

# 教育研究活動報告書

第14号

# Annual report 2019

Nanovision Science Section

Optoelectronic Science Section

Informatics Section

Nanomaterials Section

Energy System Section

Integrated Bioscience Section

Environmental Science Section

Basic Research Section

静岡大学創造科学技術大学院

Graduate School of Science And Technology  
SHIZUOKA UNIVERSITY

目次

1. 緒言	1
2. 組織	
(1) 自然科学系教育部	2
(2) 創造科学技術研究部	5
3. 専攻別教育活動	
(1) ナノビジョン工学専攻	8
(2) 光・ナノ物質機能専攻	10
(3) 情報科学専攻	11
(4) 環境・エネルギーシステム専攻	13
(5) バイオサイエンス専攻	15
4. 部門別研究活動	
(1) ナノビジョンサイエンス部門	
・部門活動報告	17
・教員別活動報告	19
(2) オプトロニクスサイエンス部門	
・部門活動報告	58
・教員別活動報告	60
(3) インフォマティクス部門	
・部門活動報告	64
・教員別活動報告	66
(4) ナノマテリアル部門	
・部門活動報告	120
・教員別活動報告	122
(5) エネルギーシステム部門	
・部門活動報告	146
・教員別活動報告	148
(6) 統合バイオサイエンス部門	
・部門活動報告	162
・教員別活動報告	164
(7) 環境サイエンス部門	
・部門活動報告	206
・教員別活動報告	209
(8) ベーシック部門	
・部門活動報告	227
・教員別活動報告	230
5. 特別教育研究経費等	265
6. 学生教育研究活動支援	
(1) 学生公募プロジェクト助成申請一覧	267
(2) 英語論文投稿支援申請一覧	270
(3) 国際会議発表支援申請一覧	276
(4) リサーチ・アシスタント（RA）採用一覧	280
7. 主催・共催シンポジウム等	288
8. 大学間交流協定等	289

## 資料編

1. 入学状況 .....	290
2. 競争的資金獲得状況	
(1) 科学研究費補助金 .....	291
(2) 受託研究費 .....	302
(3) 民間との共同研究 .....	302
3. 学術論文・学会発表等	
教員構成員 .....	303
(1) 学術論文・著書等 .....	303
(2) 特許等 .....	303
(3) 国際会議発表件数 .....	304
(4) 国内学会発表件数 .....	304
(5) 招待講演件数 .....	304
4. 客員教授 .....	305

## 1. 緒言

創造科学技術大学院長 原 和彦

創造科学技術大学院は、平成 18 年 4 月に、それまでの大学院理工学研究科の後期課程と博士課程の独立研究科であった電子科学研究科を改組してスタートいたしました。1 つの研究科に、工学系、情報系、理学系、農学系、および教育、人文系に所属する一部の自然科学系の幅広い領域からの教員が教育研究に参画して、学際的な科学・技術の教育研究を実践する我が国でもユニークな博士後期課程大学院といえます。本大学院は、修士課程を修了した日本人学生、世界各国からの留学生、および産業界・公的機関等に職を有する社会人を広く受け入れています。毎年向学心とチャレンジ精神に溢れる学生が入学し、また輩出した博士学位取得者も本年 3 月までに 525 名（うち、論文博士 13 名）を数えました。

教育においては、特化した専門領域に関する深い知識と時代に対応した幅広い素養を身につけることを目標としています。体系化された専門科目と日々進展する周辺分野の知識や社会的ニーズに対応した科目からなる T 型カリキュラムと、専攻ごとのきめ細かい指導体制により、創造力、自己解決力、コミュニケーション能力を備えた人材の育成を目指した教育を実践しています。さらに、国際的に活躍できる博士人材を育成するため、中東欧・アジアを中心とする協定大学および研究機関との協働教育、学生の交流などに組織的に取り組んでいます。今年度実施した主な取組としては、国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラム、中東欧協定校 14 大学との国際会議インターアカデミア開催、博士課程ダブルディグリープログラム、環境リーダー育成プログラムなどがあります。

また研究においては、従来の工学、情報学、理学、農学の基礎・応用研究に加えて、これらの枠組みを超えた分野横断的な先進的学際研究領域の創成と地域に根ざした産業イノベーションの創出を目指しています。国内外で評価される独創的・先進的研究を、浜松キャンパスを中心とした光・電子・情報分野および静岡キャンパスを中心とした生命・環境科学分野において推進しています。特に、本学の重点分野である「光応用・イメージング科学」、「環境・エネルギーシステム」、「グリーンバイオ科学」においては、本学電子工学研究所およびグリーン科学技術研究所との強い協力関係の元で人材育成に取り組んでいます。

令和元年 7 月には、設置後 3 回目となる外部評価を実施し、本大学院の平成 24 年度から 29 年度の 6 年間にわたる活動に対して、事前に作成した自己評価書をもとに、教育、研究、社会連携、国際化、および組織の各項目について厳正な評価を頂きました。その結果賜りましたご指摘やご提言は、今後の本大学院の人材育成機能および研究力の強化を図る上で貴重なものであり、これらに真摯に対応することにより本大学院がこれまで以上に世界や地域社会に貢献できるよう務めてまいります。

本報告書は、自然科学系教育部 5 専攻、創造科学技術研究部 8 部門、および、担当教員すべての教育研究活動業績を網羅しています。本活動報告書の電子ファイルを Web 上において公開することはもとより、継続性と変化が一目でわかる冊子体として大学院設置以来、毎年継続して発刊してきました。第 14 号にあたる本誌をご高覧いただき、皆様からの忌憚のないご批判やご意見を賜り、将来に対するご指導、ご鞭撻を宜しくお願い申し上げます。

## 2. 組織

### (1) 自然科学系教育部

自然科学系教育部長 原 和彦

自然科学系教育部は、地域特性と現代的ニーズに特化した教育を行い、深い専門知識と時代に即応した幅広い素養及び国際性豊かな知識を有する高度先端技術者及び研究者を養成することを目的としています。このため、従来型の研究科組織による大学院の教育研究体制とは異なり、教員組織(創造科学技術研究部)と切り離すことで、教育面では幅広く、研究面では特徴をもったシャープな博士課程としての教育研究活動を通して高度専門職業人の養成を行っています。教育部には、特化された研究分野との整合性に配慮した5つの専攻を置き、奥行きのみならず間口の広い専門性を身につけ、科学技術の進歩に対処できる自立した国際的な舞台で存在感のある人材の養成を教育理念としています。

#### 【令和元年度教育活動実績】

以下に、今年度の創造科学技術大学院における主な教育活動について紹介します。

##### (1) 学位授与

平成20年9月に2.5年次の早期修了生1名に第1号の博士学位を授与して以来、令和元年度博士学位取得者45名(うち、9月期課程博20名、3月期課程博士22名、論文博士3名)を加え、これまでに学位を取得した課程修了生の総数は512名、論文博士は13名になりました。

##### (2) 入学者の状況

光医工学共同専攻の開設に伴って、本大学院の学生定員から5名が光医工学研究科に移されたことから、平成30年度より本大学院の学生定員は45名になりました。本年度の入学者数は51名で、定員をやや上まわりますが、適正な範囲の学生を受け入れました。

##### (3) 就学支援・研究支援

リサーチアシスタント雇用による授業料にほぼ相等する賃金の支給、成績優秀者への授業料免除(半期に各学年5名)による学生に対する生活サポートの他、学生の自発的な研究遂行能力の養成を目的とした「学生公募プロジェクト助成」、「論文投稿支援」および「海外研究発表支援」の、学生の学位研究の遂行を補助するための支援を行っています。これらに加えて、昨年度より、国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラムの私費留学生および環境リーダープログラムを履修する場合の私費留学生の授業料不徴収制度を設け、留学生に対する就学支援を充実させています。

##### (4) キャリア教育・支援体制

本学は、JST 博士人材キャリア創造プログラム(平成24-28年度、共同実施機関:名古屋大学)により、静岡大学ポストドクター・キャリア開発事業に取り組みました。これにより博士学生の意識改革、地域企業に重点を置いたキャリア支援など進めてきました。これらの機能は、本年度からは学生支援センターキャリアサポート部門に移管され、引き続き留学生を含む博士課程学生に手厚い支援を提供できる体制を維持しています。これらの大学全体の支援に加え、博士キャリア支援の窓口機能の強化するために、本大学院独自の取組として、昨年度から企業とのマッチング、地域産業界の人材ニーズの把握等の業務を外部委託し、地域に就職を希望する留学生も含め博士人材の多方面での活躍を支援する体制も整えました。また、留学生と地域産業界を結びつける機会として、本学と地域の産学連

