Wall Interspaces of CVD-grown Carbon Nanowalls by Solution Posttreatment”, 12th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials /13th International Conference on Plasma-Nano Technology and Science (ISPlasma 2020/IC-PLANTS 2020), Nagoya University, Nagoya, 10P3-06 (2020-3)

酒井流星，近藤博基，石川健治，清水尚博，太田貴之，平松美根男，堀勝：「表面支援レーザー脱離 / イオン化質量分析法に向けたカーボンナノウォールの壁間隔依存性」, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 , 9p-Z21-4 (2020-9) (オンライン開催)

尾崎敦士，近藤博基，石川健治，堤隆嘉，平松美根男，関根誠，堀勝：「カーボンナノウォールの局所電気伝導特性の解明」，第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 , 9p-Z21-5 (2020-9) (オンライン開催)

Keigo Takeda, Motoaki Ishikawa, Mineo Hitamatsu, Hiroki Kondo, Masaru Hori: “Structure Control of Self-supporting Graphene Nanowalls”, 73rd Annual Gaseous Electronics Conference (GEC2020), (2020-10) (Virtual Conference)

(Invited) Mineo Hiramatsu: “Vertical Graphene Network: Synthesis and Applications”, 7th International Workshop on Plasma Science and Entrepreneurship 2020, Ruhr-Universität Bochum, Bochum, Germany (2020-11) (Virtual Conference)

村本　裕二

【学術論文】

* 平松悠史，村上祐一，村本裕二：「鉱油および植物系絶縁油の交流絶縁破壊特性に及ぼす水分の影響」，電気学会論文誌 A，Vol. 140，No. 3，pp.149-155 (2020)

村上祐一，山下遼，佐藤拓直，村本裕二：「高電界パルス印加による大腸菌および酵母内の核酸抽出」，電気学会論文誌 C，Vol. 140，No. 12，pp.1336-1342 (2020)

*Hiroki Nagai，Yuichi Murakami and Yuji Muramoto, “Effect of Catalyst on Dielectric Breakdown Characteristics of Esterified Rice Oil”, Proceedings of the 9th of International Symposium on Electrical Insulating Materials (ISEIM2020), VD-7，pp.367-370 (2020)

Masaki Takamori, Yuichi Murakami and Yuji Muramoto, “Effect of Ethanol Concentration on *Escherichia coli* and *Saccharomyces cerevisiae* Sterilization by High Electric Field Pulse Application”, Proceedings of the 9th of International Symposium on Electrical Insulating Materials (ISEIM2020), VG-3，pp.443-446 (2020)

*Yuichi Murakami, Hiroki Nagai, Takuya Yamada, Yuji Muramoto, ”AC Breakdown Properties of Soybean Oil after Ester Exchange Reaction”，International Journal of Plasma Environmental Science and Technology，2021 掲載決定

【その他】

村上祐一，村本裕二：「高電界パルス印加による微生物の選択殺菌条件の検討」，名城大学紀要，25 号，pp.9-12　(2020)

*YUSHI HIRAMATSU, YUICHI MURAKAMI & YUJI MURAMOTO, ”Improvement of AC Breakdown Voltage of Water-Contained Vegetable-Oil-Based Insulating Fluid with NaCl”，2020 Taiwan – Japan Joint Workshop, 10th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications (WEEEA), 10th International Workshop for Nano-Cabon Workshop (IWNC), 12th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology (IWPBST), pp.9 (2020)

髙森雅貴，村上祐一，村本裕二：「日本ー韓国での若手研究者交流事業」，電気学会　誘電・絶縁材料研究会，DEI-20-073，pp.51-54 (2020)

髙森雅貴，村上祐一，村本裕二：「高電界パルス印加による酵母菌殺菌に及ぼすエタノール濃度の影響」，令和 2 年度電気学会全国大会，No.1-109 (2020)

* 長井宏樹，山田卓哉，石黒泰誠，村上祐一，村本裕二：「大豆エステル油の直流絶縁破壊に及ぼす触媒の影響」，令和 2 年度電気学会全国大会，No.2-055，2020，3 月 17 － 19 日，東京電機大学

* 平松悠史，長井宏樹，村上祐一，村本裕二：「NaCl 粒子添加による含水植物系絶縁油の交流絶縁破壊電圧の向上効果」，令和 2 年度電気学会全国大会，No.2-055 (2020)

【学術論文】

Masayuki Hamazima, Takahiko Murayama, Hatsuo Yamasaki, Tomoaki Nakano and Muneo Yamada: “Study on Simultaneous-Action Discrimination Method Using

Deep Learning”, International Journal of Intelligent Transportation Systems Research, Springer eBooks, Published online: 08 January 2020

【その他】

〔令和２年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会（2020 年 9 月）〕

紫村和里，濵嶌雅幸，山﨑初男，中野倫明，山田宗男：「ながらスマホ防止モバイルアプリケーションの検討」，令和２年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 1，I2-4（2020-09）

漆衛，濱嶌雅幸，山﨑初男，中野倫明，山田宗男：「CNN によるながらスマホ判別手法の検討」，令和２年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 1，I2-5（2020-09）

河口剛輝，濵嶌雅幸，山﨑初男，中野倫明，山田宗男：「CNN によるながらスマホ判別手法の検討 －複数の静止状態を統合した際の判別精度の比較検証－」，令和２年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 1，I2-6（2020-09）

澤田理玖，濵嶌雅幸，山﨑初男，中野倫明，山田宗男：「iOS におけるながらスマホ検出システムの検討」，令和２年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 2，I3-4（2020-09）

丸山緩人，濵嶌雅幸，山﨑初男，中野倫明，山田宗男：「入力データを結合した CNN によるながら行動検出の一検討」，令和２年度 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，情報システム 2，I3-6（2020-09）

〔第 18 回情報学ワークショップ Workshop on Informatics 2020　2020 年 11 月 28 日（土）　於 名古屋工業大学（オンライン開催）〕

漆衛，山田宗男，濵嶌雅幸，中野倫明，山﨑初夫：「ながらスマホ検出システムの検討 －操作検出における新たな特徴量の提案－」，第 18 回情報学ワークショップ（WiNF2020），[S-3C] ショートセッション「社会実装」，S-3C-6（2020-11）

紫村和里，濵嶌雅幸，山﨑初夫，中野倫明，山田宗男：「ながらスマホ防止モバイルアプリケーションの評価検証 － Android Profiler に基づく検証－」，第 18 回情報学ワークショップ（WiNF2020），[S-3C] ショートセッション「社会実装」，S-3C-9（2020-11）

〔第 18 回 ITS シンポジウム 2020（2020 年 12 月）〕

丸山緩人，濵嶌雅幸，山崎初男，中野倫明，山田宗男：「入力データを結合したながら行動検出を行う CNN の比較検討」，第 18 回 ITS シンポジウム 2020 講演論文集，対話セッション 3，3-A. 観測技術，3-A-06（2020-12）

山中　三四郎

【学術論文】

澤田賢，山中三四郎，青山泰宏，西戸雄輝，小林浩：「EL 画像を用いた PIDE モジュールの出力推定に関する研究」，太陽エネルギー，Vol. 46, No. 3, pp. 94-102 (2020)

山田智徳，山中三四郎，青山泰宏，西戸雄輝，小林浩：「PV ストリング I-V 特性の形状変化検出法に関する研究」，太陽エネルギー，Vol. 46, No. 4, pp. 64-70 (2020)

上田紘巨，山中三四郎，青山泰宏，西戸雄輝，小林浩：「熱画像を利用したバイパスダイオード開放故障判定方法に関する研究 - 遮光セルの発熱温度調節方法 -」，太陽エネルギー，Vol. 46, No. 5, pp. 71-78 (2020)

【その他】

上田紘巨，山中三四郎，青山泰宏，西戸雄輝，小林浩：「熱画像を利用した BPD の開放故障判定方法に関する研究 6 - 最適な抵抗値の決定 -」，令和 2 年電気学会全国大会，(2020-3)

上田紘巨，山中三四郎，青山泰宏，西戸雄輝，小林浩：「熱画像を利用したバイパスダイオードの開放故障判定方法に関する研究 7―簡易的な装置を用いた効率的な遮光方法―」，2020 年（第 38 回）電気設備学会全国大会，(2020-8)

上田紘巨，澤田賢，山中三四郎，青山泰宏，西戸雄輝，小林浩：「熱画像を利用した BPD 開放故障判定方法に関する研究８－開放故障の多いストリングの検出法－」，令和 2 年電気学会電力･エネルギー部門大会，(2020-9)

上田紘巨，山中三四郎，青山泰宏，西戸雄輝，小林浩：「熱画像を利用した BPD 開放故障判定方法に関する研究 9- 複数ストリングの同時判定 -」令和 2 年度　電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会，(2020-9)

田崎　豪

【学術論文】

山盛航輝，山本大介，田崎豪：「見た目に影響が小さいマーカによる物体位置姿勢推定」，ヒューマンインタフェース学会論文誌，Vol. 22, No. 4, pp. 423-432 (2020)

【その他】

雨宮立弥，田崎豪：「法線マップによる路面・立体物分離と DNN の統合による未知障害物検出」，SICE 中部支部シンポジウム & 若手研究発表会 2020 (2020)

山村亮太，田崎豪：「三次元地図とカメラ画像の位置合わせ特性に基づく二段階補正を用いた自己位置推

定」, 第 38 回日本ロボット学会学術講演会 (2020)
雨宮立弥 , 田崎豪 :「法線マップに基づく立体物検出と Semantic Segmentation の統合による未知障害物検出」, 第 38 回日本ロボット学会学術講演会 (2020)
敷島惇也 , 田崎豪 :「自己位置推定誤差に基づく三次元地図を用いた障害物検出の性能推定」, 令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 (2020)
林拓未 , 田崎豪 :「深度マップを利用した CNN による Lidar-SLAM 性能判別」, 令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 (2020)
山田陸斗 , 田崎豪 :「商品陳列のための効率的な光照射による物体姿勢推定精度の向上」, 令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 (2020)
伊吹侑祐 , 田崎豪 :「背景置換による環境変化に強いロボットハンドの把持位置推定姿勢」, 令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 (2020)
雨宮立弥 , 田崎豪 :「深度画像の立体物検出の優位性に着目した未知物体 Segmentation」, 令和 2 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会 (2020)
敷島惇也 , 田崎豪 :「単眼カメラと三次元地図を用いた動的三次元障害物の検出」, 第 23 回画像の認識・理解シンポジウム (2020)
伊吹侑祐 , 田崎豪 :「物体姿勢推定のためのインスタンス選択によるセグメンテーション精度向上」, 第 23 回画像の認識・理解シンポジウム (2020)
敷島惇也 , 田崎豪 :「三次元地図を用いた小物体の Semantic Segmentation 精度向上」, 情報処理学会研究報告 , Vol.2020-CVIM-222, No. 21 (2020)

益田　泰輔

【その他】

Fumiya Hyodo, Taisuke Masuta, Thavatchai Tayjasanant, Kritthapat Peanviboon: “Coordinated Photovoltaic and Battery Control using OPF in Distribution System for Supply-Demand Balance Maintenance of Bulk Power System,” International Conference on Smart Grids and Energy Systems (2020)

Koji Nishio, Taisuke Masuta, Akila Asansana Herath, Kithsiri M. Liyanage, Hasal Kulasekara: “Input Data Extrapolation of Generator Unit Commitment and Optimal Load Dispatch for AGC 30 models,” International Conference on Smart Grids and Energy Systems (2020)

高橋康平，吉田花香，西尾晃二，益田泰輔 :「AGC30 モデルにおける UC/EDC データ外挿の検討」, 電気学会全国大会 , 6-110 (2020)

加藤幸嗣 , 吉岡大晶 , 髙橋康平 , 益田泰輔 , 大竹秀明 :「当日運用における蓄電池システムの計画外充放電を考慮した需給計画更新に関する基礎検討（その 1)」, 電気学会電力技術・電力系統技術・半導体電力変換合同研究会 , PE-20-014, PSE-20-019, SPC-20-068 (2020)

吉岡大晶 , 加藤幸嗣 , 高橋康平 , 益田泰輔 , Rajitha Udawalpola, 大竹秀明 :「当日運用における蓄電池システムの計画外充放電を考慮した需給計画更新に関する基礎検討（その２)」, 電気学会電力技術・電力系統技術・半導体電力変換合同研究会 , PE-20-015, PSE-20-020, SPC-20-069 (2020)

堀野達也 , 中村徳志 , 加藤幸嗣 , 吉岡大晶 , 益田泰輔 , 大竹秀明 :「多数の発電機・太陽光発電・蓄電池システムの最適潮流制御による経済負荷配分制御に関する基礎検討」, 電気学会電力技術・電力系統技術・半導体電力変換合同研究会 , PE-20-016, PSE-20-021, SPC-20-070 (2020)

中村徳志 , 益田泰輔 , 河辺賢一 , 定本知徳 :「大規模系統の日間需給計画のセキュリティチェックと計画修正の基礎検討」, 電気学会電力技術・電力系統技術・半導体電力変換合同研究会 , PE-20-017, PSE-20-022, SPC-20-071 (2020)

吉田花香 , 西尾晃二 , 髙橋康平 , 益田泰輔 :「AGC30 モデルにおける発電機起動停止と最適負荷配分の入力データ外挿」, 電気学会電力技術・電力系統技術・半導体電力変換合同研究会 , PE-20-019, PSE-20-024, SPC-20-073 (2020)

高橋康平，益田泰輔，Akila Asansana Herath，Kithsiri M Liyanage，Rajitha Udawalpola :「大規模系統における発電機と蓄電池の協調運用計画の柔軟性評価に関する基礎検討」, 電気学会電力技術・電力系統技術・半導体電力変換合同研究会 , PE-20-020, PSE-20-025, SPC-20-074 (2020)

西尾晃二 , 吉田花香 , 高橋康平 , 益田泰輔 , Herath Akila Asansana, Liyanage Kithsiri M :「柔軟性評価指標と系統周波数変動の関係評価の基礎検討」, 電気学会電力技術・電力系統技術・半導体電力変換合同研究会 , PE-20-021, PSE-20-026, SPC-20-075 (2020)

伊藤浩太 , 兵藤文哉 , 益田泰輔 :「負荷の時間変化を考慮した CVR（Conservation Voltage Reduction）の評価」, 電気学会電力技術・電力系統技術・半導体電力変換合同研究会 , PE-20-029, PSE-20-034, SPC-20-083 (2020)

兵藤文哉 , 高橋康平 , 益田泰輔 , Thavatchai Tayjasanant :「太陽光発電と蓄電池システムが導入された配電系統の需給計画・運用の基礎検討」, 電気学会電力技術・

電力系統技術・半導体電力変換合同研究会 , PE-20-030, PSE-20-035, SPC-20-084 (2020)

兵藤文哉 , 益田泰輔 ,Tayjasanant Thavatchai :「太陽光発電と蓄電池システムが導入された配電系統におけるアグリゲーターと配電事業者の協調運用」, 電気学会電力技術・電力系統技術合同研究会 , PE-20-040, PSE-20-045 (2020)

池川聖悟 , 端倉弘太郎 , 児島晃 , 益田泰輔 :「予測誤差を考慮した予見負荷周波数制御と慣性定数の評価」, 第 63 回自動制御連合講演会 ,2H2-2 (2020)

小林　健太郎

【その他】

林大雅 , 岡田啓 , 小林健太郎 , 和田忠浩 , 片山正昭 :「[依頼講演] ローリングシャッタを利用したディスプレイーカメラ可視光通信」, 電子情報通信学会技術研究報告 , RCS2020-27, pp. 25-29 (2020)

中村哲也, ベンナイラシャドリア, 小林健太郎, 岡田啓, 片山正昭 :「光無線 MIMO システムの通信性能に及ぼす光素子配置の影響」, 電子情報通信学会技術研究報告 , WBS2020-4, pp. 13-18 (2020)

T. Hayashi, H. Okada, K. Kobayashi, T. Wada, M. Katayama: "A Study on Visible Light Communications Using a High-Speed Display and a Rolling-Shutter Camera," Proceedings of International Symposium on Nonlinear Theory and its Application, pp. 316-319 (2020)

岡田啓, 小林健太郎, 和田忠浩 :「[依頼講演] ローリングシャッタを利用したディスプレイーカメラ可視光通信」, 電子情報通信学会技術研究報告 , RCS2020-119, pp. 54-59 (2020)

A. Iwasa, C. Ben Naila, K. Kobayashi, H. Okada, M. Katayama: "Experimental Evaluation of an Indoor Long Distance High Speed Imaging MIMO System," Proceedings of IEEE Global Communications Conference, pp. 1-6 (2020)

村上　祐一

【学術論文】

* 平松悠史, 村上祐一, 村本裕二 :「鉱油および植物系絶縁油の交流絶縁破壊特性に及ぼす水分の影響」, 電気学会論文誌 A(基礎・材料・共通部門誌), Vol. 140, No. 3, pp. 149-155 (2020)

村上祐一, 山下遼, 佐藤拓直, 村本裕二 :「高電圧パルス印加による大腸菌および酵母内の核酸抽出」, 電気学会論文誌 C(電子・情報・システム部門誌), Vol. 140, No. 12, pp. 1336-1342 (2020)

【その他】

*YUSHI HIRAMATSU, YUICHI MURAKAMI & YUJI MURAMOTO, "Improvement of AC Breakdown Voltage of Water-Contained Vegetable-Oil-Based Insulating Fluid with NaCl", 2020 Taiwan – Japan Joint Workshop, 10th Workshop for Electrical and Electronic Engineering Applications (WEEEA), 10th International Workshop for Nano-Cabon Workshop (IWNC), 12th International Workshop for Plasma-bio Science and Technology (IWPBST), pp.9 (2020)

*Hiroki Nagai, Yuichi Murakami and Yuji Muramoto, "Effect of Catalyst on Dielectric Breakdown Characteristics of Esterified Rice Oil", Proceedings of the 9th of International Symposium on Electrical Insulating Materials (ISEIM2020), VD-7, pp.367-370 (2020)

Masaki Takamori, Yuichi Murakami and Yuji Muramoto, "Effect of Ethanol Concentration on *Escherichia coli* and *Saccharomyces cerevisiae* Sterilization by High Electric Field Pulse Application", Proceedings of the 9th of International Symposium on Electrical Insulating Materials (ISEIM2020), VG-3, pp.443-446 (2020)

村上祐一, 村本裕二 :「高電界パルス印加による微生物の選択殺菌条件の検討」, 名城大学紀要, 25 号, pp.9-12 (2020)

髙森雅貴, 村上祐一, 村本裕二 :「日本ー韓国での若手研究者交流事業」, 電気学会　誘電・絶縁材料研究会, DEI-20-073, pp.51-54 (2020)

髙森雅貴, 村上祐一, 村本裕二 :「高電界パルス印加による酵母菌殺菌に及ぼすエタノール濃度の影響」, 令和 2 年度電気学会全国大会, No.1-109 (2020)

* 長井宏樹, 山田卓哉, 石黒泰誠, 村上祐一, 村本裕二 :「大豆エステル油の直流絶縁破壊に及ぼす触媒の影響」, 令和 2 年度電気学会全国大会, No.2-054, 2020, 3 月 17 － 19 日, 東京電機大学

* 平松悠史, 長井宏樹, 村上祐一, 村本裕二 :「NaCl 粒子添加による含水植物系絶縁油の交流絶縁破壊電圧の向上効果」, 令和 2 年度電気学会全国大会, No.2-055 (2020)

材料機能工学科

岩谷　素顕

【学術論文】

Takanobu Akagi, Yugo Kozuka, Kazuki Ikeyama, Sho Iwayama, Masaru Kuramoto, Tatsuma Saito, Takayuki Tanaka, Tetsuya Takeuchi, Satoshi KAMIYAMA, Motoaki IWAYA, Isamu Akasaki: “High-quality AlInN/GaN distributed Bragg reflectors grown by metalorganic vapor phase epitaxy”, Applied Physics Express, Vol. 13, No. 12, 125504 (2020).

Weifang Lu, Yoshiya Miyamoto, Renji Okuda, Kazuma Ito, Naoki Sone, Motoaki Iwaya, Tetsuya Tekeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Correlation between Optical and Structural Characteristics in Coaxial GaInN/GaN Multiple Quantum Shell Nanowires with AlGaN Spacers” ACS Applied Materials & Interfaces, Vol, No. pp. 51082-51091 (2020).

Dong-Pyo Han, Gyeong Won Lee, Sangjin Min, Dong-Soo Shin, Jong-In Shim, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Identifying the cause of thermal droop in GaInN-based LEDs by carrier- and thermo-dynamics analysis” Scientific Reports, Vol.10 No.1,pp. 1-11(2020).

Kazuki Kiyohara, Mahito Odawara, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki, Tatsuma Saito: “Room-temperature continuous-wave operations of GaN-based vertical-cavity surface-emitting lasers with buried GaInN tunnel junctions” Applied Physics Express, Vol.13. No.11, 111003(2020).

Kosuke Yanai, Weifang Lu, Yoma Yamane, Dong-Pyo Han, Haiyan Ou, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “ Voltage-controlled anodic oxidation of porous fluorescent sic for effective surface passivation” Nanomaterials, Vol. 10, No. 10, pp. 2075(2020).

Dong-Pyo Han, Chan-Hyoung Oh, Dong-Soo Shin, Jong-In Shim, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Thermodynamic analysis of GaInN-based light-emitting diodes operated by quasi-resonant optical excitation” Journal of Applied Physics, Vol. 128, No.12, 123103 (2020).

Kazuma Ito, Weifang Lu, Naoki Sone, Yoshiya Miyamoto, Renji Okuda, Motoaki Iwaya, Tetsuya Tekeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Development of Monolithically Grown Coaxial GaInN/GaN Multiple Quantum Shell Nanowires by MOCVD” Nanomaterials, Vol.10, No. 7, 1354 (2020).

Tomoya Omori, Sayaka Ishizuka, Shunya Tanaka, Shinji Yasue, Kosuke Sato, Yuya Ogino, Shohei Teramura, Kazuki Yamada, Sho Iwayama, Hideto Miyake, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Internal loss of AlGaN-based ultraviolet-B band laser diodes with p-type AlGaN cladding layer using polarization doping” Applied Physics Express, Vol. 13, No.7, 071008 (2020).

Kei Hiraiwa, Wataru Muranaga, Sho Iwayama, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “In situ wafer curvature measurement and strain control of AlInN/GaN distributed Bragg reflectors” Applied Physics Express, Vol. 13, No. 5, 055506 (2020).

Weifang Lu, Nanami Goto, Hedeki Murakami, Naoki Sone, Kazuyoshi Iida, Mizuki Terazawa, Dong-Pyo Han, Motoaki Iwaya, Tetsuya Tekeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Controlled synthesis of nonpolar GaInN/GaN multiple-quantum-shells on GaN nanowires by metal-organic chemical vapour deposition” Applied Surface Science, Vol.509, 145271 (2020).

Shunya Tanaka, Kosuke Sato, Shinji Yasue, Yuya Ogino, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Effects of Mg and Si doping in the guide layers of AlGaN-based ultraviolet-B band lasers” Journal of Crystal Growth, Vol. 535, 125537 (2020).

Hideki Murakami, Atsushi Suzuki, Kyohei Nokimura, Minoru Takebayashi, Nanami Goto, Mizuki Terazawa, Weifang Lu, Naoki Sone, Kazuyoshi Iida, Masaki Ohya, Satoshi Kamiyama, Tetsuya Takeuchi, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “Fabrication and Characterization of Multiquantum Shell Light‐Emitting Diodes with Tunnel Junction” physica status solidi (a), Vol. 217, No. 7, pp. 1900774 (2020).

Dong-Pyo Han, Seiji Ishimoto, Ryoya Mano, Weifang Lu, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Efficiency Enhancement Mechanism of an Underlying Layer in GaInN‐Based Green Light–Emitting Diodes” physica status solidi (a), Vol. 217, No. 7, 1900713 (2020).

Naoki Sone, Atsushi Suzuki, Hideki Murakami, Nanami

Goto, Mizuki Terazawa, Weifang Lu, Dong-Pyo Han, Kazuyoshi Iida, Masaki Ohya, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Improved Uniform Current Injection into Core-Shell-Type GaInN Nanowire Light-Emitting Diodes by Optimizing Growth Condition and Indium-Tin-Oxide Deposition” physica status solidi (a), Vol.217, No.7, 1900715 (2020).

Shunya Tanaka, Yuta Kawase, Shohei Teramura, Sho Iwayama, Kosuke Sato, Shinji Yasue, Tomoya Omori, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki, Hideto Miyake: “Effect of dislocation density on optical gain and internal loss of AlGaN-based ultraviolet-B band lasers” Applied Physics Express, Vol.13, No.4, 045504 (2020).

Nanami Goto, Naoki Sone, Kazuyoshi Iida, Weifang Lu, Atsushi Suzuki, Hideki Murakami, Mizuki Terazawa, Masaki Ohya, Satoshi Kamiyama, Tetsuya Takeuchi, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “MOVPE growth of n-GaN cap layer on GaInN/GaN multi-quantum shell LEDs” Journal of Crystal Growth, Vol.539, 125571. (2020)

Kosuke Sato, Shinji Yasue, Kazuki Yamada, Shunya Tanaka, Tomoya Omori, Sayaka Ishizuka, Shohei Teramura, Yuya Ogino, Sho Iwayama, Hideto Miyake, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Room-temperature operation of AlGaN ultraviolet-B laser diode at 298 nm on lattice-relaxed Al0.6Ga0.4N/AlN/sapphire” Applied Physics Express, Vol.13, 031004 (2020).

Nanami Goto, Weifang Lu, Hideki Murakami, Mizuki Terazawa, Jun Uzuhashi, Tadakatsu Ohkubo, Kazuhiro Hono, Satoshi Kamiyama, Tetsuya Takeuchi, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “Characterizations of GaN nanowires and GaInN/GaN multi-quantum shells grown by MOVPE” Japanese Journal of Applied Physics, Vol.59, SGGE05 (2020).

Ryosuke Iida, Yusuke Ueshima, Wataru Muranaga, Sho Iwayama, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “GaN-based vertical cavity surface emitting lasers with lateral optical confinements and conducting distributed Bragg reflectors” Japanese Journal of Applied Physics, Vol.59, SGGE08 (2020).

Shohei Teramura, Yuta Kawase, Yusuke Sakuragi, Sho Iwayama, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki, Hideto Miyake: “High Crystallinity and Highly Relaxed Al0.60Ga0.40N Films Using Growth Mode Control Fabricated on a Sputtered AlN Template with High‐Temperature Annealing” physica status solidi (a), 1900868 (2020).

Kei Hiraiwa, Wataru Muranaga, Sho Iwayama, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “In-situ curvature measurements of AlInN/GaN distributed Bragg reflectors during growths containing substrate temperature ramping steps” Journal of Crystal Growth, Vol.531, 125357 (2020).

Kosuke Sato, Shinji Yasue, Yuya Ogino, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Analysis of Spontaneous Subpeak Emission from the Guide Layers of the Ultraviolet‐B Laser Diode Structure Containing Composition-Graded p-AlGaN Cladding Layers” physica status solidi (a) 1900864 (2020)

Konrad Sakowski, Kazuki Yamada, Kosuke Sato, Pawel Kempisty, Motoaki Iwaya, Hideto Miyake, Pawel Strak, Akira Kusaba, Yoshihiro Kangawa, Stanislaw Krukowski: “Estimating efficiency of AlGaN light-emitting diodes with numerical simulations” Journal of the Japanese Association for Crystal Growth, Vo47., No.3, pp. 47-3-05 (2020).

Daiki Tanaka, Wei Fang Lu, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Isamu Akasaki: “Photoluminescence Characterization of Fluorescent SiC with High Boron and Nitrogen Concentrations” Materials Science Forum 1004, 265-271 pp. 265-271 (2020).

Dong-Pyo Han, Seiji Ishimoto, Ryoya Mano, Weifang Lu, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Role of surface defects in the efficiency degradation of GaInN-based green LEDs” Applied Physics Express, Vol. 13, No.1, pp. 012007 (2019).

Weifang Lu, Mizuki Terazawa, Dong-Pyo Han, Naoki Sone, Nanami Goto, Kazuyoshi Iida, Hedeki Murakami, Motoaki Iwaya, Tetsuya Tekeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Structural and optical impacts of AlGaN undershells on coaxial GaInN/GaN multiple-quantum-shells nanowires” Nanophotonics, Vol. 9, No.1, pp. 101-111 (2019).

上山　智

【学術論文】

Takanobu Akagi, Yugo Kozuka, Kazuki Ikeyama, Sho Iwayama, Masaru Kuramoto, Tatsuma Saito, Takayuki Tanaka, Tetsuya Takeuchi, Satoshi KAMIYAMA, Motoaki IWAYA, Isamu Akasaki: “High-quality AlInN/

GaN distributed Bragg reflectors grown by metalorganic vapor phase epitaxy”, Applied Physics Express, Vol. 13, No. 12, 125504 (2020).

Weifang Lu, Yoshiya Miyamoto, Renji Okuda, Kazuma Ito, Naoki Sone, Motoaki Iwaya, Tetsuya Tekeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Correlation between Optical and Structural Characteristics in Coaxial GaInN/GaN Multiple Quantum Shell Nanowires with AlGaN Spacers” ACS Applied Materials & Interfaces, Vol, No. pp. 51082-51091 (2020).

Dong-Pyo Han, Gyeong Won Lee, Sangjin Min, Dong-Soo Shin, Jong-In Shim, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Identifying the cause of thermal droop in GaInN-based LEDs by carrier- and thermo-dynamics analysis” Scientific Reports, Vol.10 No.1,pp. 1-11(2020).

Kazuki Kiyohara, Mahito Odawara, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki, Tatsuma Saito: “Room-temperature continuous-wave operations of GaN-based vertical-cavity surface-emitting lasers with buried GaInN tunnel junctions” Applied Physics Express, Vol.13. No.11, 111003(2020).

Kosuke Yanai, Weifang Lu, Yoma Yamane, Dong-Pyo Han, Haiyan Ou, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “ Voltage-controlled anodic oxidation of porous fluorescent sic for effective surface passivation” Nanomaterials, Vol. 10, No. 10, pp. 2075(2020).

Dong-Pyo Han, Chan-Hyoung Oh, Dong-Soo Shin, Jong-In Shim, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Thermodynamic analysis of GaInN-based light-emitting diodes operated by quasi-resonant optical excitation” Journal of Applied Physics, Vol. 128, No.12, 123103 (2020).

Kazuma Ito, Weifang Lu, Naoki Sone, Yoshiya Miyamoto, Renji Okuda, Motoaki Iwaya, Tetsuya Tekeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Development of Monolithically Grown Coaxial GaInN/GaN Multiple Quantum Shell Nanowires by MOCVD” Nanomaterials, Vol.10, No. 7, 1354 (2020).

Tomoya Omori, Sayaka Ishizuka, Shunya Tanaka, Shinji Yasue, Kosuke Sato, Yuya Ogino, Shohei Teramura, Kazuki Yamada, Sho Iwayama, Hideto Miyake, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Internal loss of AlGaN-based ultraviolet-B band laser diodes with p-type AlGaN cladding layer using polarization doping” Applied Physics Express, Vol. 13, No.7, 071008 (2020).

Kei Hiraiwa, Wataru Muranaga, Sho Iwayama, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “In situ wafer curvature measurement and strain control of AlInN/GaN distributed Bragg reflectors” Applied Physics Express, Vol. 13, No. 5, 055506 (2020).

Weifang Lu, Nanami Goto, Hedeki Murakami, Naoki Sone, Kazuyoshi Iida, Mizuki Terazawa, Dong-Pyo Han, Motoaki Iwaya, Tetsuya Tekeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Controlled synthesis of nonpolar GaInN/GaN multiple-quantum-shells on GaN nanowires by metal-organic chemical vapour deposition” Applied Surface Science, Vol.509, 145271 (2020).

Shunya Tanaka, Kosuke Sato, Shinji Yasue, Yuya Ogino, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Effects of Mg and Si doping in the guide layers of AlGaN-based ultraviolet-B band lasers” Journal of Crystal Growth, Vol. 535, 125537 (2020).

Hideki Murakami, Atsushi Suzuki, Kyohei Nokimura, Minoru Takebayashi, Nanami Goto, Mizuki Terazawa, Weifang Lu, Naoki Sone, Kazuyoshi Iida, Masaki Ohya, Satoshi Kamiyama, Tetsuya Takeuchi, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “Fabrication and Characterization of Multiquantum Shell Light‐Emitting Diodes with Tunnel Junction” physica status solidi (a), Vol. 217, No. 7, pp. 1900774 (2020).

Dong-Pyo Han, Seiji Ishimoto, Ryoya Mano, Weifang Lu, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Efficiency Enhancement Mechanism of an Underlying Layer in GaInN‐Based Green Light–Emitting Diodes” physica status solidi (a), Vol. 217, No. 7, 1900713 (2020).

Naoki Sone, Atsushi Suzuki, Hideki Murakami, Nanami Goto, Mizuki Terazawa, Weifang Lu, Dong-Pyo Han, Kazuyoshi Iida, Masaki Ohya, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Improved Uniform Current Injection into Core-Shell-Type GaInN Nanowire Light-Emitting Diodes by Optimizing Growth Condition and Indium-Tin-Oxide Deposition” physica status solidi (a), Vol.217, No.7, 1900715 (2020).

Shunya Tanaka, Yuta Kawase, Shohei Teramura, Sho Iwayama, Kosuke Sato, Shinji Yasue, Tomoya Omori, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki, Hideto Miyake: “Effect of dislocation density on optical gain and internal loss of AlGaN-based

ultraviolet-B band lasers” Applied Physics Express, Vol.13, No.4, 045504 (2020).

Nanami Goto, Naoki Sone, Kazuyoshi Iida, Weifang Lu, Atsushi Suzuki, Hideki Murakami, Mizuki Terazawa, Masaki Ohya, Satoshi Kamiyama, Tetsuya Takeuchi, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “MOVPE growth of n-GaN cap layer on GaInN/GaN multi-quantum shell LEDs” Journal of Crystal Growth, Vol.539, 125571. (2020)

Kosuke Sato, Shinji Yasue, Kazuki Yamada, Shunya Tanaka, Tomoya Omori, Sayaka Ishizuka, Shohei Teramura, Yuya Ogino, Sho Iwayama, Hideto Miyake, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Room-temperature operation of AlGaN ultraviolet-B laser diode at 298 nm on lattice-relaxed Al0.6Ga0.4N/AlN/sapphire” Applied Physics Express, Vol.13, 031004 (2020).

Nanami Goto, Weifang Lu, Hideki Murakami, Mizuki Terazawa, Jun Uzuhashi, Tadakatsu Ohkubo, Kazuhiro Hono, Satoshi Kamiyama, Tetsuya Takeuchi, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “Characterizations of GaN nanowires and GaInN/GaN multi-quantum shells grown by MOVPE” Japanese Journal of Applied Physics, Vol.59, SGGE05 (2020).

Ryosuke Iida, Yusuke Ueshima, Wataru Muranaga, Sho Iwayama, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “GaN-based vertical cavity surface emitting lasers with lateral optical confinements and conducting distributed Bragg reflectors” Japanese Journal of Applied Physics, Vol.59, SGGE08 (2020).

Shohei Teramura, Yuta Kawase, Yusuke Sakuragi, Sho Iwayama, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki, Hideto Miyake: “High Crystallinity and Highly Relaxed Al0.60Ga0.40N Films Using Growth Mode Control Fabricated on a Sputtered AlN Template with High‐Temperature Annealing” physica status solidi (a), 1900868 (2020).

Kei Hiraiwa, Wataru Muranaga, Sho Iwayama, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “In-situ curvature measurements of AlInN/GaN distributed Bragg reflectors during growths containing substrate temperature ramping steps” Journal of Crystal Growth, Vol.531, 125357 (2020).

Kosuke Sato, Shinji Yasue, Yuya Ogino, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Analysis of Spontaneous Subpeak Emission from the Guide Layers of the Ultraviolet‐B Laser Diode Structure Containing Composition-Graded p-AlGaN Cladding Layers” physica status solidi (a) 1900864 (2020)

Konrad Sakowski, Kazuki Yamada, Kosuke Sato, Pawel Kempisty, Motoaki Iwaya, Hideto Miyake, Pawel Strak, Akira Kusaba, Yoshihiro Kangawa, Stanislaw Krukowski: “Estimating efficiency of AlGaN light-emitting diodes with numerical simulations” Journal of the Japanese Association for Crystal Growth, Vo47., No.3, pp. 47-3-05 (2020).

Daiki Tanaka, Wei Fang Lu, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Isamu Akasaki: “Photoluminescence Characterization of Fluorescent SiC with High Boron and Nitrogen Concentrations” Materials Science Forum 1004, 265-271 pp. 265-271 (2020).

Dong-Pyo Han, Seiji Ishimoto, Ryoya Mano, Weifang Lu, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Role of surface defects in the efficiency degradation of GaInN-based green LEDs” Applied Physics Express, Vol. 13, No.1, pp. 012007 (2019).

Weifang Lu, Mizuki Terazawa, Dong-Pyo Han, Naoki Sone, Nanami Goto, Kazuyoshi Iida, Hedeki Murakami, Motoaki Iwaya, Tetsuya Tekeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Structural and optical impacts of AlGaN undershells on coaxial GaInN/GaN multiple-quantum-shells nanowires” Nanophotonics, Vol. 9, No.1, pp. 101-111 (2019).

竹内　哲也

【学術論文】

Takanobu Akagi, Yugo Kozuka, Kazuki Ikeyama, Sho Iwayama, Masaru Kuramoto, Tatsuma Saito, Takayuki Tanaka, Tetsuya Takeuchi, Satoshi KAMIYAMA, Motoaki IWAYA, Isamu Akasaki: “High-quality AlInN/GaN distributed Bragg reflectors grown by metalorganic vapor phase epitaxy”, Applied Physics Express, Vol. 13, No. 12, 125504 (2020).

Weifang Lu, Yoshiya Miyamoto, Renji Okuda, Kazuma Ito, Naoki Sone, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Correlation between Optical and Structural Characteristics in Coaxial GaInN/GaN Multiple Quantum Shell Nanowires with AlGaN Spacers” ACS Applied Materials & Interfaces, Vol, No. pp. 51082-51091 (2020).

Dong-Pyo Han, Gyeong Won Lee, Sangjin Min, Dong-Soo Shin, Jong-In Shim, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi,

Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Identifying the cause of thermal droop in GaInN-based LEDs by carrier- and thermo-dynamics analysis” Scientific Reports, Vol.10 No.1,pp. 1-11(2020).

Kazuki Kiyohara, Mahito Odawara, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki, Tatsuma Saito: “Room-temperature continuous-wave operations of GaN-based vertical-cavity surface-emitting lasers with buried GaInN tunnel junctions” Applied Physics Express, Vol.13. No.11, 111003(2020).

Kosuke Yanai, Weifang Lu, Yoma Yamane, Dong-Pyo Han, Haiyan Ou, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “ Voltage-controlled anodic oxidation of porous fluorescent sic for effective surface passivation” Nanomaterials, Vol. 10, No. 10, pp. 2075(2020).

Dong-Pyo Han, Chan-Hyoung Oh, Dong-Soo Shin, Jong-In Shim, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Thermodynamic analysis of GaInN-based light-emitting diodes operated by quasi-resonant optical excitation” Journal of Applied Physics, Vol. 128, No.12, 123103 (2020).

Kazuma Ito, Weifang Lu, Naoki Sone, Yoshiya Miyamoto, Renji Okuda, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Development of Monolithically Grown Coaxial GaInN/GaN Multiple Quantum Shell Nanowires by MOCVD” Nanomaterials, Vol.10, No. 7, 1354 (2020).

Tomoya Omori, Sayaka Ishizuka, Shunya Tanaka, Shinji Yasue, Kosuke Sato, Yuya Ogino, Shohei Teramura, Kazuki Yamada, Sho Iwayama, Hideto Miyake, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Internal loss of AlGaN-based ultraviolet-B band laser diodes with p-type AlGaN cladding layer using polarization doping” Applied Physics Express, Vol. 13, No.7, 071008 (2020).

Kei Hiraiwa, Wataru Muranaga, Sho Iwayama, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “In situ wafer curvature measurement and strain control of AlInN/GaN distributed Bragg reflectors” Applied Physics Express, Vol. 13, No. 5, 055506 (2020).

Weifang Lu, Nanami Goto, Hedeki Murakami, Naoki Sone, Kazuyoshi Iida, Mizuki Terazawa, Dong-Pyo Han, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Controlled synthesis of nonpolar GaInN/GaN multiple-quantum-shells on GaN nanowires by metal-organic chemical vapour deposition” Applied Surface Science, Vol.509, 145271 (2020).

Shunya Tanaka, Kosuke Sato, Shinji Yasue, Yuya Ogino, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Effects of Mg and Si doping in the guide layers of AlGaN-based ultraviolet-B band lasers” Journal of Crystal Growth, Vol. 535, 125537 (2020).

Hideki Murakami, Atsushi Suzuki, Kyohei Nokimura, Minoru Takebayashi, Nanami Goto, Mizuki Terazawa, Weifang Lu, Naoki Sone, Kazuyoshi Iida, Masaki Ohya, Satoshi Kamiyama, Tetsuya Takeuchi, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “Fabrication and Characterization of Multiquantum Shell Light‐Emitting Diodes with Tunnel Junction” physica status solidi (a), Vol. 217, No. 7, pp. 1900774 (2020).

Dong-Pyo Han, Seiji Ishimoto, Ryoya Mano, Weifang Lu, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Efficiency Enhancement Mechanism of an Underlying Layer in GaInN‐Based Green Light–Emitting Diodes” physica status solidi (a), Vol. 217, No. 7, 1900713 (2020).

Naoki Sone, Atsushi Suzuki, Hideki Murakami, Nanami Goto, Mizuki Terazawa, Weifang Lu, Dong-Pyo Han, Kazuyoshi Iida, Masaki Ohya, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Improved Uniform Current Injection into Core-Shell-Type GaInN Nanowire Light-Emitting Diodes by Optimizing Growth Condition and Indium-Tin-Oxide Deposition” physica status solidi (a), Vol.217, No.7, 1900715 (2020).

Shunya Tanaka, Yuta Kawase, Shohei Teramura, Sho Iwayama, Kosuke Sato, Shinji Yasue, Tomoya Omori, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki, Hideto Miyake: “Effect of dislocation density on optical gain and internal loss of AlGaN-based ultraviolet-B band lasers” Applied Physics Express, Vol.13, No.4, 045504 (2020).

Nanami Goto, Naoki Sone, Kazuyoshi Iida, Weifang Lu, Atsushi Suzuki, Hideki Murakami, Mizuki Terazawa, Masaki Ohya, Satoshi Kamiyama, Tetsuya Takeuchi, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “MOVPE growth of n-GaN cap layer on GaInN/GaN multi-quantum shell LEDs” Journal of Crystal Growth, Vol.539, 125571. (2020)

Kosuke Sato, Shinji Yasue, Kazuki Yamada, Shunya Tanaka, Tomoya Omori, Sayaka Ishizuka, Shohei Teramura, Yuya Ogino, Sho Iwayama, Hideto Miyake, Motoaki Iwaya,

Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Room-temperature operation of AlGaN ultraviolet-B laser diode at 298 nm on lattice-relaxed Al0.6Ga0.4N/AlN/sapphire” Applied Physics Express, Vol.13, 031004 (2020).