携を推進するサポート組織である静岡大学産学連携協力会が開催する技術講演会において研究紹介を行う場を設けていただいています。

#### (5) 創造科学技術大学院表彰の実施

学生の研究意欲の高揚を目的として、平成 20 年度より、優秀な学業あるいは研究業績を収めた学生に対する創造科学技術大学院長賞の表彰制度を導入しています。今年度は、令和元年 9 月に 2 名および令和 2 年 3 月に 9 名の大学院長賞の表彰を行いました。

#### (6) 博士ダブルディグリープログラム(DDP)制度の推進

2006 年にワルシャワ工科大学(ポーランド)と最初の覚書締結以降、本大学院は中東欧およびアジア地域の 16 大学、1 研究機関まで DDP ネットワークを拡大させました。本年度受け入れた DDP 学生は 6 名(令和 2 年 3 月末までの総計 46 名)、学位を取得した DDP 学生は 4 名(同総計 29 名)であり、国際的な博士課程教育研究の実質化を促進する制度として定着しつつあります。

#### (7) 環境リーダープログラムの推進

本学は、平成 22-26 年度までの 5 年間、科学技術戦略推進費による「戦略的環境リーダー育成拠点形成事業」の採択を受け、生態系保全と人間の共生・共存社会の高度化設計に関する環境リーダー育成に努めてきました。平成 27 年度に行われた事後評価では、もともと高い S 評価を得ることができました。平成 30 年度よりこのプログラムの実施を本大学院が引継ぎ、学内経費による新環境リーダープログラムを開始しました。今年度も、アジア諸国の大学からの博士課程学生を受入れて、当該分野の国際的な専門家人材育成を行い、本大学院において「環境マイスター」の称号を 1 名に授与しました(これまでの授与者総計 26 名)。

#### (8) 超領域分野における国際的若手人材育成プログラムの推進

昨年度に引き続き学長戦略運営経費の支援を受け、本プログラムにおいて、次項(9)および教員、学生の海外派遣、招聘を実施すると共に、国際シンポジウム(ISFAR-SU 2020)を開催しました(新型コロナウイルス感染防止のため現地開催を中止し、プロシーディングスの刊行をもって開催に代える)。

#### (9) 協定大学との国際会議開催

##### ・Inter-Academia

2019 年 9 月 4~7 日の期間で、中東欧の協定校との国際会議第 18 回 International Conference on Global Research and Education (Inter-Academia 2019)を、ハンガリーの協定校オブダ大学を幹事校として、ブダペストとバトナフレドを会場に開催されました。同会議には 9 か国の大学から 51 名が集まり、本学からは 19 名の教職員、6 名の大学院生が参加し、工学・情報系分野の最新の研究成果を発表、各国の研究者とディスカッションを行いました。4 日間を通して 54 件の口頭・ポスターによる研究発表、10 名の大学院生を中心とした若手発表者によるポスター及びショートプレゼンテーションが行われました。ショートプレゼンテーション参加者対象の Young Researchers Award には、本大学院生 1 名を含む 4 名が選ばれました。

##### ・The 16th International Conference on Quality in Research (略称: QiR)

インドネシア大学主催の奇数年開催の国際会議で、2013 年から本大学院教員・学生が参加しています。今年度は、2019 年 7 月 22 日から 24 日の期間で、パダン(インドネシア)で開催されました。本学からは 5 名の教員と 1 名の本教育部学生が参加し、研究発表を行うと共に、参加大学との交流に関する

る情報・意見交換を行いました。

#### (10) 国費留学生優先配置を行う特別プログラム

本大学院では、2006 年度より継続して、文部科学省国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラムを実施することによる国際的な人材育成を推進しています。昨年度採択された、「光応用・イメージングを中心とした学際分野における中東欧・アジア地域国際連携教育プログラム」(2017-2019 年度)では、これまで注力してきた「光応用・イメージング」を中心とし、将来的にこの分野を相乗的に、より発展させることのできる関連分野として、対象地域や国内地域において人材育成のニーズの高い「情報科学」、「エネルギー」を教育研究分野に加えました。本年度は、中東欧およびアジアの協定大学を中心に、国費留学生 8 名を含む 16 名の留学生を本プログラム学生として受入れました。

#### 【今後の展望】

今後も、本学における博士人材育成機能を充実させるための活動に取り組んで参ります。特に、2022 年度からの第 4 期中期目標期間に向け、本学の東西キャンパス毎の人材育成目標に沿った、より先鋭化した高度先端技術者及び研究者を養成できる組織や課程の改編を立案します。また、次期の国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラムの獲得を目指すと共に、東西キャンパスの強みを活かした国際的な人材育成の強化も図ります。

## (2) 創造科学技術研究部

創造科学技術研究部長 猪川 洋

### 1. 創造科学技術研究部の組織

大学における教育研究の本質を見失うことなく、科学・技術の急速な変化ならびに研究開発における国際競争の激化に自発的、柔軟かつ迅速に対応するため、平成 16 年度、創造科学技術研究部は、従来の工学、情報学、理学、農学の枠組みを超えて教員組織の編成替えが可能な組織として設置された。

浜松キャンパスには、ナノビジョンサイエンス部門、オプトロニクス部門、インフォマティクス部門、ナノマテリアル部門、エネルギーシステム部門の計 5 部門が配置され、工学系と情報系の教員が光・電子・エネルギー・情報分野の研究を推進している。静岡キャンパスには、統合バイオサイエンス部門、環境サイエンス部門の 2 部門が配置され、理学系と農学系の教員が生命・環境科学分野の研究を推進している。加えて、浜松キャンパスおよび静岡キャンパスにおける研究のシナジー効果を最大化することを目的に、両キャンパスに跨って有機的に組織されたベーシック部門を設置し、基盤的研究が推進されている。

平成 24 年度、本大学院には専任教員 39 名、兼任教員 99 名が所属していたが、平成 25 年度、理系教員の修士課程所属、2 研究所の設置・改組に伴い、研究部の教員配置が大きく変化し、コア教員 10 名、サブコア教員 20 名と少人数の教員を中心として管理運営され、現在に至っている。令和元年 10 月 1 日におけるコア、サブコア教員を含む全教員数は 181 名に上り、静岡大学の研究に対し質・量ともに大きく貢献している。

### 2. 創造科学技術研究部の目的

従来の縦割りの組織を研究の新たな方向性に合わせて分野横断化するとともに、個々の教員にあつてはその専門分野を先鋭化するとともに自発的に分野間の壁を壊して、世界をリードする新たな発想の先進的学際領域を創成すること、ならびに浜松キャンパスを中心とした光・電子・エネルギー・情報分野および静岡キャンパスを中心とした生命・環境科学分野において、地域の産業イノベーションを創出して 21 世紀にも地域が高度に活性化し続ける基盤を構築すること、加えて、地域に密着した課題の発掘およびその解決を目指す研究を推進することの三つを、創造科学研究部の目的とする。

### 3. 令和元年度活動報告

以下に、組織的活動のうち、主な取組について報告する。

#### (1) 超領域分野における国際的若手人材育成プログラム

大学改革のための機能強化経費により、下記の教育・研究推進プログラムを実施した。

海外の連携大学、先端拠点大学との間の共同研究指導、共同教育を通して学生、若手研究者のグローバル化と本大学院の機能強化を図るとともに、地域大学、産業界の人的資源も活用して超領域研究を推進し、我が国の発展に貢献できる人材を育成することを目的としている。今年度は、国際会議・シンポジウム開催の他、4 ヶ国の教育研究機関との間で、教員、若手研究者、学生の派遣 23 名を実施した。

特に、インドならびにマレーシアの大学との連携による研究人材育成を強化・深化するために、本事業と並行して(5)に述べる新たな取組を組織的に実施した。このシナジー効果により、本大学院の若手・中堅研究者による国際共同研究の質と量を向上させることができた。

インドネシア大学が隔年で開催する国際会議 Quality in Research (QiR)へは 2013 年以來、本大学院より毎回参加しているが、今年度は 7 月 22-24 日に西スマトラ州パダンで開催され、教員 5 名と学生 1 名が参加した。10 月にはインドネシア大学から DDP 覚書にもとづく 2 名の留学生が入学するなど、実質的な交流が着実に進展している。

## (2) 環境リーダー育成プログラム

科学技術戦略推進費による「戦略的環境リーダー育成拠点形成事業」の採択を受け、生態系保全と人間の共生・共存社会の高度化設計に関する環境リーダーの育成を目的に、平成 22 年度～平成 26 年度に実施した事業の後継として、平成 28 年度から学内措置により実施しているプログラムである。アジア諸国の大学からの博士課程学生を受入れて、当該分野の国際的な専門家人材育成を行い、平成 28 年度から本年度までの「環境マイスター」称号授与者は日本人学生 1 名を含む 9 名(28 年度より前の入学者を含む)に上っている。