Nanami Goto, Weifang Lu, Hideki Murakami, Mizuki Terazawa, Jun Uzuhashi, Tadakatsu Ohkubo, Kazuhiro Hono, Satoshi Kamiyama, Tetsuya Takeuchi, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “Characterizations of GaN nanowires and GaInN/GaN multi-quantum shells grown by MOVPE” Japanese Journal of Applied Physics, Vol.59, SGGE05 (2020).

Ryosuke Iida, Yusuke Ueshima, Wataru Muranaga, Sho Iwayama, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “GaN-based vertical cavity surface emitting lasers with lateral optical confinements and conducting distributed Bragg reflectors” Japanese Journal of Applied Physics, Vol.59, SGGE08 (2020).

Shohei Teramura, Yuta Kawase, Yusuke Sakuragi, Sho Iwayama, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki, Hideto Miyake: “High Crystallinity and Highly Relaxed Al0.60Ga0.40N Films Using Growth Mode Control Fabricated on a Sputtered AlN Template with High‐Temperature Annealing” physica status solidi (a), 1900868 (2020).

Kei Hiraiwa, Wataru Muranaga, Sho Iwayama, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Isamu Akasaki: “In-situ curvature measurements of AlInN/GaN distributed Bragg reflectors during growths containing substrate temperature ramping steps” Journal of Crystal Growth, Vol.531, 125357 (2020).

Kosuke Sato, Shinji Yasue, Yuya Ogino, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Analysis of Spontaneous Subpeak Emission from the Guide Layers of the Ultraviolet‐B Laser Diode Structure Containing Composition-Graded p-AlGaN Cladding Layers” physica status solidi (a) 1900864 (2020)

Daiki Tanaka, Wei Fang Lu, Satoshi Kamiyama, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Isamu Akasaki: “Photoluminescence Characterization of Fluorescent SiC with High Boron and Nitrogen Concentrations” Materials Science Forum 1004, 265-271 pp. 265-271 (2020).

Dong-Pyo Han, Seiji Ishimoto, Ryoya Mano, Weifang Lu, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Role of surface defects in the efficiency degradation of GaInN-based green LEDs” Applied Physics Express, Vol. 13, No.1, pp. 012007 (2019).

Weifang Lu, Mizuki Terazawa, Dong-Pyo Han, Naoki Sone, Nanami Goto, Kazuyoshi Iida, Hedeki Murakami, Motoaki Iwaya, Tetsuya Takeuchi, Satoshi Kamiyama, Isamu Akasaki: “Structural and optical impacts of AlGaN undershells on coaxial GaInN/GaN multiple-quantum-shells nanowires” Nanophotonics, Vol. 9, No.1, pp. 101-111 (2019).

Masaru Kuramoto, Seiichiro Kobayashi, Takanobu Akagi, Komei Tazawa, Hiroki Tanaka, and Tetsuya Takeuchi, “Nano-height cylindrical waveguide in GaN-based vertical-cavity surface-emitting lasers”, Applied Physics Express 13, 082005 (2020).

成塚　重弥

【学術論文】

Takahiro Maruyama, Takuya Okada, Kamal Prasad Sharma, Tomoko Suzuki, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Yoko Iizumi, Toshiya Okazaki, Sumio Iijima, “Vertically aligned growth of small-diameter single-walled carbon nanotubes by alcohol catalytic chemical vapor deposition with Ir catalyst”, Applied Surface Science (2020), 509, 145340. https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.145340

Jumpei Yamada, Yuki Ueda, Takahiro Maruyama, and Shigeya Naritsuka, “Precipitation of multilayer graphene directly on gallium nitride template using Tungsten capping layer”, J. Cryst. Growth, 534 (2020) 125493. https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2020.125493

Shigeya Naritsuka, Jumpei Yamada, Yuki Ueda, Asato Nakashima, Tatsuya Kashio, Takahiro Maruyama, Seiji Fujikawa, Takuo Sasaki, and Masamitu Takahasi, “X-ray in situ observation of graphene precipitating directly on sapphire substrate with and without Ti capping layer”, J. Cryst. Growth, 549 (2020) 125861. https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2020.125861

Jumpei Yamada, Yuki Ueda, Takahiro Maruyama, Seiji Fujikawa, Takuo Sasaki, and Masamitu Takahasi, and Shigeya Naritsuka, “Effect of crystallization of Ni catalyst on direct precipitation of multilayer graphene using W capping layer” J. Cryst. Growth, 555 (2021) 125969. https://doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2020.125969

Ai Misaki, T. Saida, S. Naritsuka, T. Maruyama, “Effect of growth temperature and ethanol flow rate on synthesis of single-walled carbon nanotube by alcohol catalytic chemical vapor deposition using Ir catalyst in hot-wall reactor”, Jpn. J. Appl. Phys.（印刷中）

【その他】

Yuki Ueda, Takahiro Maruyama, and Shigeya Naritsuka, “Growth pressure dependence of graphene direct growth on a-plane sapphire using metal-catalyst-free low-pressure CVD”, MRS ueda 2020 MRS Virtual Spring/Fall Meeting & Exhibit, November 27-December 4 (2020).

Takahiro Maruyama, Takuya Okada, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, “Single-Walled Carbon Nanotube Growth from Ir catalysts by Alcohol Gas Source Method”, 2020 MRS Virtual Spring/Fall Meeting & Exhibit, FNM03.09.101, Online, November 27-December 4 (2020)

丸山隆浩，岡田拓也，Kamal Prasad Sharma，鈴木智子，才田隆広，成塚重弥，飯島澄男，“Ir 触媒からの垂直配向した細径単層カーボンナノチューブ成長，表面と真空（2019 年日本表面真空学会学術講演会特集号Ⅳ）63 巻（2019）7 号，488-491

中島諒人，樫尾達也，伊藤翼，丸山隆浩，成塚重弥，“分子線成長による Ni 薄膜の配向性に与える成長温度の効果”，第 67 回応用物理学会春季学術講演会，上智大学四谷キャンパス，東京，3 月 12 日 -15 日，(2020) 12a-PA2-25.

樫尾達也，中島諒人，山田純平，上田悠貴，丸山隆浩，成塚重弥，“ナノダイヤモンドを用いた多層グラフェンの直接析出成長の低温化に関する検討”，第 67 回応用物理学会春季学術講演会，上智大学四谷キャンパス，東京，3 月 12 日 -15 日，(2020) 14p-A403-12.

藤井高志，毛利真一郎，荒木努，上田悠貴，成塚重弥，岩本敏志，“THz 分光解析によるグラフェンのバックグランド誘電率の推定”，第 67 回応用物理学会春季学術講演会，上智大学四谷キャンパス，東京，3 月 12 日 -15 日，(2020) 12a-PA2-36.

高橋和也，福田承生，藤井高志，川又透，杉山和正，成塚重弥，“抵抗加熱式 CZ 法による直径 6 インチ金属 Ni 単結晶作成”，第 67 回応用物理学会春季学術講演会，上智大学四谷キャンパス，東京，3 月 12 日 -15 日，(2020) 12a-A201-2.

山本大貴，サラマ カマル，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩，“Pt 触媒を用いたアルコール CVD 法による 単層カーボンナノチューブ成長：収率向上に関する検討”，第 67 回応用物理学会春季学術講演会，上智大学四谷キャンパス，東京，3 月 12 日 -15 日，(2020) 12a-PA2-1.

鈴木拓輝，佐藤希一，藤井高志，毛利真一郎，荒木努，岩本敏志，佐藤幸徳，上田悠貴，成塚重弥，“THz エリプソメトリーを用いたサファイア上グラフェンの電気特性評価”，第 67 回応用物理学会春季学術講演会，上智大学四谷キャンパス，東京，3 月 12 日 -15 日，(2020) 12a-PA2-35.

山田純平 , 上田悠貴 , 丸山隆浩 , 成塚重弥，“Direct precipitation growth of multi-layer graphene using W capping layer -Dependence of growth atmosphere-”，第 58 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，東京大学，東京，3 月 15 日 -17 日，(2020）1P-23.

上田悠貴 , 山田純平 , 丸山隆浩 , 成塚重弥，“a 面サファイア上のグラフェンの CVD 成長メカニズムの検討”，第 58 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，東京大学，東京，3 月 15 日 -17 日，(2020）2P-26.

Aliza Khaniya Sharma, Kamal P Sharma, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, “Synthesis of 3D hybrid Structures composed of Single-walled CNTs and Mesopores Carbon by Chemical Vapor Deposition”, 第 58 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，東京大学，東京，3 月 15 日 -17 日，(2020）2P-6.

山田純平，上田悠貴，丸山隆浩，成塚重弥，“放射光 X 線を用いたグラフェン析出成長過程のその場観察 - Ni 触媒結晶化の効果 –”，第 67 回応用物理学会春季学術講演会，上智大学四谷キャンパス，東京，3 月 12 日 -15 日，(2020) 14p-A403-11.

上田悠貴，山田純平，丸山隆浩，成塚重弥，“減圧 CVD による a 面サファイア基板上でのグラフェン直接成長　----- 成長圧力依存性 -----”，第 67 回応用物理学会春季学術講演会，上智大学四谷キャンパス，東京，3 月 12 日 -15 日，(2020) 14p-A403-18.

成塚重弥，竹中駿，丸山隆浩，“グラフェンマスクを用いた化学ビームエピタキシーによる GaN の低角入射マイクロチャンネルエピタキシー”，第 81 回応用物理学会秋季学術講演会，同志社大学　京田辺キャンパス，京都府，9 月 8 日 -11 日，(2020) 11a-Z02-7.

上田悠貴 , 丸山隆浩 , 成塚重弥，“金属触媒フリー減圧 CVD による a 面サファイア基板上のグラフェンの直接成長　----- 成長時間依存性 -----”，第 81 回応用物理学会秋季学術講演会，同志社大学　京田辺キャンパス，京都府，9 月 8 日 -11 日，(2020) 9a-Z29-6.

山本大貴，サラマ カマル，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩，“Ir 触媒を用いたアルコール CVD 法による単層カーボンナノチューブ成長のエタノール圧力依存性”，第 81 回応用物理学会秋季学術講演会，同志

社大学　京田辺キャンパス, 京都府, 9 月 8 日 -11 日, (2020)8p-Z29-4.

鈴木拓輝，佐藤希一，藤井高志，毛利真一郎，荒木努，岩本敏志，佐藤幸徳，上田悠貴，成塚重弥，“THz 透過測定と THz エリプソメトリー測定を用いたグラフェン / サファイアの電気特性評価”，第 81 回応用物理学会秋季学術講演会，同志社大学　京田辺キャンパス，京都府，9 月 8 日 -11 日，(2020) 10a-Z28-5.

中島諒人 , 樫尾達也 , 村橋知明 , 曽我司 , 丸山隆浩 , 成塚重弥，“グラフェン成長に用いるサファイア基板上巨大グレイン Ni 薄膜の作製”, 第 59 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，九州大学，福岡，9 月 16 日 -18 日 (2020）1P-19.

樫尾達也 , 中島諒人 , 上田悠貴 , 丸山隆浩 , 成塚重弥，“In-situ X-ray diffraction monitor of multi-layer graphene precipitated from nanodiamonds”, 第 59 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，九州大学，福岡，9 月 16 日 -18 日 (2020）2P-18.

Asato Nakashima, Tatsuya Kashio, Tomoaki Murahashi, Tsukasa Soga, Takahiro Maruyama, and Shigeya Naritsuka, “Crystallization of Ni (111) layer on c-plane sapphire substrate for high-quality graphene precipitation ― utilization of crystallization starter layer ― ”, 39th Electronic Materials Symposium (EMS-39), The Kshihara, Nara, Oct. 7-9 (2020) P1-14.

Yuki Ueda, Takahiro Maruyama, and Shigeya Naritsuka, “Direct growth of single-layer graphene on 2-inch a-plane sapphire substrate using low-pressure CVD without metal-catalyst”, 39th Electronic Materials Symposium (EMS-39), The Kshihara, Nara, Oct. 7-9 (2020) P3-5.

Tatsuya Kashio, Asato Nakashima, Yuki Ueda, Takahiro Maruyama and Shigeya Naritsuka, “In-situ X-ray diffraction monitor of multi-layer graphene precipitated from nanodiamonds”, 39th Electronic Materials Symposium (EMS-39), The Kshihara, Nara, Oct. 7-9 (2020) P1-15.

Kazuki Niwa, Takeshi Fukami, Takahiro Maruyama and Shigeya Naritsuka, “Removal of polymer residues from PMMA-protected transferred graphene”, 39th Electronic Materials Symposium (EMS-39), The Kshihara, Nara, Oct. 7-9 (2020) P2-16.

Takeshi Fukami, Kazuki Niwa, Yuuta Kobayashi, Takahiro Maruyama and Shigeya Naritsuka, “Low temperature graphite growth on SiO2 substrate using Ga solution”, 39th Electronic Materials Symposium (EMS-39), The Kshihara, Nara, Oct. 7-9 (2020) P3-6.

成塚重弥 , 山田純平 , 上田悠貴 , 中島諒人 , 樫尾達也 , 丸山隆浩 , 藤川誠二 , 佐々木拓生 , 高橋正光，“放射光を用いたグラフェン析出成長のその場 X 線回折測定”，第 49 回結晶成長国内会議 (JCCG-49)，(2020) 09p-B12.

岡田拓也，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩，“Ir 触媒からの単層カーボンナノチューブ成長～細径ナノチューブの高密度成長～”，名城大学総合研究所紀要第 24 号，2019 年 3 月 .2.

岡田拓也，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩，“Ir 触媒からの単層カーボンナノチューブ成長～細径ナノチューブの生成過程～”，名城大学総合研究所紀要第 25 号，p.29-32，2020 年 3 月 .

宮嶋　孝夫

【学術論文】

宮嶋孝夫 , 小森大資，伊奈稔哲 , 清木良麻，新田清文 , 竹内哲也 , 宇留賀朋哉 :「X 線吸収微細構造法を用いた有機金属気相成長法により成長した Sb 添加 GaN 中の Sb 原子近傍の局所構造解析」，SPring-8/SACLA 利用研究成果集（SPring-8 Section A: Scientific Research Report）, Vol. 8, No. 1, pp. 41-44 (2020)

Daichi Imai, Yuto Murakami, Rino Miyata, Hayata Toyoda, Tomoaki Yamaji, Makoto Miyoshi, Tetsuya Takeuchi and Takao Miyajima: “Analysis of the optical constants and bandgap energy in Al1-xInxN alloys grown on a c-plane freestanding GaN substrate by using spectroscopic ellipsometry, Jpn. J. Appl. Phys. 59, 121001 (2020).

【その他】

宮嶋孝夫，荒川亮太，石川裕介，神林大介，森田悠斗，森本晃平，宇野光輝，下原光貴，今井大地，成塚重弥 :「分子線エピタキシー法で成長した GaAs 系半導体レーザの室温パルス発振－ GaAs 系バイセクションレーザのパルス発振を目指して－」，名城大学総合研究所紀要，第 25 号，pp.17-19 (2020)

市川貴登，近藤剣，安田信広，隅谷和嗣，今井康彦，中尾知代，荒井重勇，後藤七美，上山智，今井大地，宮嶋孝夫 :「大型放射光施設 SPring-8 の X 線マイクロビームを用いた単一 Ga1-xInxN/GaN 量子殻の局所構造評価」, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集，CD-ROM，13p-A302-7，上智大学 四谷キャンパス (2020)

赤堀　俊和

【学術論文】

赤堀俊和 , 新家光雄 :「種々の時効処理を施したβ型チタン合金の疲労強度の変化」, 名城大学総合研究所　紀要 , No.25 pp. 25-28 (2020)

田中沙季 , 赤堀俊和 , 新家光雄 :「溶体化処理を施した次世代航空機用 Ti-17 鍛造材の疲労特性」, 名城大学総合研究所　紀要 , No.25 pp. 21-24 (2020)

田中沙季 , 赤堀俊和 , 新家光雄 , 仲井正昭 :「航空機用 Ti-5Al-2Sn-2Zr-4Mo-4Cr 鍛造材のミクロ組織と疲労特性の関係」, 日本金属学会誌 , Vol. 84, No. 6, pp. 200-207 (2020)

菊池将一 , 川井考生 , 中井善一 , 中村裕紀 , 赤堀俊和 :「生体用低ヤング率チタン合金 Ti-29Nb-13Ta-4.6Zr の下限界近傍における疲労き裂伝ぱ特性」, 材料 , Vol. 69, No. 12, pp. 875-881 (2020)

S. Tanaka, T. Akahori, M. Niinomi, M. Nakai: “Relationship between Microstructure and Fatigue Properties of Forged Ti–5Al–2Sn–2Zr–4Mo–4Cr for Aircraft Applications”, Materials Transactions Vol. 61, No. 10, pp. 2017-2024 (2020)

【その他】

T. Hattori, A. Matsumiya, M. Ito, T. Akahori and M. Deie: “Biodegradation of Pure Mg Screw Specimen implanted into Rabbit tibia.3D μCT Monitoring and Histological Observation,” World Biomaterials Conference (WBC) 2020, CD-ROM,
(2020)

今井　大地

【学術論文】

Daichi Imai, Yuto Murakami, Rino Miyata, Hayata Toyoda, Tomoaki Yamaji, Makoto Miyoshi, Tetsuya Takeuchi and Takao Miyajima: “Analysis of the optical constants and bandgap energy in Al1-xInxN alloys grown on a c-plane freestanding GaN substrate by using spectroscopic ellipsometry, Jpn. J. Appl. Phys. 59, 121001 (2020).

【その他】

宮嶋孝夫，荒川亮太，石川裕介，神林大介，森田悠斗，森本晃平，宇野光輝，下原光貴，今井大地，成塚重弥 :「分子線エピタキシー法で成長した GaAs 系半導体レーザの室温パルス発振－ GaAs 系バイセクションレーザのパルス発振を目指して－」, 名城大学総合研究所紀要，第 25 号，pp.17-19 (2020)

市川貴登，近藤剣，安田信広，隅谷和嗣，今井康彦，中尾知代，荒井重勇，後藤七美，上山智，今井大地，宮嶋孝夫 :「大型放射光施設 SPring-8 の X 線マイクロビームを用いた単一 Ga1-xInxN/GaN 量子殻の局所構造評価」, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会講演予稿集，CD-ROM，13p-A302-7，上智大学 四谷キャンパス (2020)

大脇健史，清水建伍，今井大地「銅担持酸化チタン複合膜の可視光下における親水性向上メカニズムの解明」(名城大学) 大脇健史 *，清水建伍，今井大地 , 公益財団法人日本セラミックス協会 2020 年年会 , 2Q10 (2020).

応用化学科

大脇　健史

【その他】

清水建伍，今井大地，大脇健史：「銅担持酸化チタン複合膜の可視光下における親水性向上メカニズムの解明」，日本セラミックス協会 2020 年年会予稿集，2Q10 (2020)

高木雅史，加藤ゆり野，大脇健史：「光触媒の親水性と光電気化学特性」，第 39 回光がかかわる触媒化学シンポジウム発表予稿集，P01(2020)

丸山　隆浩

【学術論文】

Y. K. Ge, Y. F. Zhang, Y. Yang, S. Xie, Y. Liu, T. Maruyama, Z.Y. Deng, X. Zhao, “Enhanced adsorption and catalytic degradation of organic dyes by nanometer iron oxide anchored to single-wall carbon nanotubes”, Appl. Surf. Sci. 488 (2019) 813-826.

Yifan Zhang, Weiwei Chang, Yi Liu, Takahiro Maruyama, Xinluo Zhao, “High-yield growth of multi-walled carbon nanowires by magnetic field controlled arc technique”, Carbon 158 (2020) 672-680.

Jumpei Yamada, Yuki Ueda, Takahiro Maruyama, and Shigeya Naritsuka, “Precipitation of multilayer graphene directly on gallium nitride template using Tungsten capping layer”, J. Cryst. Growth, 534 (2020) 125493.

Z. Ahmed, P.K. Sachdeva, R. Rai, R. Kumar, T. Maruyama, C. Bera, V. Bagchi, “Promoting Electrocatalytic Oxygen Reduction in a Model Composite Using Selective Metal Ions”, ACS Appl. Energy Mater. 3 (2020) 3645-3652.

Takahiro Maruyama, Takuya Okada, Kamal Prasad Sharma, Tomoko Suzuki, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Yoko Iizum, Toshiya Okada, Sumio Iijima, “Vertically aligned growth of small-diameter single-walled carbon nanotubes by alcohol catalytic chemical vapor deposition with Ir catalyst”, Appl. Surf. Sci. 509 (2020) 145340.

S. Riyajuddin, S. Kumar, S.P. Gaur, A. Sud, T. Maruyama, M.E. Ali, K. Ghosh, “Linear piezoresitive strain sensor based on graphene/-C3B4/PDMS heterostructure”, Nanotechnology 31 (2020) 295501.

Hanran Li, Yangliu Wu, Yifan Zhang, Tianxiang Zhu, Takahiro Maruyama, Yi Liu, Xinluo Zhao, “Submerged carbon arc in deionized water: a green route for scalable preparation of gas containing polyynes”, Chemical Physics 335 (2020) 110804.

S. Naritsuka, J. Yamada, Y. Ueda, A. Nakashima, T. Kashio, T. Maruyama, S. Fujikawa, M. Takahasi, “X-ray in situ observation of graphene precipitating directry on sapphire substrate with and without Ti capping layer”, J. Cryst. Growth 549 (2020) 125861.

S. Kumar, S. Riyajuddin, K. Singh, L. Yadav, T. Maruyama, K. Ghosh, “Strategy to Improve the Super-capacitive and Hydogen Evolution Performance of Graphitic Carbon Nitrides via Enrichment of Carbon Content”, J. Alloy Comp. Availabe online 20 October 2020, 157671 (2020)

T. Zhu, X. Wang, W. Chang, Y. Zhang, T. Maruyama, L. Luo, X. Zhao, “Green fabrication of Cu/rGO decorated SWCNT buckypaper as a flexible electrode for glucose detection”, Mater. Sci. Eng. C 120 (2021) 111757.

J. Yamada, Y. Ueda, T. Maruyama, S. Fujikawa, T. Sasaki, M. Takahasi, S. Naritsuka, “Effect of crystallization of Ni catalyst on direct precipitation of multilayer graphene using W capping layer”, J. Cryst. Growth 555 (2021) 125969.

Ai Misaki, T. Saida, S. Naritsuka, T. Maruyama, “Effect of growth temperature and ethanol flow rate on synthesis of single-walled carbon nanotube by alcohol catalytic chemical vapor deposition using Ir catalyst in hot-wall reactor”, Jpn. J. Appl. Phys.（印刷中）

【その他】

Yuki Ueda, Takahiro Maruyama, Shigeya Naritsuka, “Growth pressure dependence of graphene direct growth on a-plane sapphire using metal-catalyst-free low-pressure CVD”, MRS ueda 2020 MRS Virtual Spring/Fall Meeting & Exhibit, November 27-December 4 (2020).

Kamal P Sharma, Takahiro Maruyama, “Synthesis of small-diameter single-walled carbon nanotubes from platinum-group metal catalysts”, International Symposium on Materials Science and Innovation for Sustainable Society, August 26-27 (2020).

Ai Misaki, Takahiro Maruyama, “Single-walled carbon nanotube synthesis by hot-wall CVD using Ir catalyst”, International Symposium on Materials Science and Innovation for Sustainable Society, August 26-27 (2020).

Shunsaku Karasawa, Sayoko Yokogawa, Daiki Yamamoto, Takahiro Saida, Takahiro Maruyama, “In situ XAFS Study on Growth Process of Single-walled Carbon

Nanotubes”, International Symposium on Materials Science and Innovation for Sustainable Society, August 26-27 (2020).

Takahiro Maruyama, “Synthesis of carbon nanotubes via vapor-liquid-solid mechanism”, Nanomaterial Formation at Fluid-Fluid Interfaces, November 2-6 (2020).

Takahiro Maruyama, Takuya Okada, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, “Single-Walled Carbon Nanotube Growth from Ir catalysts by Alcohol Gas Source Method”, 2020 MRS Fall Meeting F.nm03.09.101, Online, November 27-December 4 (2020).

丸山隆浩，熊倉誠，才田隆広，“その場 X 線吸収端近傍構造測定による単層カーボンナノチューブ生成中の触媒粒子の分析”，表面と真空（2018 年日本表面真空学会学術講演会特集号Ⅱ）62 巻（2019）7 号，416-420.

丸山隆浩，岡田拓也，Kamal Prasad Sharma，鈴木智子，才田隆広，成塚重弥，飯島澄男，“Ir 触媒からの垂直配向した細径単層カーボンナノチューブ成長，表面と真空（2019 年日本表面真空学会学術講演会特集号Ⅳ）63 巻（2019）7 号，488-491.

山田純平 , 上田悠貴 , 丸山隆浩 , 成塚重弥，“Direct precipitation growth of multi-layer graphene using W capping layer -Dependence of growth atmosphere-”，第 58 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，東京大学，東京，3 月 15 日 -17 日，(2020）.

Aliza Khaniya Sharma, Kamal P Sharma, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, “Synthesis of 3D hybrid Structures composed of Single-walled CNTs and Mesopores Carbon by Chemical Vapor Deposition”, 第 58 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム 2P-6，東京大学，東京，3 月 15 日 -17 日，(2020）.

Kamal Prasad Sharma, Daiki Yamamoto, Aliza Khaniya Sharma, Takahiro Maruyama, ” CVD synthesis of sub-nanometer diameter single-walled CNTs 100”，第 58 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム，2P-25，東京大学，東京，3 月 15 日～ 17 日（2020）

上田悠貴 , 山田純平 , 丸山隆浩 , 成塚重弥，“a 面サファイア上のグラフェンの CVD 成長メカニズムの検討”，第 58 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム 2P-26，東京大学，東京，3 月 15 日 -17 日，(2020）.

山本大貴，サラマ カマル，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩，“Pt 触媒を用いたアルコール CVD 法による 単層カーボンナノチューブ成長：収率向上に関する検討”，第 67 回応用物理学会春季学術講演会 12a-PA2-1，上智大学四谷キャンパス，東京，3 月 12 日 -15 日 (2020).

横川小葉子，山本大貴，才田隆広，丸山隆浩，「その場 XAFS 測定による CVD 法における Co 触媒からの単層カーボンナノチューブの成長過程の解明」，第 67 回 応用物理学会春季学術講演会 12a-PA2-20，上智大学 四谷キャンパス, 3 月 12 日～ 15 日（2020）.

中島諒人，樫尾達也，伊藤翼，丸山隆浩，成塚重弥，“分子線成長による Ni 薄膜の配向性に与える成長温度の効果”，第 67 回応用物理学会春季学術講演会 12a-PA2-25，上智大学四谷キャンパス，東京，3 月 12 日 -15 日 (2020).

山田純平，上田悠貴，丸山隆浩，成塚重弥，“放射光 X 線を用いたグラフェン析出成長過程のその場観察 - Ni 触媒結晶化の効果 –”，第 67 回応用物理学会春季学術講演会 14p-A403-11，上智大学四谷キャンパス，東京，3 月 12 日 -15 日 (2020).

上田悠貴，山田純平，丸山隆浩，成塚重弥，“減圧 CVD による a 面サファイア基板上でのグラフェン直接成長　----- 成長圧力依存性 -----”，第 67 回応用物理学会春季学術講演会 14p-A403-18，上智大学四谷キャンパス，東京，3 月 12 日 -15 日 (2020).

松本浩輝，岩山章，小出典克，小田原麻人，竹内哲也，上山智，岩谷素顕，丸山隆浩，赤﨑勇，「ミスト供給法を用いた AlInN 層の熱酸化」，第 67 回 応用物理学会春季学術講演会 14p-A302-15，上智大学 四谷キャンパス，3 月 12 日～ 15 日（2020）.

樫尾達也，中島諒人，山田純平，上田悠貴，丸山隆浩，成塚重弥, “ナノダイヤモンドを用いた多層グラフェンの直接析出成長の低温化に関する検討”，第 67 回応用物理学会春季学術講演会 14p-A403-12，上智大学四谷キャンパス，東京，3 月 12 日 -15 日，(2020).

山本大貴，サラマ カマル，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩，「Ir 触媒を用いたアルコール CVD 法による単層カーボンナノチューブ成長のエタノール圧力依存性」，第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 8p-Z29-4，オンライン開催，9 月 8 日～ 11 日 (2020).

上田悠貴，丸山隆浩，成塚重弥，「金属触媒フリー減圧 CVD による a 面サファイア基板上のグラフェンの直接成長 ----- 成長時間依存性 -----」，第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 9a-Z29-6, オンライン開催，9 月 8 日～ 11 日 (2020).

松本浩輝，岩山章，小出典克，小田原麻人，竹内哲也，

上山智，岩谷素顕，丸山隆浩，赤﨑勇，「ミスト供給法を用いた AlInN 層の熱酸化の低温化」，第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 10a-Z02-5，オンライン開催，9 月 8 日～ 11 日 (2020).

Kamal Prasad Sharma，Aliza K. Sharma，Takahiro Maruyama，" CVD synthesis of various polygonal-shaped h-BN single crystals"，第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 10a-Z29-7，オンライン開催，9 月 8 日～ 11 日 (2020).

成塚重弥，竹中駿，丸山隆浩，「グラフェンマスクを用いた化学ビームエピタキシーによる GaN の低角入射マイクロチャンネルエピタキシー」，第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 11a-Z02-7，オンライン開催，9 月 8 日～ 11 日 (2020).

近藤秀，鈴木智子，田島秀春，丸山隆浩，「カーボンナノチューブを用いた湿式処理による突起構造の形成メカニズムの解明」，第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 11p-Z28-5，オンライン開催，9 月 8 日～ 11 日 (2020).

中島諒人 , 樫尾達也 , 村橋知明 , 曽我司 , 丸山隆浩 , 成塚重弥，「グラフェン成長に用いるサファイア基板上巨大グレイン Ni 薄膜の作製」, 第 59 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-19，オンライン開催，2020 年 9 月 16 日～ 18 日 (2020).

樫尾達也 , 中島諒人 , 上田悠貴 , 丸山隆浩 , 成塚重弥，" In-situ X-ray diffraction monitor of multi-layer graphene precipitated from nanodiamonds"，第 59 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム 2P-18，オンライン開催，2020 年 9 月 16 日～ 18 日 (2020).

成塚重弥，山田純平，上田悠貴 , 中島諒人，樫尾達也 , 丸山隆浩，藤川誠二，佐々木拓生，高橋正光，"放射光を用いたグラフェン析出成長のその場 X 線回折測定"，第 49 回結晶成長国内会議 09p-B12，オンライン開催，11 月 9 日～ 11 日 (2020).

丸山隆浩，岡田拓也，サラマ・カマル，才田隆広，成塚重弥，"白金族元素を触媒に用いた細径単層カーボンナノチューブの作製"，2020 年日本表面真空学会学術講演会 3Ep-03，オンライン開催，2020 年 11 月 19 日～ 21 日).

Asato Nakashima, Tatsuya Kashio, Tomoaki Murahashi, Tsukasa Soga, Takahiro Maruyama, and Shigeya Naritsuka, "Crystallization of Ni (111) layer on c-plane sapphire substrate for high-quality graphene precipitation ― utilization of crystallization starter layer ― ", 39th Electronic Materials Symposium (EMS-39), The Kashihara, Nara, Oct. 7-9 (2020) P1-14.

Tatsuya Kashio, Asato Nakashima, Yuki Ueda, Takahiro Maruyama and Shigeya Naritsuka, "In-situ X-ray diffraction monitor of multi-layer graphene precipitated from nanodiamonds", 39th Electronic Materials Symposium (EMS-39), The Kashihara, Nara, Oct. 7-9 (2020) P1-15.

Kazuki Niwa, Takeshi Fukami, Takahiro Maruyama and Shigeya Naritsuka, "Removal of polymer residues from PMMA-protected transferred graphene", 39th Electronic Materials Symposium (EMS-39), The Kashihara, Nara, Oct. 7-9 (2020) P2-16.

Yuki Ueda, Takahiro Maruyama, and Shigeya Naritsuka, "Direct growth of single-layer graphene on 2-inch a-plane sapphire substrate using low-pressure CVD without metal-catalyst", 39th Electronic Materials Symposium (EMS-39), The Kashihara, Nara, Oct. 7-9 (2020) P3-5.

Takeshi Fukami, Kazuki Niwa, Yuuta Kobayashi, Takahiro Maruyama and Shigeya Naritsuka, "Low temperature graphite growth on SiO2 substrate using Ga solution", 39th Electronic Materials Symposium (EMS-39), The Kashihara, Nara, Oct. 7-9 (2020) P3-6.

岡田拓也，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩，"Ir 触媒からの単層カーボンナノチューブ成長～細径ナノチューブの高密度成長～"，名城大学総合研究所紀要第 24 号，2019 年 3 月 .

岡田拓也，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩，"Ir 触媒からの単層カーボンナノチューブ成長～細径ナノチューブの生成過程～"，名城大学総合研究所紀要第 25 号，p.29-32，2020 年 3 月 .

才田　隆広

【学術論文】

Junya Ohyama, Keiichi Okubo, Kazutomo Ishikawa, Takahiro Saida, Yuta Yamamoto, Shigeo Arai, Atsushi Satsuma, "Removal of Surface Poisoning Improves Hydrogen Oxidation", ACS Appl. Energy Mater. 3 (2020) 1854.

Performance of Pt Catalysts under Basic Conditions ""

Takahiro Maruyama, Takuya Okada, Kamal Prasad Sharma, Tomoko Suzuki, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Yoko Iizum, Toshiya Okada, Sumio Iijima, "Vertically aligned growth of small-diameter single-walled carbon nanotubes by alcohol catalytic chemical vapor deposition with Ir catalyst", Appl. Surf. Sci. 509 (2020) 145340.

Ai Misaki, T. Saida, S. Naritsuka, T. Maruyama, "Effect of growth temperature and ethanol flow rate on synthesis of

single-walled carbon nanotube by alcohol catalytic chemical vapor deposition using Ir catalyst in hot-wall reactor", Jpn. J. Appl. Phys. 60 (2021) 015003

【その他】

Shunsaku Karasawa, Sayoko Yokogawa, Daiki Yamamoto, Takahiro Saida, Takahiro Maruyama, "In situ XAFS Study on Growth Process of Single-walled Carbon Nanotubes", International Symposium on Materials Science and Innovation for Sustainable Society, August 26-27 (2020).

Takahiro Maruyama, Takuya Okada, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, "Single-Walled Carbon Nanotube Growth from Ir catalysts by Alcohol Gas Source Method", 2020 MRS Fall Meeting F.nm03.09.101, Online, November 27-December 4 (2020).

丸山隆浩，熊倉誠，才田隆広，"その場 X 線吸収端近傍構造測定による単層カーボンナノチューブ生成中の触媒粒子の分析"，表面と真空（2018 年日本表面真空学会学術講演会特集号Ⅱ）62 巻（2019）7 号，416-420.

丸山隆浩，岡田拓也，Kamal Prasad Sharma，鈴木智子，才田隆広，成塚重弥，飯島澄男，"Ir 触媒からの垂直配向した細径単層カーボンナノチューブ成長，表面と真空（2019 年日本表面真空学会学術講演会特集号Ⅳ）63 巻（2019）7 号，488-491.

Aliza Khaniya Sharma, Kamal P Sharma, Takahiro Saida, Shigeya Naritsuka, Takahiro Maruyama, "Synthesis of 3D hybrid Structures composed of Single-walled CNTs and Mesopores Carbon by Chemical Vapor Deposition", 第 58 回フラーレン・ナノチューブ・グラフェン総合シンポジウム 2P-6，東京大学，東京，3 月 15 日 -17 日，(2020）.

山本 大貴，サラマ カマル，才田 隆広，成塚 重弥，丸山 隆浩，"Pt 触媒を用いたアルコール CVD 法による 単層カーボンナノチューブ成長：収率向上に関する検討"，第 67 回応用物理学会春季学術講演会 12a-PA2-1，上智大学四谷キャンパス，東京，3 月 12 日 -15 日 (2020).

横川 小葉子，山本 大貴，才田 隆広，丸山 隆浩，「その場 XAFS 測定による CVD 法における Co 触媒からの単層カーボンナノチューブの成長過程の解明」，第 67 回 応用物理学会春季学術講演会 12a-PA2-20，上智大学 四谷キャンパス, 3 月 12 日～ 15 日（2020）.

才田隆広，藤原拓海，増山美優，丸山隆浩，「還元性酸化チタンナノワイヤーの合成と酸性溶液中における酸素還元活性」，電気化学会第 87 回大会，1A17，web 討論会，3 月 17 日～ 19 日（2020）.

山本 大貴，サラマ カマル，才田 隆広，成塚 重弥，丸山 隆浩，「Ir 触媒を用いたアルコール CVD 法による単層カーボンナノチューブ成長のエタノール圧力依存性」，第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 8p-Z29-4，オンライン開催，9 月 8 日～ 11 日 (2020)

丸山隆浩，岡田拓也，サラマ・カマル，才田隆広，成塚重弥，"白金族元素を触媒に用いた細径単層カーボンナノチューブの作製"，2020 年日本表面真空学会学術講演会 3Ep-03，オンライン開催，2020 年 11 月 19 日～ 21 日)

岡田拓也，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩，"Ir 触媒からの単層カーボンナノチューブ成長～細径ナノチューブの高密度成長～"，名城大学総合研究所紀要第 24 号，2019 年 3 月

岡田拓也，才田隆広，成塚重弥，丸山隆浩，"Ir 触媒からの単層カーボンナノチューブ成長～細径ナノチューブの生成過程～"，名城大学総合研究所紀要第 25 号，p.29-32，2020 年 3 月

機械工学科

來海　博央

【学術論文】

矢敷啓太 , 來海博央 :「Quantum ESPRESSO (第一原理計算) で予測された変形ポテンシャル係数を用いたラマン分光法による Si の応力評価」, 材料, 第 69 巻, 第 4 号, pp.315–321, (2020-4).

【その他】

矢敷啓太 , 來海博央 :「偏光顕微ラマン分光法による単結晶シリコンカーバイト（4H-SiC）のひずみ / 応力成分評価手法の開発」, 日本非破壊検査協会　応力・ひずみ測定と強度評価シンポジウム講演論文集, pp. 5-10, (2020–1).

波多野央基, 田中啓介, 來海博央 :「種々の切欠き形状を有した電着ニッケルナノ結晶薄膜の疲労強度低下の予測」, 日本材料学会東海支部　第 14 回学術講演会, pp. 27-28, (2020–3).

國枝弘 , 來海博央 , 田中啓介 :「UV-LIGA プロセスで創製した Ni ナノ結晶薄膜の疲労き裂発生と進展の評価」, 日本機械学会東海支部第 69 期総会・講演会, https://doi.org/10.1299/jsmetokai.2020.69.308, (2020–3).

新實和真, 來海博央, 劉浩文 :「長時間微粒子ピーニングによりナノ結晶化された純 Al の可能性」, 名城大学総合研究所　紀要, Vo. 25, pp. 41-44, (2020–3).

矢敷啓太, 來海博央, 奥村克典 :「応力・ひずみの 2 次元高分解能イメージングへ向けた顕微ラマン分光装置の開発」, 名城大学総合研究所　紀要, Vo. 25, pp. 45-48, (2020–3).

矢敷啓太, 來海博央 :「多結晶シリコンの 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. 25, pp. 49-52, (2020–3).

波多野央基, 田中啓介, 來海博央 :「切欠きを有する電着ナノ結晶ニッケル薄膜における疲労強度低下の予測」, 日本材料学会第 69 期通常総会・学術講演会, WEB (119), (2020–5).

加藤幹也, 矢敷啓太, 來海博央 :「顕微ラマン分光法によるマルチドメイングラフェンの結晶方位同定の可能性」, 日本材料学会第 69 期通常総会・学術講演会, WEB (422), (2020–5).

清水　憲一

【学術論文】

清水憲一 , 岩堀恵介 , 佐藤龍樹 , 土橋広武 , 加藤直己 , 田中啓介 :「ガラス短繊維強化樹脂の内部ひずみ分布の放射光ひずみスキャンニング法による評価」, 材料 , Vol. 69, No. 4, pp. 300-307 (2020)

【その他】

清水憲一, 鈴木義典 , 岩堀恵介, 田中啓介 :「引張り負荷過程における短繊維 GFRP の X 線応力測定」, 日本材料学会第 69 期通常総会・学術講演会講演論文集 , ダウンロード (2020)

清水憲一, 鈴木義典 , 木村啓二, 田中啓介 :「引張り負荷過程における短繊維 GFRP の X 線応力測定と繊維配向の影響」, 日本材料学会第 54 回X線材料強度に関するシンポジウム講演論文集 , ダウンロード (2020)

成田　浩久

【学術論文】

Narita, H., Cutting Features Between Surface Roughness in Feed Direction and Machining State of Radius End Mill Against Inclined Surfaces (In Case of Contour Machining and Five-Axis Machining with Constant Tilt Angle), International Journal of Automation Technology, Vol.14, No.1, pp.46-51, (2020)

【その他】

成田浩久, 舘山武史, 永野佳孝, 藤本英雄, 画像検査への AI の応用についての現状と将来に関する考察, 表面技術, Vol.71, No.7, pp.29-33, 日本工業出版, (2020)

舘山武史, 成田浩久, 藤本英雄, 深層学習を用いた画像認識による自動製品検査システムの開発事例, 画像ラボ 2020 年 12 月号, pp.1-6, (2020)

成田浩久, 傾斜面を対象としたラジアスエンドミルの走査線加工における表面粗さと特徴, 日本機械学会生産システム部門研究発表講演会 2020 講演論文集, pp.53-54, (2020).