## (3) 国際会議の開催

平成14年から毎年開催されている中東欧の協定校との国際研究会議(International Conference on Global Research and Education、Inter-Academia 2019)を、令和元年9月4日～7日の会期で、ハンガリーの協定校オブダ大学を幹事校として、ブダペストとバラトンフレドを会場に開催された。本学からの参加者25名を含む9か国の大学から51名の参加者があり、これらの地域との国際交流と教育・研究の国際連携を進展させた。ここでの交流が、国際共同研究の推進や優秀な留学生の獲得につながっている。Young Researchers Awardには、本学院生1名を含む4名が選ばれるなど、学生の教育に大きく貢献した。

## (4) 国際シンポジウムの開催

本学の研究と博士課程学生の教育を牽引している電子工学研究所、グリーン科学研究所、創造科学技術大学院、光医工学研究科、静岡大全体で日本と世界が直面する解決困難な課題に取り組んでいる超領域研究推進本部、未来の科学者養成スクールが共同して国際シンポジウム The 6th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University (ISFAR-SU2020 ~ Joint International Workshops on Advanced Nanovision Science / Advanced Green Science / Promotion of Global Young Researchers, on the basis of Interdisciplinary Domain Researches ~) を、令和 2 年 3 月 5 日(木)浜松キャンパス共通講義棟にて開催予定であったが、国内外での新型コロナウイルス感染者の増加を受け中止を余儀なくされた。予定されていた、著名な研究者による 3 件のプレナリー講演と 12 件の招待講演、本学と海外大学学生・若手研究者によるポスター発表 55 件、ならびに本学主催の「未来の科学者養成スクール」を受講中の高校生によるポスター発表 4 件は予稿集にまとめられ刊行された。

## (5) 産学官連携による新たな国際化の取組

外務省および JICA が核となり日本の主要大学がメンバーとなっているインド工科大学ハイデラバード校(IITH)コンソーシアムのメンバーとして、IITH のジャパンフェアに参加し博士課程の紹介を行った(教員 3 名、事務職員 2 名)。また、IITH の教員らと Research meeting ならびに Lunch meeting を開催し、IITH の教員と研究交流を深め、本学との共同研究の素地形成を行った。これまでの活動を踏まえ、IITH とダブルディグリーサンドイッチプログラムの締結に至った。博士課程入学から卒業・就職および若手教員の研究留学支援(スズキ財団)という一貫した受け入れ態勢は外務省および JICA から高く評価されるに至っている。

静大と MOU を締結しているマレーシア Putra 大学へ教員 3 名が研究訪問した。これまで主としてバイオテクノロジー関連の研究者による交流であったが、今回は有機化学関連の教員によるものであり、今後の国際交流拡大と深化が期待される。

#### (6) 研究成果の地域への還元

本大学院、電子工学研究所、グリーン科学技術研究所の 3 部局と連携し、静岡県や浜松市等の地方自治体ならびにヤマハ発動機、スズキ、浜松ホトニクスなどの地域産業界に種々の研究成果を還元した。例えば、インフォマティクス部門は浜松医科大学とともに文部科学省の「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」に参画し、近赤外オキシメトリを産医工連携で医療機器として上市して、医療機関の多施設共同研究への展開や多様な製品化などにより社会に貢献している。

#### 4. 今後の展望

平成 28 年度からの第 3 期中期目標期間において、本大学院は、2 研究所とともに本学の強み・特色である重点研究 3 分野(光応用・イメージング、環境・エネルギーシステム、グリーンバイオ科学)をより深化させる。これら分野の学術・技術的進展、高度先端技術者および研究者の人材育成の充実と国際化に、地域の特性を活かして産学官の連携により取り組む。さらに、社会ニーズの変化に先取りして新たな研究の芽を育て、現在の重点分野に続く新たな重点領域の創出を図る。博士課程教育を担う教員の研究アクティビティは、質の高い人材育成を裏打ちするものであるから、研究者・技術者を志し博士の学位取得を目指す留学生、社会人学生を含む多様な学生に魅力を感じてもらえる研究テーマと環境を継続して充実させていく。このような研究力強化と新分野創出のために、外部資金の獲得、国際連携・社会連携、情報発信、若手教員の育成を新たな視点から進めていく。

### 3. 専攻別教育研究活動 (1)ナノビジョン工学専攻

専攻長 小野 行徳

#### 1. 教育目標

ナノビジョン工学専攻では、光子・電子のマクロな制御を基盤とする従来の画像工学の様々な限界を打破するため、画像技術とナノサイエンスを一体化し、個々の光子・電子のナノ領域制御を画像工学に導入した新学術分野「ナノビジョンサイエンス」を発展させることを教育研究の目標としている。創造科学技術大学院の博士課程教育の理念とこの教育目標に従い、本専攻では、新分野の科学技術を創出する専門知識と柔軟かつ豊かな感性を併せもつ国際的技術者・研究者の育成に取り組んでいる。

#### 2. 教育組織

本専攻の教員は、ナノビジョンサイエンス部門 28 名、オプトロニクスサイエンス部門 1 名の計 29 名である。

#### 3. 教育プログラムと今年度の実績

##### ①T 型カリキュラム

これまで実績を積み上げてきたT型教育課程を、専門科目、総論科目、新領域科目、基盤的共通科等により構成される幅広い体系的教育課程として編成し、短期集中型講義を強化している。留学生数が増加していることに対応するため、全科目について英文シラバスを用意すると共に、留学生が履修している講義については英語で実施している。

##### ②Monday Morning Forum (MMF)

文部科学省 21 世紀 COE プログラムの採択により、平成 17 年 4 月 18 日に第 1 回を実施して以来、毎週月曜日 9:00 から(今年度より日本語授業との兼ね合いで後期は 10:30 から)、専攻所属の学生、指導教員、ポスドクが出席して、原則英語で研究発表、討論を行っている。

今年度は、第 409 回～第 433 回の 25 回実施した。うち学生発表数 10 名、教員発表数 9 名、その他 6 名である。参加者数は、のべ 368 名、平均 14.7 名であった。MMF を通して学生の研究進捗状況を確認し、高いレベルの学位取得を促進するため、全出席者から、質問、助言を与えている。

##### ③中間発表

専攻所属の学生は、MMF、中間発表会のいずれかにおいて、年に 1 回の研究報告を必ず行うことを義務としている。これにより、学位取得に向けた研究の進捗管理、学位取得の促進を行った。実施時期は、各学年の終わりに実施することを明確にするため、前期及び後期の期末に定められている。今年度前期は、令和元年 9 月 2 日に 3 名、9 月 9 日に 2 名、後期は令和 2 年 3 月 9 日に 5 名の学生が発表を行った。

##### ④国際性養成

(1) 本専攻では、教育と研究の両方の質の向上を目的とする国際会議インターアカデミア (iA、現在、中東欧 13 ヶ国の 14 校と本学が中心) などへの参加を推進している。今年度の第 18 回 iA は、令和元年 9 月 4 日～7 日、ハンガリー、オブダ大学で開催され、9 ヶ国から 51 名が参加した。日本からも 25 名が参加した。

(2) インドネシア大学主催の第 16 回 QiR は令和元年 7 月 22 日～24 日、インドネシアのパダンで開催され、静岡大学より教員 5 名・学生 1 名が参加した。

## ⑤専攻博士課程入学学生数

ナノビジョン工学専攻では令和元年4月に1名、10月に6名が入学した。

## 4. 教育のグローバル化

- (1) 静岡大学では、海外の大学と複数学位認定制度(ダブルディグリー特別プログラム、DDP)を実施している。令和元年度までに、ワルシャワ工科大学(ポーランド)を初めとして16ヶ国17校とDDP覚書を締結し、教育・研究の連携を行っている。この制度によるこれまでのナノビジョン工学専攻での受入学生は、令和元年度に入学した4名を加え、計28名になった。令和2年3月修了までの本専攻学位取得者は17名である。
- (2) 平成29年度文部科学省「国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラム」に、創造科学技術大学院より、ナノビジョン工学専攻を実施専攻とし、光・ナノ物質機能、情報科学、環境・エネルギーシステムの各専攻を連携専攻として、「光応用・イメージングを中心とした学際分野における中東欧・アジア地域国際連携教育プログラム」を申請し、8名の国費留学生の枠が採択された。本専攻では優先配置国費留学生5名が令和元年10月に入学した。MMFは本プログラムの主要な教育上の取り組みであるため、昨年度からは連携専攻にもMMFへの参加を呼びかけている。

## 5. 学位論文審査

本専攻では、学位論文審査プロセスの内、事前審査については十分に審査を行うために予備審査を行うことを義務づけている。令和元年9月の課程博士取得者は7名、令和2年3月の博士取得者は5名である。

## 6. FD 活動

ナノビジョン工学専攻教員担当の授業の向上のため、教員によるFD検討会を実施している。本年度は、昨年度に引き続き、博士課程への日本人学生の進学率向上を目指した方策の一環として、当専攻の教員の研究室の学生(学部4年生から修士2年生まで)を対象に、博士課程進学についてのアンケートを実施した(令和元年11月20日)結果について分析を行った。MMFは、他の研究室の学生の研究進捗状況を客観的に把握し、教員相互に適宜指導状況のチェックを行う場として、FDに位置づけている。