Narita, H., Surface Roughness Analysis For Radius End Mill in Cross Feed Direction Both Contour and Scanning Line Machining, Proceedings of the Leading Edge Manufacturing/Materials and Processing, LEMP2020-8575, (2020)

Kondo, T., Kitayama, J., Mizuno, S, Narita, H. and Kubo, T., Investigation of Search Range for Suppression of Chatter Vibrations by Randomized algorithm, Proceedings of the 18th International Conference on Precision Engineering,

B-1-22, (2020)

Banno, R., Narita, H., Kobayashi, Y., Sakaguchi, M. and Fujimoto, H., Skill extraction by anaiyzing motion during TIG welding, Proceedings of the 18th International Conference on Precision Engineering, D-4-3, (2020)

松田　淳

【学術論文】

松田淳，岡田賢二，小泉眞二，青山直樹，鬼頭卓大:「衝撃波と放電プラズマの干渉実験用直流放電装置試作及び性能確認実験」，航空宇宙技術 , Vol. 19, pp. 57-62 (2020)

【その他】

政二誠幸，井上知樹，木村祥真，福與大晟，鬼頭卓大，松田淳 :「放電場と衝撃波の干渉による衝撃波加速現象の投入電力依存性」，機械学会年次大会 (2020)

塚田　敦史

【その他】

藤田ひとみ , 塚田敦史, 大浦智子, 木村清人, 辻村尚子:「筋ジストロフィー患者に対する理学療法・作業療法の実態把握にむけた系統的レビュー」，第 30 回日本疫学会学術総会予稿集 , CD-ROM (2020)

平野観人，塚田敦史，池田卓美，青井清一，張彦芳:「設計支援のための水晶体混濁眼における色覚シミュレーションとその評価」，日本設計工学会東海支部令和元年度研究発表講演会講演論文集，CD-ROM (2020)

中西　淳

【学術論文】

Shunki Itadera, Jun Nakanishi, Toshio Fukuda, Masanori Tanimoto, and Izumi Kondo: “Admittance Control based Robotic Clinical Gait Training with Physiological Cost Evaluation,”Robotics and Autonomous Systems, Vol. 123, 103326 (2020)

Jacinto Colan, Jun Nakanishi, Tadayoshi Aoyama, and Yasuhisa Hasegawa: “A cooperative human-robot interface for constrained manipulation in robot-assisted endonasal surgery,”Applied Sciences, Vol. 10, Issue 14, 4809 (2020)

Jun Nakanishi, Shunki Itadera, Tadayoshi Aoyama, and Yasuhisa Hasegawa, “Towards the Development of an Intuitive Teleoperation System for Human Support Robot using a VR Device,” Advanced Robotics, Vol. 34, No. 19, pp. 1239-1253 (2020)

Shunki Itadera, Taisuke Kobayashi, Jun Nakanishi, Tadayoshi Aoyama, and Yasuhisa Hasegawa, “Towards Physical Interaction-based Sequential Mobility Assistance using Latent Generative Model of Movement State,”Advanced Robotics, online (2020)

【その他】

板寺駿輝，小林泰介，中西淳，青山忠義，長谷川泰久:「潜在的動作状態生成モデルに基づいた身体的インタラクションを伴う包括的移動支援」，第 25 回ロボティクスシンポジア，pp. 236-237 (2020)

若林耕平，中西淳 :「弾性枝を考慮した目標ダイナミクス法による 2 リンクブラキエーションロボットの制御手法の検討」，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会，2A2-L13 (2020)

魚住大輔, Jacinto E. Colan Zaita, 長谷川泰久, 青山忠義, 中西淳 :「示指による直感的鉗子先端姿勢操作を可能とする鉗子軸把持型操作インターフェースの提案，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会，2P2-F13 (2020)

藤中翼，板寺駿輝，中西淳，青山忠義，長谷川泰久:「遠隔操作における一般物体認識及びビジュアルフィードバック制御による把持アプローチ支援，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会，2A2-C11 (2020)

村井和稀，中西淳 :「モバイルマニピュレーションにおける手先速度を考慮した車輪型移動ロボットの姿勢決定手法に関する研究」，第 21 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，1H1-01 (2020)

若林耕平，中西淳 :「弾性枝を考慮した目標ダイナミクス法による仮想エネルギーを用いた 2 リンクブラキエーションロボットの制御手法の検討」，第 21 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，1H2-01 (2020)

交通機械工学科

中島　公平

【学術論文】

中島公平 , 森唯人 , 吉田昌央 , 大藏信之 :「強制対流下における切欠きフィン付き空冷シリンダの冷却特性 (第 2 報，上下フィンの切欠き位置をオフセットさせた場合)」, 設計工学 , Vol. 55, No. 6, pp. 405-414, (2020-6)

【その他】

Yosuke Uchiyama and Kohei Nakashima: “Effect of Piston Skirt Surface Treatment on Piston Assembly Friction in an Eco-Mileage Vehicle Engine,” The 25th Small Engine Technology Conference (SETC2019), (2019-11)

Kohei Nakashima and Shunsuke Nakakuki: “Piston Ring Behavior in a 2-Stroke Engine,” Direct-Injection 2-Stroke Engines International Workshop & Conference, (2020-2)

中久木駿介 , 中島公平 :「二ストロークエンジンにおけるピストンリングの半径方向挙動」, 日本設計工学会東海支部令和元年度研究発表講演会講演論文集 , pp. 7-10, (2020-3)

解徳為 , 中島公平 :「LED 背面光による二ストロークエンジンのピストンリングの軸方向挙動」, 日本設計工学会東海支部令和元年度研究発表講演会講演論文集 , pp. 11-12, (2020-3)

加藤弘之 , 中島公平 :「省燃費競技車両用エンジンの製作」, 日本設計工学会東海支部令和元年度研究発表講演会講演論文集 , pp. 31-32, (2020-3)

森唯人 , 中島公平 , 吉田昌央 , 大藏信之 :「強制対流下での切欠きフィン付き空冷シリンダの冷却特性 (上下フィンの切欠き位置を互い違いにした場合と揃えた場合の比較)」, 日本設計工学会東海支部令和元年度研究発表講演会講演論文集 , pp. 55-58, (2020-3)

内山陽介 , 中島公平 :「省燃費競技車両用エンジンでのピストン系フリクションに対するピストン表面処理の影響」, 日本設計工学会東海支部令和元年度研究発表講演会講演論文集 , pp. 61-62, (2020-3)

西村　尚哉

【学術論文】

西村尚哉 , 杉浦捷太郎 , 深津椋平 :「侵入車両停止装置（自動車用λ型強制性動体）における制動機構の検討および制動性能評価－アーム形状および長さが制動性能に与える影響－」, 実験力学 , Vol.20, No.1, pp.45-54, (2020-3).

前川　明寛

【学術論文】

前川明寛，安江寿洋，飯田光，山田拓海 :「減速比が異なる二軸のタンデム制御（固有振動抑制に関する３方式の比較）」, 日本機械学会論文集 , Vol. 15, No. 9, [DOI: 10.1299/transjsme.19-00456] (2020)

【その他】

長谷川登生 , 前川明寛 :「電子式ディファレンシャルシステムによる無人走行車両の速度制御」, 日本機械学会東海支部第 69 期総会・講演会講演論文集 , No.203, 講演番号 710 (2020)

村瀬考祐 , 前川明寛 :「無人走行車両の前方車両追従制御」, 日本機械学会東海支部第 69 期総会・講演会講演論文集 , No.203, 講演番号 711 (2020)

宮田　喜久子

【学術論文】

S. Takeuchi, S. Nakamura, S. Hara, and K. Miyata, “Updating final-state control methods taking input constraints at final time into account (Adaptive flight trajectory design of fixed-wing UAVs)”, Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, Vol. 14, Issue 7, Pages JAMDSM0106 (2020)

K. Yamaguchi, S. Hara, S. Okamoto, T. Inoue, K. Miyata, N. Fukawa, and J. Tobita, “Experience-Based Lecture for Vibration Engineering Using Dual Scale Experiments: Free Vibration of an Actual Seismic Building and Controlling the Vibration of Scale-Down Experimental Model”, IEEE Access, Vol. 8, pp. 94767-94779 (2020)

K. Yamaguchi, R. Hayama, K. Miyata, and S. Hara, “Highly Effective Kinetic Impact Design for Asteroid Deflection Missions Exploiting Impact-Geometry Maps” Journal of Guidance, Control, and Dynamics, Vol. 43 No. 6, pp. 1082-1098 (2020)

K. Miyata, H. Nagano, and S. Hara “Passive Temperature Stabilization System for MEMS Sensors Performance Maintenance”, Transactions of the JSASS, Aerospace Technology Japan, Vol. 18, No. 5, pp. 231-236 (2020)

M. Nozaki, K. Miyata, S. Hara, and M. Otsuki, “Modeling of Space-Use Actuator System for Drive Timing Improvement”, Transactions of the JSASS, Aerospace Technology Japan, Vol. 18, No. 5, pp. 243-249 (2020)

K. Sugita, K. Miyata, S. Hara, M. Otsuki, and T. Ikeda, “Proposal of a Feedback Control System for a Thermally Driven High Power Density Actuator”, Journal of Spacecraft and Rockets, Vol. 57, No. 1, pp. 99-108 (2020)

【その他】

I. Mitsuishi, T. Yamaguchi, K. Kashiwakura, A.Takigawa, K. Tamura, K. Miyata, Y. Tawara, T. Onishi, K. Tachibana, T. Tamagawa, M. Tachibana, K. Murashima, "Development of the thermal shield for the optics on board the Imaging X-ray Polarimetry Explorer (IXPE)," Proc. SPIE 11444, Space Telescopes and Instrumentation 2020: Ultraviolet to Gamma Ray, 114447Z (2020)

S. Takeuchi, S. Nakamura, S. Hara, and K. Miyata, “Updating Final-State Control Methods Taking Input Constraints at Final Time Into Account”, Proceedings of the 15th International Conference on Motion and Vibration Control (MOVIC 2020), Paper ID# 10032 (2020)

K. Miyata, K. Tomioka, K. Yamaoka, H. Tanaka, H. Tajima “Lecture Series for Encouraging Commercial Space Utilization for the General Public”, 71st International Astronautical Congress, IAC-20 - E1.7.10 (2020)

K. Hashizume, K. Miyata, and S. Hara, “Proposal of Control System Concept for Visual Based Tracking System in Asteroid Flyby”, Proceedings of the 6th IEEJ International Workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization (SAMCON 2020), P-34 (2020)

K. Yamaguci, R. Hayama, K. Miyata, and S. Hara, “Impact-Geometry Maps; Visualization of Kinetic Impact Effectiveness for Asteroid Deflection Missions”, Proceedings of the 30th AIAA/AAS Space Flight Mechanics Meeting at the 2020 AIAA Science and Technology Forum and Exposition (SciTech 2020), AIAA-2020-0224 (2020)

橋爪康矢 , 宮田喜久子 , 原進 , “２自由度制御系を用いた高速姿勢マヌーバの応答性改善とその評価”, 電気学会研究会メカトロニクス制御研究会 , MEC- 20-031 (2020)

岸信希, 稲守孝哉, 宮田喜久子, 川嶋嶺, Park Ji Hyun, “表面反射特性を考慮した空気抗力による 低軌道衛星の姿勢運動への影響”, 第 64 回宇宙科学技術連合講演会 , 3I14 (2020)

松山哲也 , 中村和弘 , 鶴田佳宏 , 宮田喜久子 , 山縣雅紀 , “キューブサットに利用する民生用電池の特異的な低温挙動と種々の内部抵抗診断法による検証”, 第 64 回宇宙科学技術連合講演会 , 3L01 (2020)

山口友洋 , 瀧川歩 , 柏倉一斗 , 三石郁之 , 田原譲 , 大西崇文 , 立花一志 , 宮田喜久子 , 田村啓輔 , 玉川徹 , 立花正満 , 村島健介 , “X 線偏光観測衛星 IXPE 搭載 X 線望遠鏡用受動型熱制御素子サーマルシールドの開発 (7)”, 2020 年日本天文学会秋季年会 , V307a (2020)

松山哲也, 中村和弘, 鶴田佳宏, 宮田喜久子, 山縣雅紀 , “キューブサット用電源の軌道上特性分析に用いる民生用リチウムイオン電池の内部抵抗評価法の検討”, 日本機械学会 2020 年度年次大会 , No. 20-1, J19125 (2020)

中村舜 , 竹内祥太 , 原進 , 宮田喜久子 , “固定翼 UAV による低速降下物体空中回収の実現を目指して”, 日本機械学会 ロボティクス・メカトロニクス講演会 2020, No.20-2 (2020)

野崎愛斗 , 宮田喜久子 , 原進 , “SMA アクチュエータの真空モデル構築および駆動時刻制御”, 日本機械学会東海支部第 69 期総会・講演会 (Tokai Engineering Complex 2020, TEC2020), No.203-1 (2020)

丹羽一貴 , 原進 , 宮田喜久子 , “マルチコプタの着陸時リバウンド抑制機構の提案”, 日本機械学会東海支部第 69 期総会・講演会 (Tokai Engineering Complex 2020, TEC20), No.203-1 (2020)

山口友洋 , 清水貞行 , 竹原佑亮 , 瀧川歩 , 三石郁之 , 田村啓輔 , 田原譲 , 大西崇文 , 立花一志 , 宮田喜久子 , 玉川徹 , 立花正満 , 村島健介 , “X 線偏光観測衛星 IXPE 搭載 X 線望遠鏡用受動型熱制御素子サーマルシールドの開発 (6)” 日本天文学会 2020 年春季年会 , V317a (2020)

橋爪康矢 , 宮田喜久子 , 原進 , “小惑星フライバイにおける追尾撮像システム構築を目指した制御系の検討”, 第 20 回宇宙科学シンポジウム , P 1.34 (2020)

山口友洋 , 清水貞行 , 竹原佑亮 , 瀧川歩 , 三石郁之 , 田原譲 , 大西崇文 , 立花一志 , 宮田喜久子 , 田村啓輔 , 玉川徹 , 立花正満 , 村島健介 , “X 線偏光観測衛星 IXPE 搭載に向けた望遠鏡用サーマルシールドの開発”, 第 20 回宇宙科学シンポジウム , P2.31 (2020)

山岡和貴 , 田島宏康 , 宮田喜久子 , 稲守孝哉 , 野橋大輝 , 朴志賢 , 伊藤和也 , 松下幸司 , 河原宏晃 , 中澤知洋 , 増田智 , 高橋弘充 , 渡辺恭子 , “太陽中性子・ガンマ線分光ミッション SONGS”, 第 20 回宇宙科学シンポジウム , P2.71(2020)

横谷　靖

【その他】

河田岬大 , 横谷靖 :「危険予知に関連する運転操作に基づいた衝突リスクの予測 ～深層学習による前方

映像の分類～」, 第29回 交通・物流部門大会 (TRANSLOG2020), 1501 (2020).

メカトロニクス工学科

楊　剣鳴 (2020)

【学術論文】

(1) Toshio Ohta, Jianming Yang, Kenji Takahata, “Research on Haptic Generating Control Law for SBW by Impedance Control using Model Matching assumed Shared Control usage”, ICMCR2020, MR016.

(2) Huachen Yu , Jianming Yang, “An Adversarial Self-Learning Method for Cross-city Adaptation in Semantic Segmentation”, ICMCR2020, MR015.

(3) Masataka Katoh, Huachen Yu , Jianming Yang, “Development of a Recognition Module of Unmanned Sales System by Image Input”, AICS2020, A374.

(4) Yuki KANAEDA, Huachen Yu , Jianming Yang, “Semantic Segmentation using pseudo-fog image”, AICS2020, A390.

(5) Huachen Yu , Jianming Yang, “An Adversarial Self-Learning Method for Cross-city Adaptation in Semantic Segmentation”, International Journal of Machine Learning and Computing, Vol. 10, No. 5, September 2020

(6) Toshio Ohta, Jianming Yang, Kenji Takahata, “Research on Haptic Generating Control Law for SBW by Impedance Control using Model Matching assumed Shared Control usage”, International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research Vol. 9, No. 8, August 2020.

(7) 太田利夫，楊孫東，髙畑健二，楊剣鳴 , “異なる推定方法のオブザーバによるロバスト操舵制御則の外乱抑制効果の比較”日本機械学会論文集 Vol.86, No.890 pp.441 〜 451(2020,10)

【その他】

(1) 太田利夫，楊剣鳴，髙畑健二，楊孫東 :「画像認識による無人販売システムの応用関す研究」, 機械学会２０２０年度年次大会 , (2020,8). 査読なし

(2) 楊剣鳴，YU Huachen，枝祐気 :「カメラを用いた自動運転の感知システムに関する研究」, 日本設計工学会 東海支部 平成 30 年度研究発表講演会 年度研究発表講演会 , (2019,3).

(3) 山田貴雄，楊剣鳴 :「ダウンフォースによる壁面移動ロボットの開発」, 日本機会学会東海支部第 68 期総会講演会 pp.349-350, (2019.3).

(4) 太田利夫, 楊剣鳴, 髙畑健二, 楊孫東,「自動車工学, 制御工学から見た車両の静安定，動安定の定義の明確化」, 日本機械学会，第 28 回 交通・物流部門大会（TRANSLOG2019），pp.1 〜 5（2019.11）. 査読なし

(5) 楊孫東，太田利夫，楊剣鳴，髙畑健二,「異なる推定方法のオブザーバによるロバスト操舵制御則の外乱抑制効果の比較」, 日本機械学会, 第 28 回 交通・物流部門大会（TRANSLOG2019），pp.1 〜 5（2019.11）. 査読なし

畑　良幸

【学術論文】

藤吉基弘 , 畑良幸 , 美馬一博 , 平野栄樹 , 室山真徳 , 田中秀治 , 中山貴裕 :「パートナーロボットへの応用を目指した集積化力覚センサ素子によるモーメント検知」，電気学会論文誌 E, Vol. 140, No. 8, pp. 201-208 (2020)

M. Fujiyoshi, Y. Hata, K. Mima, H. Hirano, M. Muroyama, S. Tanaka, T. Nakayama: “Moment detection by integrated tactile sensors for partner robot application,” Electrical Engineering in Japan (2020)

【その他】

K. Goto, S. Harada, Y. Hata, K. Ito, H. Wado, J.Y. Cho, K.Najafi, “High Q-factor mode-matched silicon gyroscope with a ladder structure,” 2020 IEEE International Symposium on Inertial Sensors and Systems (INERTIAL), (2020)

森遼雅 , 村瀬裕也 , 伊藤翔太 , 野々村裕 , 畑良幸 :「小型温力感センサを用いた熱流による布地材料の起毛特性検知」，第 37 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム，28A3-SS1-1 (2020)

目黒　淳一

【学術論文】

高野瀬碧輝，渥美善規，滝川叶夢，目黒淳一，都市部環境下で適用可能な GNSS/IMU に関する研究　－横すべり角を考慮した相対位置性能と絶対位置性能の評価－, 自動車技術会論文誌, 2020 年 51 巻 4 号 p. 721-726

【その他】

Takaya Murakami, Yuki Kitsukawa, Eijiro Takeuchi, Yoshiki Ninomiya and Junichi Meguro, Evaluation Technique of 3D Point Clouds for Autonomous Vehicles Using the Convergence of Matching between the Points, SII2020,

Hawaii, 2020.1
Aoki TAKANOSE, Yoshiki ATSUMI, Kanamu TAKIKAWA, Junichi MEGURO, “Vehicle motion estimation by low cost GNSS / IMU Accuracy improvement by IMU correction using GNSS”, ION GNSS,St. Louis, Missouri, 2020, 9
Aoki TAKANOSE, Yoshiki ATSUMI, Kanamu TAKIKAWA, Junichi MEGURO, “Focus on Height Fluctuation Kinematic Positioning Reliability Judgment”, ION GNSS,St. Louis, Missouri, 2020, 9
Aoki Takanose, Takuya Arakawa, Kanamu Takikawa, and Junichi Meguro, “Improvement of RTK-GNSS with Low-Cost Sensors Based on Accurate Vehicle Motion Estimation Using GNSS Doppler”, IV2020, Las vegas,2020,10
高野瀬碧輝，荒川拓哉，滝川叶夢，目黒淳一，都市部環境下で適応可能な高精度測位手法の提案－ RTK-GNSS における初期条件の検討・改善 －，第 25 回ロボティクスシンポジア , 2020.3
村上貴哉，橘川雄樹，竹内栄二朗，二宮芳樹，目黒淳一，収束性と地物の連続性を考慮した自動運転に適用する三次元点群の評価に関する研究，第 25 回ロボティクスシンポジア，2020.3
高野瀬碧輝，渥美善規，滝川叶夢，目黒淳一，自動運転に適用する GNSS/IMU に関する研究　－都市部環境下における相対位置と絶対位置の評価－，自動車技術会 2020 春季大会，2020.5
山崎雄大 , 村上貴哉 , 橘川雄樹 , 二宮芳樹 , 目黒淳一 , LiDAR 性能 / 設置位置と位置推定精度の関係性検証に関する研究，ロボティクスメカトロニクス講演会 2020，2020.5
畑中拓，笹井大和，小玉亮，目黒淳一，モーションプラットフォームを活用した空間の錯覚に関する研究―錯覚と回転運動の関係性の検証―，ロボティクスメカトロニクス講演会 2020，2020.5
滝川叶夢，渥美善規，山口直輝，高野瀬碧輝，目黒淳一，GNSS Doppler/IMU を活用した横すべり角の補正による車両軌跡推定性能の向上，ロボティクスメカトロニクス講演会 2020，2020.5
渥美善規，荒川拓哉，高野瀬碧輝，滝川叶夢，柏本崇宏，目黒淳一，GNSS/IMU の高さ変動に着目した自動車に適用する位置推定の信頼性検証に関する研究，ロボティクスメカトロニクス講演会 2020，2020.5
武村健矢，山崎雄大，高野瀬碧輝，陳泫兌，橘川雄樹，目黒淳一，ハンディ型マッピングシステムを用いた三次元点群の構築に関する検討，ロボティクスメカトロニクス講演会 2020，2020.5
武村健矢，畑中拓，岡田純弥，目黒淳一，小型モビリティを用いた空間の錯覚に関する研究―並進移動と回転による知覚の検証―，第 38 回日本ロボット学会学術講演会，2020.10
松尾純汰，村上貴哉，佐藤友哉，橘川雄樹，目黒淳一，GNSS/IMU を活用した SLAM の改善による三次元点群構築の高精度化，システムインテグレーション部門講演会（SI）2020.12
滝川叶夢，渥美善規，高野瀬碧輝，目黒淳一，初期方位角の探索による RTK-GNSS と車両軌跡の最適化に関する研究，システムインテグレーション部門講演会（SI）2020.12
畑中拓，岡田純弥，目黒淳一，仮想空間の操作と実空間における体感の関係に関する研究，システムインテグレーション部門講演会（SI）2020.12
渥美善規，高野瀬碧輝，滝川叶夢，目黒淳一，車両軌跡推定に用いる IMU の性能 と車両軌跡推定性能の関係，システムインテグレーション部門講演会（SI）2020.12

社会基盤デザイン工学科

小高　猛司

【著書】

地盤工学会編：『河川堤防の調査・検討から維持管理まで』，地盤工学会 (2020)

【学術論文】

吉川高広，野田利弘，小高猛司，崔瑛：「堤防の浸透破壊に関する模型実験の空気～水～土連成有限変形シミュレーション」, 土木学会論文集 A2（応用力学），75 巻 2 号，I_379-I_388(2020)

【その他】

盛哲，中山雄人，小高猛司，李圭太，久保裕一：「低混合率ベントナイト混合砂の力学特性」，令和元年度土木学会中部支部研究発表会，pp.239-240 (2020)

藤田薫，神野駿也，小高猛司，久保裕一，李圭太：「構造性砂質土を用いた三軸並びに単純せん断試験の力学特性の検討」，令和元年度土木学会中部支部研究発表会，pp.241-242 (2020)

李朝暉，中山雄人，小高猛司，李圭太，久保裕一，佐治瞳：「礫質堤防土のせん頭粒度調整試料による適切な強度定数評価法」，令和元年度土木学会中部支部研究発表会，pp.251-252 (2020)

小高猛司，李朝暉，久保裕一，李圭太，中山雄人，佐治瞳：「吸水軟化試験による礫質堤防土の強度定数評価」，第 55 回地盤工学研究発表会，ID 21-2-1-05 (2020)

小高猛司，盛哲，中山雄人，久保裕一，李圭太：「浸透対策ベントナイト混合堤防土の力学特性」，第 55 回地盤工学研究発表会，ID 21-2-5-03 (2020)

小高猛司，藤田薫，久保裕一，李圭太：「三軸圧縮並びに単純せん断による構造性砂質土と疑似粘性土の力学特性の検討」，第 55 回地盤工学研究発表会，ID 21-2-5-04 (2020)

小高猛司，中村宏樹，李圭太，久保裕一，福永葵衣，山田紘太郎，大橋健司：「法尻に設置する排水工による河川堤防の浸透すべり破壊の抑制効果」，第 55 回地盤工学研究発表会，ID 21-7-2-06 (2020)

杉山詠一，石原雅規，佐々木亨，佐々木哲也，小高猛司，李圭太，富澤彰仁：「法すべり等が生じた小田川堤防における開削調査」，第 55 回地盤工学研究発表会，ID 21-7-5-02 (2020)

小高猛司，李圭太，石原雅規，杉山詠一：「小田川堤防における開削調査時の現場透水試験」，第 55 回地盤工学研究発表会，ID 21-7-5-03 (2020)

小高猛司，久保裕一，李圭太，石原雅規：「室内透水試験による小田川堤防土の透水性の評価」，第 55 回地盤工学研究発表会，ID 21-7-5-04 (2020)

小高猛司，李圭太，久保裕一，石原雅規，中山雄人：「小田川堤防土の浸透時のせん断強度特性」，第 55 回地盤工学研究発表会，ID 21-7-5-04 (2020)

盛哲，小高猛司，李圭太，久保裕一：「低混合率ベントナイト混合砂の構造が力学特性に及ぼす影響」，第 75 回土木学会年次学術講演会，Ⅲ -66 (2020)

李朝暉，小高猛司，李圭太，久保裕一：「吸水軟化試験による密詰め礫質堤防土のせん断強度の評価」，第 75 回土木学会年次学術講演会，Ⅲ -67 (2020)

藤田薫，小高猛司，久保裕一，李圭太，神野駿也：「シルト分が卓越した疑似粘性土の単調ならびに繰返し載荷時の力学挙動」，第 75 回土木学会年次学術講演会，Ⅲ -75 (2020)

久保裕一，小高猛司，李圭太，井上司：「浸透場一面せん断試験よる砂質土のせん断挙動と細粒分移動の関連性の考察」，第 75 回土木学会年次学術講演会，Ⅲ -409 (2020)

中村宏樹，小高猛司，李圭太，福岡捷二，田端幸輔，福永葵衣，山田紘太郎，大橋健司：「寸法の異なる堤防模型実験による力学的相似条件の考察」，第 75 回土木学会年次学術講演会，Ⅲ -417 (2020)

中村宏樹，小高猛司，李圭太，山田紘太郎，福永葵衣，大橋健司：「堤防模型実験の実務適用性と法尻排水工の対策効果の検討」，第 32 回中部地盤工学シンポジウム論文集，pp.13-16(2020)

藤田薫，小高猛司，久保裕一，李圭太，神野駿也：「構造性砂質土と疑似粘性土の単調ならびに繰返し載荷時の力学挙動」，第 32 回中部地盤工学シンポジウム論文集，pp.29-32(2020)

小高猛司，李圭太，久保裕一，石原雅規，杉山詠一，藤田薫：「小田川堤防開削調査時の現場透水試験と室内透水試験による堤体透水性の評価」，第 8 回 河川堤防技術シンポジウム論文集 , pp.3-6 (2020)

小高猛司，李圭太，中村宏樹，嶋菜乃子，舟橋真彦：「模型実験による透水性基礎地盤上の河川堤防の出水時変状対策の検討」，第 8 回 河川堤防技術シンポジウム論文集，pp.41-42 (2020)

葛　漢彬

【学術論文】

Sun, J.B., Zhang, Q., Wang, Z.F., Li, H., and Ge, H.B. (2020): Experimental and Numerical Study on Steel Ring Restrainers with Rectangular Section, *Journal of Constructional Steel Research*, Paper No.106458. https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2020.106458

Feng, H., Zhou, F.Y., Ge, H.B., Zhu, H.P., and Zhou, L.M. (2020): Seismic Performance Enhancement of Buildings using Multi‐limb Brace Damper Systems, *The Structural Design of Tall and Special Buildings*, e1825. https://doi.org/10.1002/tal.1825

Shao, F.F., Chen, Z.J., and Ge, H.B. (2020): Parametric Analysis of the Dynamic Characteristics of a Long-span Three-tower Self-anchored Suspension Bridge with a Composite Girder, *Advances in Bridge Engineering*, Vol.1, Paper No. 10. https://doi.org/10.1186/s43251-020-00010-x

Shao, F.F., Gu, T.Y., Jia, L.J., Ge, H.B., and Taguchi, M. (2020): Experimental Study on Damage Detectable Brace-Type Shear Fuses, *Engineering Structures*, Vol.225, Paper No.111260. https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.111260

Fujie, W., Taguchi, M., Kang, L., Ge, H.B., and Xu, B. (2020): Ductile Crack Initiation Evaluation in Stiffened Steel Bridge Piers under Cyclic Loading, Steel and Composite Structures, Vol.36, No.4, pp.463-480. http://dx.doi.org/10.12989/scs.2020.36.4.463

Sun, J.B., Wang, Z.F., Xue, D.W., and Ge, H.B. (2020): Concept and Behavior of a Steel Ring Restrainer with Variable Stiffness and Buffer Capacity, *Journal of Earthquake and Tsunami*, Vol.14, No.4, Paper No.2050020. https://dx.doi.org/10.1142/S1793431120500207

Jia, L.J., Xie, J.Y., Wang, Z.Q., Kondo, K., and Ge, H.B. (2020): Initial Studies on Brace-Type Shear Fuses, *Engineering Structures*, Vol.208, Paper No.110318. https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110318

Guan, D.Z., Yang, S., Wang, Z.Q., Jia, L.J., Guo, Z.X., and Ge, H.B. (2020): Concept and Behaviour of Miniature Bar-typed Structural Fuses with Eccentricity, *Journal of Constructional Steel Research*, Vol.166, Paper No.105923. https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2019.105923

田口実季，藤江渉，伊藤諒祐，葛漢彬（2020）：鋼製補剛箱形断面橋脚における延性き裂発生の Pushover 解析による評価に関する一検討，土木学会論文集 A1（構造・地震工学），Vol.76，No.4，pp. I_337-I_350，2020 年.

劉厳，葛漢彬，吉田聡一郎（2020）：Lode 角の影響を考慮した構造用鋼の延性破壊モデルの構築に関する研究，土木学会論文集 A1（構造・地震工学），Vol.76，No.4，pp.I_351-I_362，2020 年.

宇佐美勉，鈴木元哉，吉田聡一郎，葛漢彬（2020）：繰り返し荷重を受ける鋼複弦アーチリブ構造の耐荷性能評価，構造工学論文集，Vol.66A，pp.34-47，2020 年 3 月.

吉田聡一郎，藤江渉，賈良玖，葛漢彬（2020）：繰り返し曲げを受ける鋼部材の延性破壊メカニズムに関する実験的研究，鋼構造論文集，Vol.27, No.105，pp.1-11, 2020 年 3 月.

【その他】

薛迪緯，賈良玖，王澤卿，葛漢彬：切欠き棒部材を有する高機能座屈ブレースの開発に関する実験的研究，土木学会第 74 回年次学術講演会講演概要集，I-127，(2020-9)

藤江渉，田口実季，石原羽，吉田聡一郎，葛漢彬：鋼材の延性破壊解析における損傷進展エネルギー簡易推定法のメッシュ分割の影響，土木学会第 74 回年次学術講演会講演概要集，I-273，(2020-9)

田口実季，藤江渉，伊藤諒祐，葛漢彬：Pushover 解析を用いた鋼製箱形断面橋脚の延性き裂発生の簡易評価法に関する再検討，土木学会第 74 回年次学術講演会講演概要集，I-274，(2020-9)

劉厳，池田修斗，葛漢彬，康瀾：高応力三軸度下における高強度鋼材（Q690）の破断特性に関する実験的研究，土木学会第 74 回年次学術講演会講演概要集，I-305，(2020-9)

王澤卿，葛漢彬，管東芝：芯材に切欠きを設けた小型座屈拘束ブレースの性能実験，土木学会第 40 回地震工学研究発表会講演論文集，論文番号 1622，(2020-10)

Ge, H.B., Jia, L.J., Gu, T.Y.: Mesoscopic Mechanics Based Design and Performance Evaluation of Metallic Dampers, Proc. 9th Industry-Academia Formula on Advances in Structural Engineering, Invited Online Lecture, Guangzhou, China, Dec. 2-4, (2020-12)

岩下　健太郎

【学術論文】

岩下健太郎，張逸馨：「BFRP，AFRP シート接着補強 RC 梁の曲げ挙動に関する解析的研究」，コンクリート工学年次論文集, Vol. 42, No. 1, pp. 1414-1419 (2020)

【その他】

岩下健太郎：「見どころ土木遺産，宇津ノ谷隧道群－宇津ノ谷峠と 4 時代の宇津ノ谷隧道－」，土木学会誌，Vol.105, No.3, pp. 42-43 (2020)

相原崇秀，藤井祐太，岩下健太郎：「FRP シートーコンクリート間のせん断応力分布と剥離の関係に関する研究」, 土木学会中部支部研究発表会, V-027 (2020)

張逸馨，相原崇秀，岩下健太郎：「BFRP シート接着による RC 梁の曲げ補強効果と補強量の関係に関する解析的研究」，土木学会中部支部研究発表会，V-028 (2020)

中村　一樹

【著書】

中村一樹：「第 2 章・特論 4：リニア中央新幹線開通に伴う観光波及効果を考慮した地方鉄道ネットワークの将来ビジョンについての考察」,『変革社会に対応する新しい都市計画像』（日本都市計画中部支部編）, 中日出版社 (2020)

R. Buehler, E. Heinen, K. Nakamura: “Chapter 6: Bicycle parking” in “Cycling for sustainable cities”, edited by R. Buehler and J. Pucher, MIT Press (2020)

【学術論文】

守田賢司 , 中村一樹：「歩道境界空間デザインを考慮した VR 歩行空間評価」，土木学会学会論文集 D3, Vol. 75, No. 6, pp. I_137-I_143 (2020)

中村一樹 , 大矢周平 , 木野村遼 , 藤井翔太：「リニア開通を想定した周辺地方都市における周遊観光の潜在的な選好 : 三重の SNS 分析とアンケート調査から」, 都市計画論文集 , Vol. 55, No. 3, pp. 769-776 (2020)

K. Nakamura: “Experimental analysis of walkability evaluation using virtual reality application,”Environment and Planning B: urban analytics and city science, (in press)

【その他】

加藤暉登 , 守田賢司 , 中村一樹：「超小型モビリティと歩行空間評価の CGVR 評価」，土木学会中部支部研究発表講演概要集，CD-ROM (2020)

中村宏樹 , 大矢周平 , 中村一樹 , 高野剛志 , 森田紘圭：「選好に基づく歩行空間評価の国際分析」，土木学会中部支部研究発表講演概要集，CD-ROM (2020)

鈴木志信 , 守田賢司 , 中村一樹：「歩道の交通機能を考慮した歩行空間評価」，土木学会中部支部研究発表講演概要集，CD-ROM (2020)

大矢周平 , 田間元博 , 中村一樹：「居住地と活動地に対する歩行意識の関係分析：大型モール施設のケーススタディ」，土木計画学研究・講演集，CD-ROM (2020)

守田賢司，中村一樹：「超小型モビリティを導入した街路空間整備の CGVR 評価」，土木計画学研究・講演集，CD-ROM (2020)

環境創造工学科

垣鍔　直

【著書】

照明ハンドブック第 3 版，オーム社，編集：入倉隆，大谷義彦，小野隆，垣鍔直，著者:多数，2020.8（執筆なし，編集のみ）

【学術論文】

N.Kakitsuba, Q. Chen, Y. Komatsu：「Diurnal change in psychological and physiological responses to consistent relative humidity diurnal change in psychological and physiological responses to consistent relative humidity」, Journal of Thermal Biology, https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.102490 (2020)

杖先壽里 , 正田浩三，垣鍔直 :「インスペクションシートデータベース化とインスペクションシステムの改善に関する研究」，日本建築学会技術報告集，vol.64, pp.1043 － 1048, 2020.10

中野慎哉，垣鍔直 :「夏期に熱刺激を繰り返した時のストレスの評価に関する研究」，人間と生活環境，第 27 巻 第 2 号 , pp.1-6 , 2020.12

【その他】

陳啓敏，王暁陽，垣鍔直：高湿環境における温冷簡易影響を及ぼす生理的要因に関する研究，43nd 人間 - 生活環境系シンポジウム報告集 (釧路), pp.99-102 (2019.11)

王暁陽，陳啓敏，垣鍔直：繰り返し暑熱曝露した時のストレスの評価－曝露時間の違いの影響－，43nd 人間 - 生活環境系シンポジウム報告集 (釧路), pp.145-148 (2019.11)

中野慎哉，陳啓敏，王暁陽，垣鍔直：夏期に繰り返し暑熱曝露を受けた場合のストレス評価に関する実験的研究，43nd 人間 - 生活環境系シンポジウム報告集 (釧路), pp.95-98 (2019.11)

石井仁，垣鍔直：LED 照明の照度条件が人体生理・心理反応の日内変動に及ぼす影響，43nd 人間 - 生活環境系シンポジウム報告集 (釧路), pp.33-36 (2019.11)

杖先壽里，正田浩三，垣鍔直：建築物清掃管理評価点検表の検討，第 47 回建築物環境衛生管理全国大会（東京），pp.58-59 (2020.1)

垣鍔直，杖先壽里，正田浩三：天井・壁・床の反射率・光沢度の違いが LED 照明環境に及ぼす影響に関する研究，第 47 回建築物環境衛生管理全国大会（東京），pp.100-101 (2020.1)

N.Kakitsuba，Underlying mechanism on diurnal variation of thermal sensation at consistent ambient temperatureand relative humidity，Virtual 8th International Conference on the Physiology and Pharmacology of Temperature Regulation，online conference，(2020.10)

垣鍔直：夏期の河道内気候の日内変化に関する調査研究第 , 59 回日本生気象学会大会（オンライン大会），日本生気象学会雑誌，57（3），S49 (2020.11)

王暁陽，垣鍔直：温冷感モデルに関する研究 - 気温のステップ変化を考慮した温冷感モデルの開発 -, 44nd 人間 - 生活環境系シンポジウム報告集 (オンライン大会), pp.37-38 (2020.12)

片桐　誠之

【学術論文】

片桐誠之 :「微生物懸濁液の精密濾過」，膜 , Vol. 45, No. 1, pp. 22-28 (2020)

片桐誠之 , 水野由貴 , 北畑智志 , 入谷英司 :「高圧圧搾操作による白色腐朽菌の高度脱水と生理活性物質の搾出」，化学工学論文集 , Vol. 46, No. 2, pp. 18-23 (2020)

D.Q. Cao, X. Wang, Q.H. Wang, X.M. Fang, J.Y. Jin, X.D. Hao, E. Iritani, and N. Katagiri: “Removal of Heavy Metal Ions by Ultrafiltration with Recovery of Extracellular Polymer Substances from Excess Sludge,” Journal of Membrane Science, Vol. 606, 118103, pp. 1-11 (2020)

D.Q. Cao, J.Y. Jin, Q.H. Wang, X. Song, X.D. Hao, E. Iritani, and N. Katagiri: “Ultrafiltration Recovery of Alginate: Membrane Fouling Mitigation by Multivalent Metal Ions and Properties of Recycled Materials,”, Chinese Journal of Chemical Engineering, Vol. 28, No. 11, pp. 2881-2889 (2020)

【その他】

片桐誠之 :「微生物代謝物による膜ファウリング現象」，環境浄化技術 , Vol. 19, No. 2, pp. 59-63 (2020)

片桐誠之 , 入谷英司 , 湊純平 , 西川匡子 , 川崎健二 :「【優秀論文賞受賞講演】無機塩の段階的添加による破砕汚泥の沈降性能の向上」，化学工学会第 85 年会講演要旨集， I213 (2020)

入谷英司 , 片桐誠之 , 澤田大悟 :「【優秀論文賞受賞講演】限られた濾過速度データからファウリングの機構・量を個別判定する指標の開発」，化学工学会第 85 年会講演要旨集， I214 (2020)

片桐誠之 , 増田晴樹 , 入谷英司 :「ナノコロイドの限外濾過におけるケーク空隙率の簡易評価法」, 化学工学会第 85 年会講演要旨集 , I215 (2020)

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アルカリシリカ反応性の評価および抑制に関する研究－建築構造物の解体に伴い発生するコンクリート塊のリサイクルシステム，日本建築学会技術報告集第 26 巻第 63 号 , pp.434-439 (2020)
* 陶宇洲，道正泰弘，安達克己，錦木健二：混和材による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.42 No.1, pp.1330-1335 (2020)
* 道正泰弘，村上一夫，陶宇洲，山本武志：混和材によるセメント硬化体からのセシウム溶出抑制，コンクリート工学年次論文集 , Vol.42 No.1,pp.89-94 (2020)
* Dinh Van Linh，Nguyen Anh Duc，陶宇洲，錦木健二，道正泰弘：ベトナムの建設工事における再生骨材コンクリート技術の適用，名城アジア研究，Vol.10 No.1，pp.5-19 (2020)

【基調講演】

* Dosho Y., Contributions of the concrete recycling technology toward sustainable development: Standards and technologies of recycled aggregate concrete in Japan, The 3rd International Conference on Sustainability in Civil Engineering ICSCE 2020, Vietnam (2020)

【その他】

* Dosho Yasuhiro, Murakami Kazuo, Tao Yuzhou, Yamamoto Takeshi: CONTROL OF CESIUM LEACHING FROM CONTAMINATED CONCRETE WRECKAGE BY ADMIXTURES, Advances in Construction Materials, Proceedings of the Conmat'20, JCI，pp. 655-666, (2020)
* Nguyen Anh Duc, Dosho Yasuhiro, Tao Yuzhou, Dinh Van Linh, Nishikigi Kenji: APPLICATION OF RECYCLED AGGREGATE CONCRETE TECHNOLOGY FOR CONSTRUCTION WORK IN VIETNAM, Advances in Construction Materials, Proceedings of the Conmat'20, JCI，pp.632-643 (2020)
* Nishikigi Kenji, Dosho Yasuhiro, Matsumoto Kohei : EFFECT OF FLY ASH IN CONCRETE ON THE REBAR CORROSION, Advances in Construction Materials, Proceedings of the Conmat'20，JCI，pp.611-622, (2020)
* 錦木健二，道正泰弘，峯秀和，Nguyen Anh Duc：フライアッシュを使用するコンクリートの強度寄与率に関する研究，日本建築仕上学会 2020 年大会学術講演会研究発表論文集，pp.105-108 (2020)
* 西尾菜歩子，道正泰弘：環境側面からみた屋根材料の性能評価に関する研究，日本建築仕上学会 2020 年大会学術講演会研究発表論文集，pp. 69-72 (2020)
* 錦木健二，道正泰弘，峯秀和，Nguyen Anh Duc：フライアッシュを使用するコンクリートの強度寄与率に関する研究（その 1. セメント種類とフライアッシュの使用方法の影響），日本建築学会大会学術講演梗概集，材料施工，pp.43-44 (2020)
* 道正泰弘，錦木健二，峯秀和，Nguyen Anh Duc：フライアッシュを使用するコンクリートの強度寄与率に関する研究（その 2. フライアッシュの使用方法が k 値に及ぼす影響），日本建築学会大会学術講演梗概集，材料施工，pp.45-46 (2020)
* Nguyen Anh Duc，道正泰弘，安達克己，錦木健二：実機プラントで製造した再生骨材 L を用いたコンクリートの諸性能，日本建築学会大会学術講演梗概集，材料施工，pp.441-442 (2020)
* Dinh Van Linh, 道正泰弘 , Nguyen Anh Duc：ベトナムにおける建設解体廃棄物の資源循環システムに関する基礎調査 , 日本建築学会学術講演梗概集，材料施工，pp.445–446 (2020)
* 西尾菜歩子，道正泰弘：環境側面からみた外装材料の性能評価に関する研究（その 1　屋根材料の評価），日本建築学会大会学術講演梗概集，材料施工，pp. 1157-1158 (2020)