## 7. 今後の展望

引き続き教育プログラムを一層充実し、教員がさらに教育改善に努めることにより、国際性豊かで、指導的立場で研究・開発が行える優れた人材の育成に努める。



第18回国際会議インターアカデミアの参加者

## (2)光・ナノ物質機能専攻

専攻長 間瀬 暢之

### 1. 教育目標

物質のナノ空間での機能制御および光と物質の相互作用を基にして、通信、計測、化学産業などに大きな広がりを見せる産業分野において、応用を志向しつつ、基盤となる物質科学と光化学の基礎学問に精通して将来における技術革新に対応でき、産業界を牽引できる人材の育成を目標としている。

### 2. 教育組織

光・ナノ物質機能専攻の教員の所属部門はナノマテリアル部門、オプトロニクスサイエンス部門、およびベーシック部門となっており、教員は教育学領域、理学領域、工学領域に所属している。研究内容は有機系・無機系物質の機能制御、光計測など多岐にわたっている。

### 3. 教育プログラム

光・ナノ物質機能専攻では、教育目標を達成するため、必修科目として「光・ナノ物質機能演習」、「光・ナノ物質機能特別研究」、専門科目として「物質創製分子科学」、「光量子分子科学」、「波動エレクトロニクス」、「ナノマテリアル」を開講している。また、学内で実施されるシンポジウムや講演会を「光・ナノ物質機能特別講義」として設定している。これらの講義を通して、深い専門知識と時代に即応した幅広い素養および国際性豊かな知識を専攻の学生が身につけることが期待される。光・ナノ物質機能専攻では、他専攻同様、2名の副指導教員制(自専攻、他専攻から各1名)としている。また、文部科学省「国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラム」による国費留学生の受け入れを継続している。

平成30年度より、専攻に所属する全学生を対象として、1年次末および2年次末に中間発表を実施している。4月入学者は3月期に、10月入学者は9月期に中間発表を行う。中間発表には指導教員の他、少なくとも1名の副指導教員を含むこととし、本年度は2019年9月30日、および2020年3月27日に、専攻としての中間発表会を実施した。この発表会に都合により参加できなかった場合、指導教員、副指導教員による個別の中間発表会を実施することとしており、全学生が必ず中間発表をする制度となっている。中間発表会は、学生自身が研究内容を振り返り、今後の方針について改めて検討するための機会を与えることになる。また、本制度を通じて、副指導教員の役割を明確にし、担当学生の研究の進行状況を把握し、早い段階での研究方針に対する示唆を与える機会となることが期待される。このことはFDの観点からも大変重要な機会であり、学生と教員の双方に対して教育効果が期待される。

### 4. 学生の受賞・特記事項

- ① Chengliang Zhu, 学生研究奨励賞(電子情報通信学会東海支部), 2019.06.
- ② 児玉有輝, “塩素原子の静電ポテンシャルに着目したp型水素結合のミミック効果”, 優秀発表賞(ポスター発表の部, 第45回反応と合成の進歩シンポジウム(日本薬学会)), 2019.10.
- ③ 児玉有輝, “(Z)-Chloroalkene dipeptide isostere can mimic intrasidue hydrogen bonding interaction”, 若手口頭発表優秀賞(第56回ペプチド討論会(日本ペプチド学会)), 2019.10.
- ④ 潤間威史, “電子デバイス評価のための電子顕微鏡複合化原子間力顕微鏡システムの開発”, 精密工学会秋季大会学術講演 ベストプレゼンテーション賞(公益社団法人 精密工学会), 2020.03.

### (3)情報科学専攻

専攻長 三浦 憲二郎

#### 1. 教育目標

本専攻は高度情報化社会を支える研究者・技術者の育成を目指し、インフォメーションテクノロジーの基盤技術であるコンピュータネットワーク、メディア処理、イメージング、ソフトウェアエンジニアリング、人工知能(追加)、知識システム、認知科学、ヒューマンインタフェース、セキュリティ(追加)、数理科学などの観点からの幅広い分野の実践的教育を行い、国際的に活躍できる人材の育成を目指す。

#### 2. 大学院改革 GP「マニフェストに基づく実践的 IT 人材の育成」

創造科学技術大学院情報科学専攻は、情報学研究科と連携して文部科学省大学院教育改革支援プログラム(平成 20 年度～平成 22 年度)に採択され、その教育を継続して実践している。これは、実践的 IT 人材育成を、マニフェスト(入学から修了時までの授業・研究指導・学生主体活動で獲得できる能力と活躍の場を明確にした約束)を用いた大学院教育の実質化により達成するものである。基礎学力、研究力、組織運営力、国際適応力、キャリアデザイン力の「五力」を兼ね備えることが必要と考え、高度な情報科学技術を習得した CS(Computer Science)人材、社会組織を多面的に分析し情報システム的设计、開発、評価ができる IS(Information Systems)人材、情報社会の問題を発見・分析し解決策を提言できる ID(Information Society Design)人材の育成を目的とする。支援予算の終了後もインターンシップ等の事業を継続して行うことで、さらなる人材の育成を進めている。

学生は自らが描くキャリアパスに沿った教育内容を選ぶ。実際の教育活動の成果は『アドバイザー会議』により、支援・評価される。博士課程では、CS・IS 分野を中心に、専門科目、新領域科目、知的財産論や経営論等の実践的な基盤の共通科目により深化させる。国際適応力の育成は、ネイティブ教員による英語コミュニケーション系科目と、さらに博士課程での国外派遣支援により行う。学生による自主的・自発的な協働ワークショップを重視し、研究フォーラムの開催や研究室横断型学生プロジェクトの実施によって組織運営力を養い、特に情報化社会の中核となる博士課程学生のリーダーシップの育成を狙う。

#### 3. 教育活動の内容

創造科学技術大学院研究フォーラムや、特別講演会を兼ねた特別講義の開催を毎年行っているが、今年度は総合科学技術研究科(情報学専攻)と連携して下記のように開催した。

1. 5月15日:谷幹也 様(NEC セキュリティ研究所長)  
「顔認証・映像監視の最新動向」
2. 5月29日:三宅優 様(KDDI総合研究所 セキュリティ開発グループ グループリーダー)  
「通信事業者としてのセキュリティ対策」
3. 6月12日:大久保一彦 様(NTT セキュアプラットフォーム研究所長)  
「デジタルトランスフォーメーション時代のサイバー&フィジカル・セキュリティ ～R&D遂行上の Concerns～」
4. 6月19日:中川路哲男 様(三菱電機 執行役員)  
「IoTとイノベーション」
5. 7月10日:鍛忠司 様(日立製作所 研究開発グループシステムイノベーションセンタ部長)  
「サイバーセキュリティの動向と研究開発の現状」

6. 7月24日:太田賢 様(NTTドコモ 先進技術研究所 主幹研究員)  
「モバイルネットワークとスマートデバイスの発展と課題」
7. 7月31日:風間博之 様(NTTデータ 技術開発本部長)  
「技術革新が導くデジタル社会の将来展望」
8. 12月23日:飯田一朗 様(秋田県立大学教授、創造大学院客員教授)  
「情報ネットワークに関する技術動向」

## (4)環境・エネルギーシステム専攻

専攻長 二又 裕之

### 1. 実施状況

現代における地球環境・エネルギー問題は様々な要因が複雑かつ複合的に絡み合っており、既存の専門分野による科学理論や技術だけでは対応不可能となってきた。そのため、既存の分野の枠を大きく超え、全体的・総合的に考える視点を持つ未来型の人材を育成することが最大の急務となって来た。環境・エネルギーシステム専攻では、分野を大きく包括した視点で将来の地球環境・エネルギー問題の教育研究を展開することを目的とする。

浜松キャンパスでは、「生命・環境・科学論」、「環境適合プロセス論」、「生産システム論」、「地球環境システム工学」が、静岡キャンパスでは、「気候変動と炭素循環論」、「海洋生態系論」、「環境分析論」、「エネルギー環境論」、「自然環境論」、「物質循環環境論」、「地球内部環境論」、「生物多様性環境論」は主に英語で開講した。また、平成 22 年度に採択された「アジア・アフリカ戦略的環境リーダー育成拠点の形成：生態系保全と人間の共生・共存社会の高度化設計に関する環境リーダー育成」(平成 22-26 年度の 5 年間：文科省の最終評価は S 評価)の発展的継続のために、環境・エネルギーシステム専攻が主体となり開始した静岡大学創造科学技術大学院「環境リーダープログラム」(このプログラムは博士課程の入学生を年間 4 名選抜し、入学料・授業料不徴収として環境リーダーの育成に努め、これらの学生とともに、所定のコース要件をクリアした学生に環境マイスターの称号を授与する)に関しても順調に進められている。「気候変動と炭素循環論」、「海洋生態系論」、「環境分析論」は、新環境リーダープログラムのため英語で開講されている。

本プログラムでは、温暖化に対応した地球生態系や地球環境の維持、頻発する巨大な自然災害に備えての防災や安全教育などの社会的関心と密接に連携する未来指向型の環境科学を担う人材を育成するという目標に沿い、大学院生の学生プロジェクトなどの研究教育を遂行しており、国際的に著名な雑誌に学生がファーストオーサーとなる論文など幾つもの成果を上げている。本専攻の目的は従来の科学分野にとらわれない広い科学的知識に基づく問題解決型の人材育成を行うことであり、着実に目的を達成しつつある。

以上の様に本専攻では、目的の達成のために地球温暖化、地球生態系、地球環境、世界食料生産、地震地質災害、グリーン科学技術といった学際的、横断的な視野を持つ専門研究者や高度技術者を育成する。地球規模の炭素循環は地球温暖化防止技術と直接関係している。また、地球温暖化は海洋における二酸化炭素の吸収・放散・固定などに強い影響を及ぼす。これらの研究は、環境生物学・生態学的な分野として位置づけられるとともに、その計測技術及び固定化技術は環境工学・プロセス工学の課題である。

一方、エネルギー資源としての有機質バイオマス、生産プロセスからの廃棄物の有効利用などは微生物生態学およびプロセス工学の学際的な知見を必要とする。たとえば、生産プロセスでは、環境にやさしい環境調和型のグリーンプロセスに対応するエコロジ的な視点、エネルギー効率を重視する視点、ゼロエミッション的な視点など複眼的視点から統合的なヴィジョンを身に付ける教育を展開している。実際、『農工情連携による循環共生型社会の構築に向けてのプロジェクト』、『超臨界・亜臨界流体を用いる廃棄物の燃料化およびリサイクル技術の開発』、『微生物電池の開発』、『環境・エネルギー技術と最先端光科学・技術融合に基づく光による水素製造技術の開発』、『地下メタンからエネルギー生産技術の開発』、等の研究を推進している。更には、SATREPS 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム『地方電化及び副産物の付加価値を目指した作物残渣からの革新的油脂抽出技術の開発と普及』も国際規模で

展開されている。加えて、近年、地震や地質環境変化による自然災害が頻繁に起きており、それらの自然災害を引き起こすメカニズムや防災についての知識を持つ専門的な人材が社会から求められている。そこで、安心・安全な社会を構築できる幅広い視野を持ち、上記のような様々な視点を統合して理解できる学際的な人材を育成していく必要がある。これらの成果を広く世界と地域に還元するとともに、イノベーションの創出を目指すものである。

## 2. 特記事項

### (1) 静岡大学超領域研究会本部第 13 回超領域研究会

会期：令和元年 7 月 11 日(木曜日)

会場：静岡大学浜松キャンパス佐鳴会館ホール

主催：静岡大学超領域研究推進本部

静岡大学超領域研究推進本部は、静岡大学の重点研究 3 分野「光応用・イメージング」「環境・エネルギーシステム」「グリーンバイオ科学」について、それぞれの優れた研究成果やポテンシャルを持ち寄り、多様な学術基盤の連携・融合による研究成果の格段の向上、新研究領域の開拓・多様な分野と国際的に通用する研究人材の育成、外部資金獲得の取組等を推進しており、その成果の報告、共有の場として、超領域研究会を開催した。

### (2) インド工科大学ハイデラバード校(IITH)と創造大学院の間で DDSP が締結された(令和元年 11 月 9 日)。

DDP では一人の学生が両方の大学からそれぞれ別の学位を得るプログラムであるのに対して、DDSP は主指導を行う大学から一つの学位授与がなされる。博士課程の学生は、少なくとも1年間は相手校にて研究を実施する必要がある。IITHから創造大学院にて研究する場合、スズキ財団からの留学支援を受けることも可能であり、今後、このプログラムが実質的に発展することを強く期待するものである。

### (3) The 6th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2020 (ISFAR-SU2020) 開催(言語:英語)

会期：令和 2 年 3 月 5 日(木曜日)

会場：静岡大学浜松キャンパス

主催：超領域研究推進本部、電子工学研究所、グリーン科学技術研究所、創造科学技術大学院、光医工学研究科、未来の科学者育成スクール

本シンポジウムは今年度が 6 回目であり、静岡大学における研究と教育の多様性、国際性、革新性をより深めることを目的に、イメージング、ナノマテリアル、情報科学、環境・エネルギー科学、グリーンバイオ科学、ナノバイオ科学を中心とする研究分野において、アジア、ヨーロッパの各地域及び国内、学内の研究者や学生名が参加して開催する予定であった。しかしながら、新型コロナウイルスの感染広がりの影響により、開催が中止された。

## 3. 研究活動など

国際学会発表 100 件以上、国内学会発表 200 件以上、論文数 110 編以上を発表した。科研費基盤 A を 1 件、基盤 B を 8 件、基盤 C を 6 件、挑戦的萌芽研究 3 件、国際強化 1 件(以上、代表者としての獲得件数)、企業との共同研究 25 件以上、経産相関連、熱帯医学の研究費を得るなど、活発に研究活動を実施した。更には、新聞・TV において 17 件以上の掲載・出演がなされた。

## (5) バイオサイエンス専攻

専攻長 徳元 俊伸

### 1. 教育目標

本専攻では、バイオサイエンスの基礎から最先端のバイオテクノロジーの知見を基盤にして、生体ナノサイズの分子やタンパク質、及び組織やその高次機能までの種々の生体分子から生物個体レベルの教育・研究を行っており、21世紀のバイオサイエンスやバイオテクノロジーの担い手となる全体的・統合的に考える視点を持ち、新たな研究分野を開拓する人材の育成を目標とする。

この目標を達成すべく、バイオサイエンス専攻の教員25名による最先端の研究(統合バイオサイエンス部門の項を参照)をベースに、ケミカルバイオロジー、新遺伝子・細胞工学、生体統合制御学、分子生命科学、バイオマテリアルなどの授業のほか、他専攻の授業や共通の科目、特別講義を履修・聴講する。これらの講義により、自分の研究分野以外の最先端の知識を系統的に学ぶことにより、学生の現在の研究に役立つだけでなく、大学院修了後の研究や開発にも役に立つ幅広い基礎力を養うことができる。

### 2. セミナーの開催および聴講

#### (1) バイオサイエンス専攻セミナー

バイオサイエンス専攻のセミナーを兼ねて、超領域分野における国際的若手人材育成プログラムの一環として、静岡大学の研究と博士課程学生の教育を牽引している電子工学研究所、グリーン科学技術研究所および創造科学技術大学院の3部局が共同して開催する第6回国際シンポジウム 2020 International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University -Joint International Workshops on Advanced Nanovision Science / Advanced Green Science / Promotion of Global Young Researchers in Shizuoka University- が、令和2年3月5日に静岡大学浜松キャンパスで開催されるべく企画された。バイオサイエンス専攻からはこれまで多くの学生を静岡大学に進学させていただいているバングラデシュのラジャヒー大学から Nurul Islum 教授を国外招待講演者として、国内からは国立遺伝学研究所から相賀裕美子先生を招待する予定であった。Nurul Islum 教授からは主に植物由来の天然成分から殺虫剤や害虫忌避物質を単離する長年の試みについて紹介される予定であった。バイオサイエンス専攻には多くの在学学生もおり Islum 教授の来日を楽しみにしていたのに残念であった。今後の連携強化に向けて次の機会を企画したい。相賀裕美子先生は哺乳類の生殖細胞研究の世界的権威であり、県内研究機関との連携強化に向けた招待であったが、こちらも残念である。また、今回は浜松開催にも関わらず、バイオサイエンス専攻からも多くの発表エントリーがあったが、発表、議論のチャンスが与えられず残念であった。

今年度バイオサイエンス特別講義(1単位)の受講を促す目的でこの講義の単位取得要件を学生にアナウンスした(バイオサイエンス関連のセミナー、講演会への出席8回で1単位とする)。さらに新たな試みとして上記の国際シンポジウムへの出席を0.5単位分(セミナー4回分)とする内容とした。この試みもシンポジウムの中止により実施出来なかったが、学生へのアナウンスは出来たことから来年度以降のシンポジウムの活発化に貢献出来るものと期待している。何よりもセミナーから足が遠ざかっている学生達の意識改革に繋がればと考える。

一方、今年度から始まったクロスアポイント制度によりバイオサイエンス専攻を修了し、学位を取得した MD. Babul Hossain 博士を特任助教として招聘したことは特筆に値する。Hossain 博士は修了後、バング