建築学科

生田　京子

【著書】

市川大輔 , 生田京子 , 池脇啓太 :『参加したくなるまちづくり―半田市亀崎での地域資源発掘型活動の記録』, 西山夘三記念すまいまちづくり文庫 (2020)

【その他】

加藤駿一 , 佐藤宏 , 今和泉拓 , 生田京子 , 恒川和久 :「コワーキングスペースにおける施設計画特性と利用実態に関する研究その１～全国の施設の概要」, 日本建築学会学術講演梗概集（2020）

佐藤宏 , 今和泉拓 , 加藤駿一 , 生田京子 , 恒川和久 :「コワーキングスペースにおける施設計画特性と利用実態に関する研究その２～利用者の行動特性に着目して」, 日本建築学会学術講演梗概集（2020）

今和泉拓 , 佐藤宏 , 加藤駿一 , 生田京子 , 恒川和久 :「コワーキングスペースにおける施設計画特性と利用実態に関する研究その３～利用者の利用動機，運営者の更新プロセスに着目して」, 日本建築学会学術講演梗概集（2020）

丹羽雅人 , 長谷川滉一郎 , 生田京子 , 飯田兼都 :「小中一貫教育に取り組む施設一体型校舎の共用部に関する研究 その１～グラウンド・屋外共用部に着目して」, 日本建築学会学術講演梗概集（2020）

長谷川滉一郎 , 丹羽雅人 , 生田京子 , 飯田兼都 :「小中一貫教育に取り組む施設一体型校舎の共用部に関する研究 その２～グラウンド・屋外共用部に着目して」, 日本建築学会学術講演梗概集（2020）

小澤一樹 , 澤井大 , 生田京子 :「改修・転用による展示空間における空間形状とその展示作品に関する研究その１～施設特性と空間特性の全国的傾向」, 日本建築学会学術講演梗概集（2020）

澤井大 , 小澤一樹 , 生田京子 :「改修・転用による展示空間における空間形状とその展示作品に関する研究その２～作品配置と空間特性との関係に着目して」, 日本建築学会学術講演梗概集（2020）

加藤大稀 , 恒川和久 , 村上心 , 生田京子 :「ニュージーランド，オークランドにおけるコミュニティー施設の再編手法に関する研究 -Community Facilities Network Plan を対象として -」, 日本建築学会学術講演梗概集（2020）

浅井唯那 , 生田京子 :「大学のアクティブラーニングスペースの建物内配置に関する研究」, 日本インテリア学会研究発表梗概集 , pp.101-102 (2020)

市川和樹 , 生田京子 :「民営小劇場における場の兼用，併設，転用に関する研究」, 日本インテリア学会研究発表梗概集 (2020)

石井　仁

【学術論文】

渡邊慎一 , 石井仁 :「日傘による暑熱環境緩和効果の実証的研究」, 日本生気象学会雑誌 , Vol. 56, No. 4, pp. 133-144 (2020)

渡邊慎一 , 石井仁 :「生活環境における紫外線防御の評価方法, 日本生気象学会雑誌 , Vol. 57, No. 1, pp. 7-16 (2020)

【その他】

渡邊慎一 , 石井仁 :「日傘による UTCI 低減効果に関する実証的研究」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , pp. 1175-1178 (2020)

石井仁 :「飛騨地方における茅葺民家の屋根の棟方向の推定と気候との関係」, 日本生気象学会雑誌 , Vol. 57, No. 3, p. S31 (2020)

石井仁 :「大便器ブースの内装色と寸法の違いが感覚時間ならびに印象評価に及ぼす影響 ヘッドマウントディスプレイを用いた仮想空間による検討」, 第 44 回人間−生活環境系シンポジウム報告集 , pp. 127-128 (2020)

市之瀬　敏勝

【学術論文】

星龍典 , 市之瀬敏勝 , 楠原文雄 , 八木茂治 :「仕様規定を用いたピロティ接合部設計方法 一階柱を屋外側に拡張する場合」構造工学論文集 , 日本建築学会 , Vol.66B, pp.1-14, (2020)

杉浦慎治 , 高橋裕治 , 七里賢司 , 八木茂治 , 楠原文雄 , 市之瀬敏勝 :「早期脱型工法における支柱軸力とスラブ変形の変動」日本建築学会技術報告集, 日本建築学会, Vol. 25, No. 63, pp. 124-129, (2020)

日比野陽 , 市之瀬敏勝 , 宮田英樹 , 八木茂治 , 楠原文雄 :「カットオフした 2 段目主筋先端に追加補強筋を配筋した高強度鉄筋コンクリート梁部材の付着応力度評価」日本建築学会構造系論文集, 日本建築学会, Vol. 85, No. 770, pp. 455-461, (2020)

S. Suzuki, Y. Sanada, T. Ichinose, F. Kusuhara, and S. Takahashi: Experimental Evaluation of Structural Performance of Foundation Beams under RC Shear Walls

with Door openings, Japan Architectural Review, 日本建築学会 , https://doi.org/10.1002/2475-8876.12191 (2020)

岡田　恭明

【学術論文】

* Y. Okada, T. Ichikawa, K. Yoshihisa, T. Uemura, M. Yonemura, H. Lee, S. Sakamoto and K. Yamauchi: “Sound power level of road vehicles running on dense asphalt pavement at various sites in Japan,” Journal of the Acoustical Science and Technology, Vol. 41, No. 3, pp. 598-606 (2020)
* Y. Okada, S. Sakamoto and A. Fukushima: “Field measurements of sound power spectrum for predicting road traffic noise,” Journal of the Acoustical Science and Technology, Vol. 41, No. 3, pp. 622-625 (2020)
* 市川友己，間瀬圭祐，岡田恭明，吉久光一：「排水立て管・継手から発生する騒音の測定指標に関する一検討」，騒音制御，Vol. 44, No. 3, pp. 149-154 (2020)

【その他】

* 間瀬圭祐，市川友己，岡田恭明，吉久光一：「集合住宅用排水設備から発生する流水音の音響放射特性（その 2：測定指標に関する実験的検討)」，日本音響学会東海支部 建築音響，騒音・振動関連若手研究発表会資料，p. 5 (2019.12)
* 兵藤伸也，吉田元臣，石川賢一，岡田恭明：「自動車走行騒音のパワーレベル及びパワースペクトルの測定（その 2：一般道路における排水性舗装路面上の調査結果と ASJ RTN-Model のパワーレベル式との比較)」，日本音響学会東海支部 建築音響，騒音・振動関連若手研究発表会資料，p. 10 (2019.12)
* 岡田恭明：「騒音実務者のための簡易視聴デモンストレーション」，日本音響学会講演論文集，pp. 5-6 (2020.3)
* S. Sakamoto, Y. Okada, T. Matsumoto, A. Fukushima, K. Yamauchi, Y. Yasuda and et al.: “Road traffic noise prediction model “ASJ RTN-Model 2018”: Report of the Research Committee on Road Traffic Noise,” Journal of the Acoustical Science and Technology, Vol.41, No.3, pp.529-589 (2020)
* 岡田恭明：「騒音実務者を対象とした簡易視聴デモンストレーション例」，日本音響学会騒音・振動研究会資料 N-2020-25, 5 pages (2020.8)
* 岡田恭明，吉久光一，坂本慎一：「諸外国の道路交通騒音予測モデルのパワーレベルの比較例」，日本音響学会講演論文集，pp.391-394 (2020.9)
* 間瀬圭祐，岡田恭明，吉久光一，市川友己：「音圧レベル変動に着目した排水設備騒音の計測評価事例」，日本音響学会 建築音響研究会資料 AA2020-32，6 pages (2020.10)
* 岡田恭明，間瀬圭祐：「騒音実務者のための簡易視聴デモンストレーション」，日本騒音制御工学会講演論文集，pp.81-84 (2020.11)

高井　宏之

【著書】

高井宏之：タワーマンションは暮らしやすいのか？，「タワーマンションは大丈夫か？！」, プログレス , pp. 95-109, (2020)

【学術論文】

岡本和輝 , 高井宏之 , 海道清信：「バンコクにおける 3 階建てタウンハウスの供給特性と非住宅利用の実態」, 日本建築学会・技術報告集 , Vol.26, No.62, pp. 197-202（2020）

【その他】

高井宏之：「新業態宿泊施設しての『分散型ホテル』」, 日本建築学会建築企画小委員会・報告 (2020-1)
岡本和輝 , 高井宏之 , 海道清信：「バンコクにおける 3 階建てタウンハウスの供給特性と非住宅利用の実態」の報告 , 都市住宅学会中部支部・ミニ報告会 (2020)
高井宏之：「1-11 東海圏の超高層住宅の計画動向」,『なごやの住宅と住宅地 第二版』（都市住宅学会中部支部）, pp. 50-53, (2020)
濱口菜緒 , 高井宏之：「6-4 ささしまライブ 24 地区－ロイヤルパークス ER ささしま」,『なごやの住宅と住宅地 第二版』（都市住宅学会中部支部）, pp. 190-191, (2020)
服部浩明 , 高井宏之：「ザ・シーン徳川園－民間高層住宅の経年変化 (1)」,『なごやの住宅と住宅地 第二版』（都市住宅学会中部支部）, pp. 206-209, (2020)
服部浩明 , 高井宏之：「アンビックス志賀ストリートタワー民間高層住宅の経年変化 (2)」,『なごやの住宅と住宅地 第二版』（都市住宅学会中部支部）, pp. 210-213, (2020)
服部浩明 , 高井宏之：「チッタ・ナポリタワー－民間高層住宅の経年変化 (3)」,『なごやの住宅と住宅地 第二版』(都市住宅学会中部支部), pp. 214-217, (2020)
岡本和輝 , 高井宏之 , 海道清信：「バンコクにおける 3 階建てタウンハウスの供給特性と非住宅利用の実態」, 都市住宅学会中部支部・ミニ報告会 (2020-2)
高井宏之：「台湾の住宅事情」, 都市住宅学会中部支部・ミニ報告会 , (2020)

佐々木誠 , 高井宏之ほか :「研究の概要と調査対象事例の特性－台北における超高層住宅に関する研究 その１」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , E 分冊 , pp. 339-340, (2020)

高井宏之ほか :「公的賃貸住宅における居住者特性と住環境の評価－台北における超高層住宅に関する研究　その２」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , E 分冊 , pp. 341-342, (2020)

横田玲奈 , 高井宏之 :「公的賃貸住宅における共用空間・施設の利用と評価－台北における超高層住宅に関する研究　その３」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , E 分冊 , pp. 343-344, (2020)

鈴木将太 , 高井宏之 :「分散型ホテルの計画特性と事業者の意識に関する実態」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , E 分冊 , pp. 855-856, (2020-9)

鷲田萌乃 , 高井宏之 , 佐倉弘祐 :「ぼくのいえ，わたしのいえ～これからの子どもホスピスのあり方」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , F 分冊 , pp. 258-259, (2020)

高井宏之 :「主旨説明とシンポジウム全体の構成」, アジアの超高層住宅４都市 ONLINE シンポジウム『超高層住宅の計画手法と高齢者の孤立居住問題への知見』論文集 , pp.1-7, (2020)

寺西　浩司

【学術論文】

葛山育海 , 寺西浩司 :「コンクリートの表層品質試験結果に対する試験方式などの影響」, コンクリート工学年次論文集 , Vol. 42, No. 1, pp. 1612-1617 (2020)

寺西浩司 , 葛山育海 :「トレント試験における透気深さの実験的検討」, コンクリート工学年次論文集 , Vol. 42, No. 1, pp. 1642-1647 (2020)

【その他】

葛山育海 , 寺西浩司 , 茂野僚太 , 寺野祥司 :「コンクリートの表層品質試験方法が試験結果の特性に及ぼす影響」, 日本建築学会東海支部研究報告集 , No. 58, pp. 33-36 (2020)

葛山育海 , 寺西浩司 , 茂野僚太 , 寺野祥司 :「トレント試験における透気深さの実験的検討」, 日本建築学会東海支部研究報告集 , No. 58, pp. 37-40 (2020)

寺西浩司 :「振動締固めおよび骨材量がコンクリートの材料分離および鉄筋間通過時の性能に及ぼす影響」, 名城大学総合研究所紀要 , No. 25, pp. 57-60 (2020)

三島直生 , 鹿毛忠継 , 寺西浩司 , 山田義智 :「フレッシュコンクリートの 2 次元流動解析における高流動コンクリートの流動パラメータの同定に関する基礎研究」, セメント技術大会講演要旨 , Vol. 74 (2020)

小泉信一 , 平野修也 , 鹿毛忠継 , 寺西浩司 , 神代泰道 , 陣内浩 , 野口貴文 , 玉石竜介 :「増粘剤含有高性能 AE 減水剤の品質基準（案）の提案」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 25-26 (2020)

水戸友哉 , 寺西浩司 :「種々の混和材を添加したセメントペーストのチクソトロピー性」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 67-68 (2020)

長谷川周平 , 寺西浩司 :「多量の鋼繊維と膨張材を同時に混入したモルタルの力学性質に関する研究」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 99-100 (2020)

葛山育海 , 寺西浩司 , 小田彩花 , 加藤淳 :「型枠脱型時期の判断への表層品質評価試験の適用に関する研究（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. 305-306 (2020)

加藤淳 , 寺西浩司 , 葛山育海 , 小田彩花 :「型枠脱型時期の判断への表層品質評価試験の適用に関する研究（その 2．実験結果）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 307-308 (2020)

小田彩花 , 寺西浩司 , 葛山育海 , 加藤淳 :「型枠脱型時期の判断への表層品質評価試験の適用に関する研究（その 3．脱型時期の判断のための試験方法の検討）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 309-310 (2020)

鹿毛忠継 , 小泉信一 , 陣内浩 , 鈴木澄江 , 寺西浩司 , 野口貴文 , 宮野和樹 , 山田義智 :「高流動コンクリートの材料分離抵抗性および間隙通過時の性能の評価（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. 363-364 (2020)

宮野和樹 , 太田貴士 , 鹿毛忠継 , 小泉信一 , 土屋直子 , 寺西浩司 , 丹羽大地 , 平野修也 :「高流動コンクリートの材料分離抵抗性および間隙通過時の性能の評価（その 3．水セメント比の影響）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 367-368 (2020)

山田義智 , 太田貴士 , 土屋直子 , 寺西浩司 , 丹羽大地 , 平野修也 , 三島直生 , 宮野和樹 :「高流動コンクリートの材料分離抵抗性および間隙通過時の性能の評価（その 5．ロジスティック回帰分析による目視材料分離判定）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 371-372 (2020)

丹羽大地 , 太田貴士 , 鹿毛忠継 , 小泉信一 , 寺西浩司 , 平野修也 , 三島直生 , 山田義智 :「高流動コンクリートの材料分離抵抗性および間隙通過時の性能の評価（その 6．小型壁モデル型枠への打込み実験結果）」,

日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 373-374 (2020)

寺西浩司 , 太田貴士 , 鹿毛忠継 , 土屋直子 , 丹羽大地 , 三島直生 , 宮野和樹 , 山田義智 :「高流動コンクリートの材料分離抵抗性および間隙通過時の性能の評価（その 7．材料分離抵抗性および間隙通過時の性能の評価方法の検討）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 375-376 (2020)

河合逸希 , 寺西浩司 , 坂東義之 , 見尾谷敏彦 , 辻本雄也 , 堀至希 :「種類の異なる細骨材を用いた高流動コンクリートのワーカビリティーおよび間隙通過性（その 1. 実験計画）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 397-398 (2020)

見尾谷敏彦 , 寺西浩司 , 河合逸希 , 坂東義之 , 辻本雄也 , 堀至希 :「種類の異なる細骨材を用いた高流動コンクリートのワーカビリティーおよび間隙通過性（その 2．ブリーディング , 凝結 , 圧縮強度の試験結果）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 399-400 (2020)

坂東義之 , 寺西浩司 , 河合逸希 , 見尾谷敏彦 , 辻本雄也 , 堀至希 :「種類の異なる細骨材を用いた高流動コンクリートのワーカビリティーおよび間隙通過性（その 3．分離抵抗性および間隙通過性評価試験の結果）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 401-402 (2020)

堀至希 , 寺西浩司 , 河合逸希 , 坂東義之 , 見尾谷敏彦 , 辻本雄也 :「種類の異なる細骨材を用いた高流動コンクリートのワーカビリティ―および間隙通過性（その 4．壁状モデル型枠への打込み試験結果）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 403-404 (2020)

辻本雄也 , 寺西浩司 , 河合逸希 , 坂東義之 , 見尾谷敏彦 , 堀至希 :「種類の異なる細骨材を用いた高流動コンクリートのワーカビリティーおよび間隙通過性（その 5．間隙通過性および分離抵抗性の評価方法の検討）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 405-406 (2020)

家田康暉 , 犬飼利嗣 , 寺西浩司 , 瀬古繁喜 , 朴相俊 , 藤森繁 :「築約 50 年を経過した打放し鉄筋コンクリート造建物の各種物性調査（その 1：調査概要と羽島市勤労青少年ホームの調査結果 1)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 1059-1060 (2020)

藤森繁 , 犬飼利嗣 , 寺西浩司 , 瀬古繁喜 , 朴相俊 , 早矢仕啓太 , 家田康暉 :「築約 50 年を経過した打放し鉄筋コンクリート造建物の各種物性調査（その 2：羽島市勤労青少年ホームの調査結果 2)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 1061-1062 (2020)

山下悠河 , 犬飼利嗣 , 寺西浩司 , 朴相俊 , 藤森繁 , 瀬古繁喜 , 山下明日香 :「築約 50 年を経過した打放し鉄筋コンクリート造建物の各種物性調査（その 3：岐阜工業高等専門学校プールサイドスタンドの調査概要および調査結果 1)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 1063-1064 (2020)

金村風花 , 犬飼利嗣 , 寺西浩司 , 朴相俊 , 藤森繁 , 瀬古繁喜 , 葛山育海 :「築約 50 年を経過した打放し鉄筋コンクリート造建物の各種物性調査（その 4：岐阜工業高等専門学校プールサイドスタンドの調査結果 2)」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 1065-1066 (2020)

堀金楓太 , 犬飼利嗣 , 寺西浩司 , 朴相俊 , 藤森繁 , 瀬古繁喜 :「築約 50 年を経過した打放し鉄筋コンクリート造建物の各種物性調査（その 5：中性化速度係数に関する考察）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 1067-1068 (2020)

瀬古繁喜 , 犬飼利嗣 , 寺西浩司 , 朴相俊 , 藤森繁 , 小田彩花 , 加藤淳 , 早矢仕啓太 :「築約 50 年を経過した打放し鉄筋コンクリート造建物の各種物性調査（その 6：コンクリートの表面性状に関する測定値の考察）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , A-1, pp. 1069-1070 (2020)

K. Su, K. Imamoto, T. Noguchi, M. Kanematsu, H. Hamasaki, K. Teranishi, C. Kiyohara and M. Yamada: “Post Peak Behavior of Carbonated Concrete Structure - A Case Study of the Former Shime Mining Office Vertical Derrick in Japan”, Current Topics and Trends on Durability of Building Materials and Components Proceedings of the XV edition of the International Conference on Durability of Building Materials and Components (DBMC 2020), pp. 1063-1070 (2020)

武藤　厚

【著書】

武藤厚 :『コンクリートシェル構造設計ガイドブック』（日本建築学会編）, (全 264 頁 , 共著 , 担当 ; 第 1,2,4, 章，全体取り纏め , 丸善 , (2020-3)

【その他】

武藤厚 :「コンクリート系のアーチおよびシェルの動的非線形挙動」, シンポジウム「空間構造の動的挙動に関する非線形解析の展望」資料 , pp. 37-46, (2019-12)

武藤厚 , 四方田彩花 , 川口健一 , 中楚洋介 , 松本慎也 , 木村勉 :「日本の初期の鉄筋コンクリートドーム構

造:今治ラヂウム温泉の構造調査の速報について（その 2 ドーム部分の概略の力学的特性の推定）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , pp. 735-736, (2020-9)

水野翔太 , 中根健太 , 加賀俊一 , 武藤厚 :「コンクリートシェルの薄肉・軽量化に関する基礎的検討（その 2 高性能繊維補強モルタルとリブによる検討）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , pp. 727-728, (2020-9)

中根健太 , 水野翔太 , 加賀俊一 , 武藤厚 :「RC 曲面構造における複合非線形挙動の予測に関する試み（その 11 高性能繊維補強モルタルを用いたアーチの動的性状）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , pp. 729-730, (2020-9)

李陽洋 , 川口健一 , 中楚洋介 , 武藤厚 , 松本慎也 , 木村勉 :「日本の初期の鉄筋コンクリートドーム構造：今治ラジウム温泉の 3 次元計測（その 3 UAV による写真測量とレーザー測量）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , pp. 733-734, (2020-9)

松本慎也 , 川口健一 , 中楚洋介 , 武藤厚 , 木村勉 , 藤井大地 :「日本における初期の鉄筋コンクリートドーム構造：今治ラヂウム温泉の振動特性について（その 2 微動計測結果と振動解析）」, 日本建築学会大会学術講演梗概集 , pp. 737-738, (2020-9)

四方田彩花 , 菅原真帆 , 武藤厚 :「鉄筋コンクリートシェルの振動および長期変形特性の評価に関する研究（その 4 球形シェルの耐力に及ぼすクリープの影響の分析）」, 日本建築学会東海支部研究報告書, pp. 113-116, (2020-2)

渡辺菜津美 , 菅原真帆 , 山下健 , 武藤厚 : コンクリート系連続体シェルの高度化に関する基礎的検討（その 1 高性能な材料と施工法からの試検討）」, 日本建築学会東海支部研究報告書，pp. 117-120, (2020-2)

吉永　美香

【学術論文】

* 吉永美香 :「自然循環型太陽熱利用給湯システムの性能検証と改善に関する研究 その１：三種類の開放型太陽熱温水器の長期実証試験」, 日本建築学会環境系論文集 , 第 85 巻 第 771 号，pp. 603-606 (2020)
* 吉永美香 :「自然循環型太陽熱利用給湯システムの性能検証と改善に関する研究 その２：シミュレーションによる開放型太陽熱温水器の性能検証」, 日本建築学会環境系論文集 , 第 85 巻 第 778 号，pp. 977-984 (2020)

【その他】

* 谷哉汰，佐原杏佳，吉永美香 :「パッシブハウス設計ツール PHPP と WUFI Passive の計算結果の比較検証」，空気調和・衛生工学会中部支部学術研究発表会，pp. 109-112 (2020)
* 安藤映里奈，吉永美香 :「CFD による給気・還気ダクトを含む大学講義室の気流解析」，空気調和・衛生工学会中部支部学術研究発表会, pp. 113-116 (2020)
* 吉永美香，藪下凌太郎，谷哉汰，井本翔太 :「可変透湿シートの夏型結露防止効果に関する実験的研究」，日本太陽エネルギー学会講演論文集，pp. 157-160 (2020)
* 谷哉汰，吉永美香，鎌倉寿 :「日本に建つパッシブハウスの認証用計算結果と冬期・中間期の実測結果の比較」，日本太陽エネルギー学会講演論文集，pp. 161-164 (2020)
* 吉永美香 :「太陽熱回収のシミュレーション手法と地域別評価」, 第 15 回再生可能エネルギー世界展示会＆フォーラム オンラインフォーラム , 分科会 3（太陽熱利用）講演 2（2020）

吉久　光一

【学術論文】

* Y. Okada, T. Ichikawa, K. Yoshihisa, T. Uemura, M. Yonemura, H. Lee, S. Sakamoto and K. Yamauchi: “Sound power level of road vehicles running on dense asphalt pavement at various sites in Japan,” Journal of the Acoustical Science and Technology, Vol. 41, No. 3, pp. 598-606 (2020)
* 市川友己，間瀬圭祐，岡田恭明，吉久光一 :「排水立て管・継手から発生する騒音の測定指標に関する一検討」，騒音制御，Vol. 44, No. 3, pp. 149-154 (2020)

【その他】

* 間瀬圭祐，市川友己，岡田恭明，吉久光一 :「集合住宅用排水設備から発生する流水音の音響放射特性（その 2：測定指標に関する実験的検討）」，日本音響学会東海支部 建築音響，騒音・振動関連若手研究発表会資料，p. 5 (2019.12)
* 岡田恭明，吉久光一，坂本慎一 :「諸外国の道路交通騒音予測モデルのパワーレベルの比較例」，日本音響学会講演論文集，pp.391-394 (2020.9)
* 間瀬圭祐，岡田恭明，吉久光一，市川友己 :「音圧レベル変動に着目した排水設備騒音の計測評価事例」，日本音響学会 建築音響研究会資料 AA2020-32，6 pages (2020.10)

高橋　広人

【学術論文】

鈴木晴彦，小西千里，谷田貝淳，佐藤将，小河原敬徳，櫻井健，甲斐田康弘，鈴木徹，高橋広人，稲崎富士: 2 次元微動アレイ探査を用いた深部地盤構造探査つくば市における適用例，物理探査，第 73 巻，pp.209-217（2020）

【その他】

石川舞花，佐藤玲菜，高橋広人：模擬微動記録に基づく地盤震動特性と地盤構造との関係に関する研究，日本建築学会大会東海支部研究報告集，第 58 号，pp.97-100（2020）

平井敬，高橋広人，護雅史，鈴木晴彦：道路交通振動を利用した地震波干渉法による地下構造探査の試み，日本建築学会大会学術講演梗概集，B2，pp.95-96（2020）

高橋広人，石川舞花，佐藤玲菜：模擬微動記録に基づく地盤震動特性と不整形地盤との対応に関する研究 その 1 位相速度と H/V スペクトルの空間変動，日本建築学会大会学術講演梗概集, B2, pp.97-98（2020）

石川舞花，高橋広人，佐藤玲菜：模擬微動記録に基づく地盤震動特性と不整形地盤との対応に関する研究 その 2 不整形地盤における位相速度合成の試み，日本建築学会大会学術講演梗概集，B2，pp.99-100（2020）

高橋広人，石川舞花，田原道崇：模擬微動記録に基づく地盤震動特性に及ぼす不整形地盤構造の影響に関する試検討，第 48 回地盤震動シンポジウム，pp41-44（2020）

Hirohito Takahashi:A STUDY ON THE EFFECT OF STRONG MOTION GENERATION AREA ON GROUND MOTION PREDICTION EQUATION, 17th World Conference on Earthquake Engineering, Paper N° C003348(2020).

谷田　真

【その他】

谷田真 :「shake アクセラレーションプログラム DRAFT」メンター , 名城大学社会連携センター PLAT, 2020 年 9 月 24 日

谷田真 :「Challenge to public space – ポストコロナ時代の「集う」「つながる」を考える」（名城大学オンライン公開講座) 講演 , 名城大学社会連携センター PLAT, 2020 年 10 月 21 日

谷田真 :「未来の菱野団地に向けてワークショップ - 活動拠点を考えよう！」コーディネーター , 瀬戸市 , 2020 年 11 月 4 日

名城大学谷田研究室 :「タイル百景 - 企業内コラボレーションルーム整備事業」, 株式会社谷口製陶所 , (2020)

名城大学谷田研究室 :「BOOK POT」, 名古屋みなと蔦屋書店 , アペロヒューレ , 後藤サボテン , (2020)

平岩　陸

【学術論文】

平岩陸 : 載荷方向の違いがコンクリート内部のひずみ・変形挙動に及ぼす影響に関する検討 , コンクリート工学年次論文集 , Vol.42, No.1, pp.215-220, (2020.7)

【その他】

平岩陸 : 載荷方向の違いがコンクリートの圧縮強度および変形挙動に及ぼす影響に関する実験的検討 , 日本建築学会東海支部研究報告集 , No.58, pp.41-44, (2020.2)

平岩陸 : 骨材周囲の変形挙動に与える載荷方向の影響に関する画像相関法を用いた実験的検討 , 日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東), A-1, pp.95-96, (2020.9)

松田　和浩

【学術論文】

Yaohui XUE, Wuchuan PU, Kazuhiro MATSUDA and Kazuhiko KASAI, : Influence of high-pass filtering of near-fault earthquake record on the responses of base-isolated building, Journal of Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Vol.135, (2020)

【その他】

Akira MASUDA, Kazuhiro MATSUDA : Experimental Study on Mechanical Behavior of Column Base of Self-Centering- Type CLT Wall Columns, 17th World Conference on Earthquake Engineering (17th WCEE), USB, Sendai, Japan, (2020)

Kunio MIZUTANI, Kazuhiro MATSUDA, Chen WU, Yasuaki SATO, Jiang HUANJUN and Kazuhiko KASAI : Analysis of Damage Phenomenon by Video in Vibration Test of Ceiling / Cable Tray Using Large Shaking Table, 17th World Conference on Earthquake Engineering (17th WCEE), USB, Sendai, Japan, (2020)

Kazuhiro MATSUDA, Kazuhiko KASAI, Kunio MIZUTANI, Eisaku ASATSUMA and Yasuaki SATO : Experimental Study on Dynamic Behavior of Cable Tray System Using Large Shaking Table, 17th World Conference on Earthquake Engineering (17th WCEE),

USB, Sendai, Japan, (2020)
金井建二 , 金子健作 , 笠井和彦 , 上村実那 , 家住良太 , 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 62) 軸組・枠組試験体 32 体の応答概要」, 日本建築学会大会学術講演 , C-1 分冊 , pp.485-486, 関東 , (2020)
家住良太 , 金井建二 , 上村実那 , 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 61) 振動台実験における木質制振架構の動的性状と特性⑨」, 日本建築学会大会学術講演 , C-1 分冊 , pp.483-484, 関東 , (2020)
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 60) 振動台実験における木質制振架構の動的性状と特性⑧」, 日本建築学会大会学術講演 , C-1 分冊 , pp.481-482, 関東 , (2020)
増田顕 , 松田和浩 :「ポストテンションによる CLT ロッキング壁柱の力学的挙動に関する実験研究 (その 2) 評価法の提案とそれを用いた各種検討」, 日本建築学会大会学術講演 , C-1 分冊 , pp.325-326, 関東 , (2020)
松田和浩 , 増田顕 :「ポストテンションによる CLT ロッキング壁柱の力学的挙動に関する実験研究 (その 1) 実験概要及び実験結果」, 日本建築学会大会学術講演 , C-1 分冊 , pp.323-324, 関東 , (2020)
志水真央 , 川北翔 , 松田和浩 , 山崎義弘 , 坂田弘安 :「木造戸建住宅における非構造体の損傷評価に関する調査研究 (その 2) 累積分布関数による評価と考察」, 日本建築学会大会学術講演 , C-1 分冊 , pp.539-540, 関東 , (2020)
川北翔 , 志水真央 , 松田和浩 , 山崎義弘 , 坂田弘安 :「木造戸建住宅における非構造体の損傷評価に関する調査研究 (その 1) 調査方法の概要と結果」, 日本建築学会大会学術講演 , C-1 分冊 , pp.537-538, 関東 , (2020)
金森主馬 , 松田和浩 , 上野浩志 :「プレストレスで支持材を補強したオイルダンパー木質制振壁の開発 (その 2) 水平バネ系を用いた制振壁履歴の予測」, 日本建築学会大会学術講演 , C-1 分冊 , pp.491-492, 関東 , (2020)
坂本遼 , 金森主馬 , 松田和浩 , 上野浩志 :「プレストレスで支持材を補強したオイルダンパー木質制振壁の開発 (その 1) 状態 N および R の静的強制変形実験」, 日本建築学会大会学術講演 , C-1 分冊 , pp.489-490, 関東 , (2020)
増田顕 , 後藤慶一朗 , 松田和浩 :「ポストテンションによる CLT ロッキング壁柱の力学的挙動に関する実験研究 (その 2) 評価法の提案と特性の把握」, 日本建築学会東海支部研究報告集 , pp.157-160, (2020)
後藤慶一朗 , 増田顕 , 松田和浩 :「ポストテンションによる CLT ロッキング壁柱の力学的挙動に関する実験研究 (その 1) 実験概要及び実験結果」, 日本建築学会東海支部研究報告集 , pp.153-156, (2020)
関初音 , 松田和浩 , 笠井和彦 :「木質制振構造における多層モデルの応答制御設計法～複数のバイリニア＋スリップモデルに粘弾性ダンパーを用いた場合について～」, 日本建築学会東海支部研究報告集 , pp.145-148, (2020)
森川達貴 , 松田和浩 , 間宮涼太 , 都築賢 , 服部恭大 :「電気配線用ケーブルラック耐震支持の力学的挙動に関する実験研究」, 日本建築学会東海支部研究報告集 , pp.109-112, (2020)

教養教育

景山　伯春

【著書】

Rungaroon Waditee-Sirisattha and Hakuto Kageyama :「Sensing and Molecular Mechanisms of Salt-Stress Tolerance in Cyanobacteria」in『Advances in Medicine and Biology. Volume 171』pp. 213-232, NOVA Science Publishers (2020)

Hakuto Kageyama and Rungaroon Waditee-Sirisattha :「Antioxidative, anti-inflammatory, and anti-aging properties of mycosporine-like amino acids: molecular and cellular mechanisms in protection of skin aging」in『Anti-Photoagaing and Photo-Protective Compounds from Marine Organisms』pp. 120-137, MDPI (2020)

【学術論文】

Masaki Honda, Hakuto Kageyama, Takashi Hibino, Kohei Ichihashi, Wataru Takada, Motonobu Goto: "Isomerization of Commercially Important Carotenoids (Lycopene, β-Carotene, and Astaxanthin) by Natural Catalysts, Isothiocyanates and Polysulfides," Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol. 68, No. 10, pp. 3228-3237 (2020)

Masaki Honda, Hakuto Kageyama, Takashi Hibino, Toshiyasu Sowa, Yuki Kawashima: "Efficient and environmentally friendly method for carotenoid extraction from Paracoccus carotinifaciens utilizing naturally occurring Z-isomerization-accelerating catalysts," Process Biochemistry, Vol. 89, pp. 146-154 (2020)

Siripat Ngoennet, Masaki Honda, Tanutcha Patipong, Takashi Hibino, Rungaroon Waditee-Sirisattha, and Hakuto Kageyama: "The Effects of Salts and Osmoprotectants on Enzyme Activities of Fructose-1,6-biphosphate Aldolases in a Halotolerant Cyanobacterium, Halothece sp. PCC 7418," Life, Vol. 10, No. 3, pp. 23 (2020)

Tanutcha Patipong, Takashi Hibino, Hakuto Kageyama, Rungaroon Waditee-Sirisattha: "The evolutionarily conserved HtrA plays a role in stress tolerance and protein homeostasis in the halotolerant cyanobacterium Halothece sp. PCC7418," Extremophiles, Vol. 24,, pp. 377-389 (2020)

Chananwat Korteerakul, Masaki Honda, Siripat Ngoennet, Takashi Hibino, Rungaroon Waditee-Sirisattha, and Hakuto Kageyama: "Antioxidative and antiglycative properties of mycosporine-like amino acids-containing aqueous extracts derived from edible terrestrial cyanobacteria," Journal of Nutritional Science and Vitaminology, Vol. 66, No. 4, pp. 339-346 (2020)

Siripat Siripat Ngoennet, Sophon Sirisattha, Masaki Honda, Takashi Hibino, Hakuto Kageyama, and Rungaroon Waditee-Sirisattha: "Morphological plasticity of hyperelongated cells caused by overexpression of translation elongation factor P in Synechococcus elongatus PCC7942," Applied Microbiology and Biotechnology, Vol. 104, pp. 8801-8812 (2020)

土屋　文

【学術論文】

K. Morita, B. Tsuchiya, H. Tsuchida and T. Majima, "In-situ Total Li Depth Profiling of Solid State Li Ion Batteries Under Charging and Discharging by Means of Transmission Elastic Recoil Detection Analysis with 5 MeV He^{2+} Ions", Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res., B 479, pp. 249-253 (2020)

V. Mathayan, M. V. Moro, K. Morita, B. Tsuchiya, R. Ye, M. Baba and D. Primetzhofer, "In-operando Observation of Li Depth Distribution and Li Transport in Thin Film Li Ion Batteries", Appl. Phys. Lett., 117, 023902, pp. 1-5 (2020)

K. Suzuki, B. Tsuchiya, K. Yasuda and Y. Nakata, "Light Element Analysis of Ceramics Using in-air ERDA and TOF-ERDA", Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res., B 478, pp. 169-173 (2020)

N. Matsunami, S. Okayasu, M. Sataka and B. Tsuchiya, "Electronic Sputtering of SiC and KBr by High Energy Ions", Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res., B 478, pp. 80-84 (2020)

N. Matsunami, N. Ohno, M. Tokitani, B. Tsuchiya, M. Sataka and S. Okayasu, "Modifications of WNOx Films by keV D and H Ions", Sur. Coat. Technol., 394, 125798, pp. 1-6 (2020)

K. Morita, B. Tsuchiya, H. Tsuchida and T. Majima, "Li Depth Profiles of Metal/Li-electrolyte/Metal Capacitors Under Biasing Studied by Means of MeV Ion Beam Analysis Techniques", Solid State Ionics, 344, 115085, pp. 1-5 (2020)

K. Morita, B. Tsuchiya, H. Tsuchida and T. Majima,

"Change in Li Depth Profiles of Au/LCO/mixed LATP-LAGP/Pt Battery Under Discharging Studied by Ion Beam Analysis Techniques with 9 MeV O^{4+} Ions", Solid State Ionics, 344, 115135, pp. 1-5 (2020)

【著書】

土屋文 , "「リチウム分析」，第 8 章 リチウムイオン電池の分析，解析と評価技術，第 2 節 全固体リチウムイオン電池の充電時におけるリチウムイオン移動機構 ", 技術情報協会 , pp. 393-399 (2020)

【その他】

加藤僚，宇佐見太毅，土屋文，鈴木耕拓，佐々木知子:「リチウムコバルト酸化物の水素吸収特性」，日本金属学会 2020 年秋季講演大会 (オンライン) 予稿集 (CD), エネルギー・水素吸蔵材料, 講演番号:54 (2020)

宇佐見太毅，加藤僚，土屋文，佐々木知子 :「反跳粒子検出法を用いた LiCoO2 正極 /LATP 固体電解質界面における Li^+ イオン移動量その場測定」，日本金属学会 2020 年秋季講演大会 (オンライン) 予稿集 (CD)，エネルギー・水素吸蔵材料，講演番号 : 159 (2020)

加藤僚，宇佐見太毅，小寺拓，五十嵐勝生，土屋文:「常温水分解によるリチウムコバルト酸化物の水素吸収特性」, 2020 年第 30 回材料フォーラム (オンライン) 予稿集，講演番号 : P2 (2020)

宇佐見太毅，加藤僚，小寺拓，五十嵐勝生，土屋文:「反跳粒子検出法を用いた LiCoO2/LATP 界面における Li^+ イオン移動機構解析」, 2020 年第 30 回材料フォーラム (オンライン) 予稿集，講演番号 : P1 (2020)

小寺拓，宇佐見太毅，加藤僚，五十嵐勝生，土屋文:「リチウムイオン伝導性ガラスセラミックス中の水素同位体挙動の研究」, 2020 年第 30 回材料フォーラム (オンライン) 予稿集，講演番号 : P4 (2020)

五十嵐勝生，加藤僚，宇佐見太毅，小寺拓，土屋文:「常温大気雰囲気に曝されたリチウム - ジルコニウム酸化物の二酸化炭素吸収蓄積過程」，2020 年第 30 回材料フォーラム (オンライン) 予稿集，講演番号 : P3 (2020)

中村　栄造

【その他】

中村栄造 :「書評 : 倉橋洋子，髙尾直知，竹野富美子，城戸光代編著『繋がりの詩学―近代アメリカの知的独立と〈知のコミュニティー〉の形成』」, 中部アメリカ文学 , 第 23 号 , pp.5-7 (2020)

大知　聖子

【その他】

大知聖子 :「中国・石刻史料のデータベース紹介」，人文情報学月報，第 107 号，WEB（2020）

大知聖子 :「中国・北魏研究とデジタル・ヒューマニティーズ」，人文情報学月報 , 第 108 号，WEB (2020)

大知聖子 :「中国・北魏の石刻史料（墓誌）を用いた KH Coder による分析と文化的社会集団の復元」, 第 6 回日本語の歴史的典籍国際研究集会（2020 年 11 月 7 日），国文学研究資料館 (2020)

大知聖子 :「北魏墓誌の用語の選好性にみる文化的社会集団の復元」, 第 118 回史学会大会（2020 年 11 月 8 日），史学雑誌 , 第 129 編第 9 号，pp. 115-117(2020)

名城大学理工学部研究報告投稿内規

（昭和３９年　１１月制定）
（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）
（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）
（平成３０年　　４月２６日改正）

1．投稿者の資格及び投稿の種類・内容について

1. 1. 研究報告への発表は，本学部の教授，准教授，講師，助教，助手，その他委員会が認めたものとする．
なお，大学院生および研究員の発表は，指導教員との連名を原則とする．
1. 2. 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，総務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　総務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
ヘ．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，所属学科を経て総務委員会に提出する．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. 総務委員会は，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．査読の方法は総務委員会が定める．
2. 4. 編集委員会は査読の結果に基づき，次のいずれかに決定する．
イ．採録する．
ロ．軽微な修正を求めた上で採録する．（原稿中の字句について，文意を変えない程度の加除修正を行って採録する）
ハ．投稿者に照会して，回答を求めた上，採否を決定する．
ニ．採録しない．
2. 5. 採録された原稿は返却しない．原稿に誤り，または不明の点がある場合は，投稿者に修正を求める．掲載することが不適当と認められる場合は原稿を返却する．
2. 6. 招待論文等の扱いは，その都度，総務委員会が定める．

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 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付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

2020 年 1 月 1 日より 2020 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，2019 年に公開された論文で，発刊が遅れて第 60 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（2020）

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（2020）
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（2020）

（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（2020）

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総務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

2020 年 12 月 21 日（月）までに各学科事務室に提出する．

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. 出版社名と発行年月の間に，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．

令和２年度総務委員会名簿

	数学科	植松哲也
	情報工学科	亀谷由隆
	電気電子工学科	村田英一
	材料機能工学科	上山智
	応用化学科	池邉由美子
	機械工学科	吉川泰晴
委員長	交通機械工学科	相馬仁
	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	中村一樹
	環境創造工学科	広瀬正史
	建築学科	谷田真
	教養教育	齊藤毅
	事務担当	鈴木尊文
		吉田真由美

名城大学 理工学部研究報告第61号(通巻)

令和３年３月31日　制　作
令和３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　常川印刷株式会社
名古屋市中区千代田二丁目18番17号
郵便番号460－0012　電話〈052〉262－3028

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。