ラデシュに帰国し、Department of Zoology Rangpur Government College の Assistant Professor および学部長として活躍している。2020年1-3月の3ヶ月間静岡大学の特任助教として採用した。この間、理学部においてバイオサイエンス専攻の学生の研究指導とセミナーを実施していただいた。最後にバイオサイエンス特別講義に該当するセミナーを実施し、9名の学生の出席があった。

さらに今年度はバイオサイエンス専攻のOGであるWanlada Klangnurak博士も招聘し、共同研究の推進と後輩学生達の指導を進めていただいた。現在、母国であるタイのモンクット王工科大学ラートクラバン校で講師となり、研究室を立ち上げ中である。

以上のようにOB、OGとの連携も強化しつつ今後も学生のレベルアップを図って行く予定である。

### **3. ダブルディグリー特別プログラム(DDP)の実施**

引き続き、ダブルディグリープログラムに基づくグローバルナノバイオテクノロジー推進のための人材育成プログラム(DDP)を推進した。

## 4. 部門別研究活動

### (1) ナノビジョンサイエンス部門

部門長 小野 行徳

#### 1. 部門の目標・活動方針

ナノビジョンサイエンス部門では、個々の光子・電子のナノ領域制御を画像工学に導入した新学術分野「ナノビジョンサイエンス」の研究を進め、「柔軟かつ感性豊かな画像コミュニケーションの時代」の科学技術を創出することを目的として研究活動を行っている。

研究目標は、テレビジョンの父「高柳健次郎博士」の伝統を引継ぐ、光・電子・画像工学分野において、個々の光子・電子のナノ領域制御を画像工学に導入する新学術分野「ナノビジョンサイエンス」を発展させることである。このため、ナノ材料・ナノデバイスの創成技術とそのための科学を基盤とし、光子・電子の放出、検出、転送などの制御に関する研究、ナノビジョンデバイス及びシステムに関する研究、ナノ空間における光の自在制御に関する研究、超広波長帯域ナノ物質機能イメージングに関する研究に取り組んでいる。また、ナノビジョンサイエンス研究の国際的な発展及びこの分野で国際的に活躍できる優れた研究者、技術者を育成するため、国際ネットワークの形成強化を進めている。

#### 2. 教員と主なテーマ(◎はコア教員)

本部門は 28 名の教員から構成されている。各教員の主な研究テーマは以下のとおりである。

- ◎原 和 彦： ナノビジョン光材料・デバイスの開発
- ◎猪 川 洋： ナノデバイスを用いた回路・システム集積化
- ◎小野行徳： ナノスケール・原子スケールデバイスの研究
- ・青木 徹： 光子・電荷カウンティング放射線イメージング
- ・池田浩也： シリコンナノ構造を用いた新機能デバイス
- ・石田明広： 熱電物性に関する研究
- ・居波 涉： 電子線励起アシスト超解像顕微鏡の開発
- ・井上 翼： ミリメートル級長尺カーボンナノチューブによる革新的高強度・高導電性・高熱伝導性材料
- ・金武佳明： 表面情報伝達担体に関する研究とその応用
- ・川田善正： レーザー光による微細加工と観察
- ・川人祥二： 機能集積イメージセンサに関する研究
- ・佐々木哲朗： テラヘルツレーザーとテラヘルツレーザー分光スペクトル測定装置
- ・橋口 原： 半導体微細加工技術による MEMS デバイスの開発
- ・廣本宣久： テラヘルツセンシング技術・光散乱計測技術
- ・ミゼイクス ビガンタス： フェムト秒パルスレーザーを用いたフォトニックマイクロナノ構造の作製、材質変性および光学特性の評価
- ・三村秀典： ナノテクを用いた新規デバイスの開発
- ・荻野明久： プラズマを用いた材料合成および高機能化
- ・小野篤史： プラズモニクスを利用した高性能光デバイスの開発
- ・香川景一郎： 高機能 CMOS イメージセンサとその応用
- ・光野徹也： 半導体ナノマイクロ結晶構造の作製と光特性応用
- ・小南裕子： 近紫外線励起用蛍光体の開発

- ・ 武田 正典 : 超伝導エレクトロニクスに関する研究
- ・ トリパティ サロジ : テラヘルツ波を用いた生体計測及び産業応用
- ・ 中野 貴之 : III族窒化物半導体新機能デバイスの開発
- ・ 根尾陽一郎 : 真空電子能動デバイス及びプラズモニクス応用
- ・ 二川 雅登 : 培地・溶液中のカリウムイオン濃度リアルタイム検出装置開発
- ・ 渡邊 実 : 光再構成デバイス、リコンフィギャラブルデバイス
- ・ 堀 匡寛 : シリコン中の量子準位を用いた単一電荷・単一スピンの検出技術の開発

### 3. 部門の活動

以下に、活動の特記事項として、国際会議招待講演、授賞および新聞報道等の実績をまとめた\*。学術論文・著書、特許、国際会議・国内学会発表件数、招待講演数(国内発表を含む)については、巻末の資料を参照されたい。2018年度より、浜松医科大学と共同で開設する光医工学研究科の設置に際し、創造科学技術大学院長 原 和彦を中心として、当部門のメンバーが協力して取り組んだ。

\*教員データベース 2019年度分データから抜粋。

#### (1) 国際会議招待講演 31件

- ・ 青木 徹 : “Photon and charge counting X-ray imaging device” Correlation Optics 2019, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Ukraine.
- ・ 小野篤史 : “Deep-UV plasmonics for enhanced fluorescence and photoelectron emission” SPIE Optics +Photonics 2019, San Diego, USA.
- ・ 池田浩也 : “Applications of Kelvin probe microscope in thermoelectrics” Workshop on Advanced Characterization for Materials and Devices, SRM-IST, Chennai, India.
- ・ 川人祥二 : “CMOS Image Sensor with Lock-In Pixels for Biomedical Applications” 2019 4th IEEE International Circuit and System Symposium, Kuala Lumpur, Malaysia.
- ・ 渡邊 実 : “Multi-context holographic memory exploiting a wavelength-dependent optimization technique”, IEEE International Conference on Photonics, Kelantan, Malaysia.

など

#### (2) 授賞(指導学生の授賞を含む) 13件

- ・ 小野行徳 : 受賞 応用物理学会シリコンテクノロジー分科会論文賞
- ・ 橋口 原 : 受賞 第33回 独創性を拓く 先端技術大賞 経済産業大臣賞
- ・ 廣本宣久 : 受賞 2019年日本赤外線学会業績賞

など

#### (3) 新聞報道等 15件

- ・ 川人祥二 : 静大発ベンチャー新技術に挑戦, 2019.5.15, 朝日新聞
- ・ 堀 匡寛 : 静大, トランジスタ界面欠陥を高精度で観測, 2019.6.25, OPTRONICS ONLINE
- ・ 三村秀典 : 三村氏に名誉博士号 ナノテク普及 研究者の育成, 2019.10.11, 静岡新聞夕刊 2面

など

## ナノビジョン光材料・デバイスの開発

専任・教授 原 和彦 (HARA Kazuhiko)  
ナノビジョン工学専攻 (副担当：電子工学研究所  
ナノマテリアル研究部門)  
専門分野： 結晶工学、半導体工学、光物性  
e-mail address: hara.kazuhiko@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://ny7084.rie.shizuoka.ac.jp/active-display/>  
<http://www.rie.shizuoka.ac.jp/japan/intro/in8.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：原 和彦、小南 裕子 (工学研究科准教授)、光野 徹也 (工学研究科准教授)  
博士課程：Kuppusamy Silambarasan (創造科技学院 D2)、Joseph Dona (創造科技学院 D1)  
修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

各種波長の光源を始めとする発光デバイスの高性能化と次世代電子デバイス創出のための基盤技術開発を目的とし、優れた特性と特徴をもつ新しい発光材料の作製、およびこれらの光物性の解明、デバイス応用に関する研究に取り組んでいる。半導体ナノテクノロジーやナノフォトニクスなど、異なる分野の概念の導入による材料の高機能化や、独自の試料作製プロセスの開発を研究の方針とし、主に次の研究テーマに取り組んでいる。

- (1) 六方晶 BN 薄膜の化学気相成長
- (2) Ga 蒸気を用いる CVD による GaN 薄膜の成長
- (3) 照明、検出器用高機能蛍光薄膜の開発
- (4) 新しい光源応用を目指した紫外・近赤外発光材料の開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 六方晶 BN の減圧化学気相成長と深紫外発光特性の改善

近年、六方晶窒化ホウ素 (h-BN) は、高品質な単結晶試料が 215 nm に強い励起子発光を示すことから、深紫外域の発光材料としても注目されている。さらに、グラフィトや MoS<sub>2</sub> などの遷移金属カルコゲナイドに類似した結晶構造と優れた電気絶縁性<sup>1)</sup>から、2次元材料電子デバイス用の基板や絶縁層材料としても期待されている。これらの応用を実現する上で、大面積で高品質な h-BN 薄膜を得ることは重要である。我々は、h-BN の良質な薄膜を高速で作製するために、BCl<sub>3</sub> と NH<sub>3</sub> を原料とする CVD により h-BN 薄膜の作製と高品質化に取り組んでいる。これまでは基板としてサファイアを用いてきたが、今年度は既存の Si デバイスと h-BN デバイスの複合化への期待や基板を含めて酸素フリー結晶成長環境の実現の観点から、Si (111) 基板上への h-BN 薄膜の作製を試みた。その結果、サファイア基板と比較すると、Si 基板上においても同様の膜構造の c 軸配向した h-BN の成長が確認された。カソードルミネッセンス測定では固有励起子発光が観測され、Si 基板上へも良質な h-BN 薄膜を作製できることを示した。

#### (2) 新規構造酸化物系半導体薄膜の開発

発光特性の向上と新たな機能付加を目的として、ナノ粒子分散薄膜の作製を目指した研究である。今年度は、Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を母体を選択し、ZnO ナノ粒子を混入させた Ga 原料溶液を用いるミスト CVD により、ZnO ナノ粒子を分散させた Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 薄膜の作製を試みた。ZnO ナノ粒子添加による β から α 相への結晶構造変化、ナノ粒子からの発光増大の傾向が観測された。さらに、ナノ粒子を添加した試料では、部分的ではあるものの、ミストにより輸送されたナノ粒子が膜特性を変化させていると推測される結果が得られた。

#### 【 今後の展開 】

作製手法の改善、条件の最適化から試料の高品質化を通じて、目的とする応用への展開を図る。特に h-BN については、気相反応の抑制の課題を根本的に解決するための新たな反応部を設計・作製した。引き続き、低温および高温における成長条件の探索を通じて、試料の厚膜化と結晶性および表面平坦性の向上を図り、深紫外光源、電子デバイス、イメージング応用を目指す。ナノ粒子分散薄膜の成長については、ZnMgO を母体材料とする構造についても研究を進め、ZnO ナノ粒子が量子ドットとして機能する条件の探索し、高効率な発光示す薄膜蛍光体の開発を目指す。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) K. Silambarasan, J. Archana, S. Athithya, S. Harish, R. Sankar Ganesh, M. Navaneethan, S. Ponnusamy, C. Muthamizhchelvan, K. Hara, Y. Hayakawa, "Hierarchical NiO@NiS@graphene nanocomposite as a sustainable counter electrode for Pt free dye-sensitized solar cell", *Appl. Surf. Sci.* 501 (2020) 144010-1-8.
- 2) K. Silambarasan, J. Archana, S. Harish, M. Navaneethan, R. Sankar Ganesh, S. Ponnusamy, C. Muthamizhchelvan, K. Hara, "One-step fabrication of ultrathin layered 1T@2H phase MoS<sub>2</sub> with high catalytic activity based counter electrode for photovoltaic devices", *J. Mater. Sci. Tech.* 51 (2019) 94-101.
- 3) M. Ishizaki, E. Ohshida, H. Tanno, T. Kawamoto, H. Tanaka, K. Hara, H. Kominami, M. Kurihara, "H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-sensing abilities of mixed-metal (Fe-Ni) Prussian blue analogs in a wide pH range", *Inorganica Chimica Acta* 502 (2019) 119314-1-6.
- 4) Y. Matsushima, A. Sato, M. Kitaura, H. Kominami, K. Hara, "The determining factor of the luminescence energies of vanadate phosphors", *Journal of the Ceramic Society of Japan* 127 (2019) 627-635.
- 5) K. Imagawa, H. Kominami, Y. Nakanishi, K. Hara, "Formation of ZnAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Thin Film for Deep Ultraviolet Emitting Phosphor and Evaluation of Luminescence Properties", *Proceedings of the 26th International Display Workshops* 796-799.
- 6) K. Warita, H. Kominami, Y. Nakanishi, K. Hara, "Preparation of Mn Doped Mg<sub>2</sub>TiO<sub>4</sub> Deep Red Emitting Phosphor by Liquid Phase Synthesis", *Proceedings of the 26th International Display Workshops* 800-802.
- 7) 原、小南、「深紫外蛍光材料の開発動向」, *光学* 48, 342-347 (2019).
- 8) 名嘉眞朝泰・松下一貴・渡邊泰良・小南裕子・原 和彦, "c 面サファイアおよび Si (111) 基板上への六方晶 BN 薄膜の CVD 成長", *電子情報通信学会技術研究報告* vol. 119, No.385, 1-4 (2020).
- 9) 大城巨暉・小野田翔悟・奈良俊宏・小南裕子・原 和彦, "ZnO 系ナノ粒子分散薄膜のミスロ CVD", *電子情報通信学会技術研究報告* vol. 119, No.385, 5-8 (2020).

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ The 4th International Conference on Physics of 2D Crystals など 7 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、発光型／非発光型ディスプレイ合同研究会など 11 件

#### 【 招待講演件数 】

- ・ The 4th International Conference on Physics of 2D Crystals, June 10-15, 2019, Hangzhou, China

## ナノデバイスを用いた回路・システム集積化

兼担・教授 猪川 洋 (INOKAWA Hiroshi)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：電子工学研究所  
極限デバイス研究部門)

専門分野： 固体デバイス  
e-mail address: inokawa.hiroshi@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.rie.shizuoka.ac.jp/~nanosys/>



### 【 研究室組織 】

教 員：猪川 洋、佐藤 弘明 (工学部助教)  
技術職員：竹内 州  
博士課程：ナガラジャン・アニタラジ (D3、国費)、マニバンナン・レバティ (D2、国費)、  
シン・アルカ (D1、国費)、パンゲスティ・アリ アジ (D1、国費)、  
修士課程：M2 (4名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

- (1) ナノデバイスを用いた高感度・高機能光検出器の実現  
ナノメートル寸法にデバイスを縮小することによって生じる効果、例えば電荷検出感度の向上、応答速度の向上、光の閉じ込め効果、各種のサイズ効果を利用して、高感度・高機能な光検出器を実現する。さらに、多数の検出器や回路の集積化により検出器システムとしての性能を最大化することを旨とする。
- (2) ナノデバイスを用いた超高周波・超低消費電力エレクトロニクスの実現  
主に単電子デバイスを用いて、従来はフォトリソの領域であった超高周波や、通常の半導体デバイスでは達成できない超低消費電力で動作するエレクトロニクス回路の実現を目指す。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 表面プラズモン(SP)アンテナ付き SOI フォトダイオードの検討

SP アンテナ付きフォトダイオードの角度分解光検出器としての評価を進めた。1次元ライン・アンド・スペース型と2次元ホール・アレー型の2種類のSPアンテナについて、仰角と方位角の極座標で表された量子効率の空間パターンを、様々な格子周期や偏光角に対して、理論、電磁界シミュレーション及び実験により評価した。理論的に予想される空間パターンは、シミュレーションでも実験でも良好に再現され、量子効率がピークとなる角度は格子周期で制御できることが示された。角度分解光検出器としては高い量子効率を得られ、3次元イメージング、被写界深度の拡大、レンズレス・イメージングなどへの応用が期待される。

#### (2) テラヘルツ(THz)検出用ポロメータの検討

Ti をサーミスターとするポロメータの特性を作製後の通電加熱によって改善する方法を考案した。残留ガス圧  $2 \times 10^{-2}$  Pa の真空下における加熱により Ti は部分的に酸化し、抵抗率は14倍に増加し、抵抗温度係数は正から負に反転し絶対値は約2倍に増加した。その結果、受光感度は4.5倍に増加することが分かった。

アンテナ結合ポロメータの微細化による性能向上指針(スケールリング則)に対して、高柳記念賞ならびに Quality in Research (QiR) 優秀論文賞を受賞した。

#### (3) 単電子トランジスタ(SET)の超高周波特性に関する検討

単電子トランジスタの超高周波における整流作用に関して、動作点を従来のドレイン電圧ゼロから安定状態図におけるクーロンダイヤモンド境界上に設定することにより、感度を最大で3桁改善し、周波数に依存した出力低下を5.9%に抑えられることを見出した。整流作用は1THzを越えても持続し、従来の電子デバイスを大幅に上回る性能が期待される。

### 【 今後の展開 】

SP アンテナ付きフォトダイオードに関しては、様々な SP アンテナ配列と空間パターンの関係について調べ体系化を図るとともに光源位置検出などの実演を試みる。同フォトダイオードを用いたバイオセンシングに関しては、ナノメートル厚さの生体分子の高感度検出を実証し、高スループット分析の可能性を示す。ボロメータはイメージセンサへの適用を想定し、センサー構造・材料を改良するとともに回路技術の検討を行う。SET は、理論的に予想される超高周波整流特性の実験による検証を目指す。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Yasuo Takahashi, Michito Sinohara, Masashi Arita, Atsushi Tsurumaki-Fukuchi, Akira Fujiwara, Yukinori Ono, Katsuhiko Nishiguchi, and Hiroshi Inokawa, "Si Single-Electron Transistor Characteristics under Photo-Excitation," ECS Trans., Vol. 92, No. 4, pp. 47-56, Oct., 2019.
- 2) Souvik Ghosh, J. Sharath Kumar, Naresh Chandra Murmu, R. Sankar Ganesh, Hiroshi Inokawa, and Tapas Kuila, "Development of carbon coated NiS<sub>2</sub> as positive electrode material for high performance asymmetric supercapacitor," Composites Part B: Engineering, Vol. 177, pp. 107373\_1-11, Aug. 25, 2019.
- 3) Anitharaj Nagarajan, Aruna Priya Panchanathan, Pandian Chelliah, Hiroaki Satoh, and Hiroshi Inokawa, "Optimization of electric field enhancement of Ag@SiO<sub>2</sub> trimer nanospheres by finite difference time domain method," Applied Surface Science, Vol. 495, pp. 107373\_1~7, Aug. 3, 2019.
- 4) Amit Banerjee, Hiroaki Satoh, Durgadevi Elamaran, Yash Sharma, Norihisa Hiromoto, and Hiroshi Inokawa, "Performance improvement of on-chip integrable terahertz microbolometer arrays using nanoscale meander titanium thermistor," J. Appl. Phys., Vol. 125, No. 21, pp. 214502\_1-12, 4 June 2019.
- 5) Durgadevi Elamaran, Hiroaki Satoh, Norihisa Hiromoto and Hiroshi Inokawa, "Investigation of silicon-on-insulator CMOS integrated thermocouple and heater for antenna-coupled bolometer," Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 58, pp. SDDE08\_1-7, May 21, 2019.
- 6) Saikat Bolar, Subhasis Shit, J Sharath Kumar, Naresh Chandra Murmu, R Sankar Ganesh, Hiroshi Inokawa, Tapas Kuila, "Optimization of Active Surface area of Flower like MoS<sub>2</sub> using V-doping towards Enhanced Hydrogen Evolution Reaction in Acidic and Basic Medium," Applied Catalysis B: Environmental, Vol. 254, pp. 432-442, April 20, 2019.

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Anitharaj Nagarajan, Shusuke Hara, Hiroaki Satoh, Aruna Priya Panchanathan, and Hiroshi Inokawa, "A Study on Directivity of SOI Photodetector with 2D Hole Array Type Gold Grating," Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS) Abstracts, p. 267 (Xiamen, China, Dec. 17-20, 2019).
- 2) Durgadevi Elamaran, Ko Akiba, Hiroaki Satoh, Norihisa Hiromoto and Hiroshi Inokawa, "Effect of Joule Heating on Titanium Microbolometer with Integrated Heater and Thermistor," 2019 Int. Conf. Solid State Devices and Materials (SSDM) PS-5-06, pp. 791-792 (Nagoya University, 2019.9.2-5). 他 1 4 件

### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 西村 智紀、Alka Singh、杉山 皓慎、佐藤 弘明、猪川 洋、「単電子トランジスタ整流器の感度と周波数特性の改善」第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 20p-E317-6 (北海道大学 札幌キャンパス、2019. 9. 18-21) 他 1 1 件

### 【 受賞・表彰 】

- 1) 猪川 洋、第 33 回高柳記念賞 (2019. 12. 21) 「室温動作テラヘルツ用マイクロボロメータの性能向上指針確立と実験的検証」
- 2) Hiroshi Inokawa, Amit Banerjee, Durgadevi Elamaran, Hiroaki Satoh, and Norihisa Hiromoto, Best Paper Award (2019.7.24) "Impact of Downscaling on Terahertz Antenna-Coupled Bolometers," 16th International Conference on Quality in Research (QiR) 2019.

## ナノスケール・原子スケールデバイスの研究

兼担・教授 小野 行徳 (ONO Yukinori)  
 ナノビジョン工学専攻 (主担当：電子工学研究所  
 極限デバイス研究部門)

専門分野： ナノエレクトロニクス  
 e-mail address: ono.yukinori@shizuoka.ac.jp  
 homepage: https://wwp.shizuoka.ac.jp/nano/



### 【 研究室組織 】

教 員：小野 行徳、堀 匡寛 (工学研究科講師)

博士課程：ヒンマ・フィルダウス (創造科技学院 D3)

修士課程：M2 (4名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

シリコンテクノロジーに立脚し、ナノスケール・原子スケールで電荷、スピン、およびフォノンを制御することにより、新たなエネルギー散逸制御手法、エネルギー変換手法を確立し、これにより、革新的な低消費電力電子デバイスを創出する。

#### (1) ナノスケール・原子スケールトランジスタにおけるエネルギー散逸制御手法の確立

ナノスケール・原子スケールサイズのトランジスタ内で起こる散乱 (電子・電子散乱、電子・フォノン散乱、不純物散乱、界面散乱等) に対して、そのメカニズムを微視的レベルで理解し、これに基づき、新たなエネルギー散逸制御手法を開発する。

#### (2) ナノスケール・原子スケールトランジスタにおける単一スピン制御手法の確立 (堀講師と共同)

シリコントランジスタチャネル、および界面に局在する電子スピンの高感度検出、および制御手法を確立し、量子情報処理デバイスへの展開を図る。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) エネルギー散逸制御関連

昨年度、T字型 MOS 構造において、電子・電子散乱に起因する「電子流体効果」をナノスケールではじめて観測し「電子アスピレーター」(図1)の動作を確認したことを受け、今年度はその性能の律速要因を検討し、コレクター・ベース間の抵抗が重要なパラメータであることを明らかにした。(Silicon Nanoelectronics Workshop 2019)。

また、ナノスケール pn エサキダイオードの低温電流特性を詳細に調べ、接合領域におけるドーパントクラスターが伝導に大きな影響を与えることを明らかにした(APL, 2019)。

#### (2) 高感度スピン検出関連

昨年度、ゲートパルス電圧により誘起される再結合電流(チャージポンピング電流)に対する電子スピン共鳴による変調の高感度計測技術を確立したことを受け、シリコントランジスタ界面に存在する欠陥種の同定に成功するとともに、その再結合メカニズムを明らかにした(Phys. Rev. Applied, 2019)。

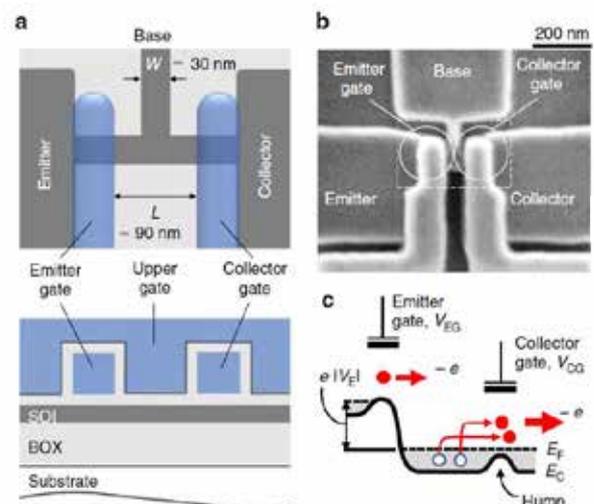


図1. 電子アスピレーター. (a)デバイスの上面図 (上) 及び断面図 (下)。 (b) デバイスの電子顕微鏡写真、 (c) デバイスの動作を説明するポテンシャル図。

### 【 今後の展開 】

上記で得られた結果をさらに発展させるとともに、シリコンMOS二次元電子系における局在スピンの効果等を調べていく。

### 【 学術論文・著書 】

- 1)G. Prabhudesai, M. Mauruganathan, L.T. Anh, H. Mizuta, M. Hori, Y. Ono, M. Tabe, D. Moraru, “Single-charge band-to-band tunneling via multiple-dopant clusters in nanoscale Si Esaki diodes”, Appl. Phys. Lett. 114, 243502-1-5 (2019).
- 2)M. Hori, Y. Ono, “Charge pumping under spin resonance in Si(100) metal-oxide-semiconductor transistors”, Phys. Rev. Appl. 11, 064064-1-12 (2019).
- 3)A. Afiff, A. Samanta, A. Udhiarto, H. Sudibyo, M. Hori, Y. Ono, M. Tabe, D. Moraru, “Coulomb-blockade transport in selectively-doped Si nano-transistors”, Appl. Phys. Express. 12, 085004-1-5 (2019).

### 【 国際会議発表件数 】

- 1)8th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces (ISCSI-VIII), November 27-30, 2019, Tohoku University, Sendai
  - 2)The 21st Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium, November 12, 2019, Shizuoka University, Hamamatsu
  - 3)Inter Academia 2019, September 4-7, 2019, Danubius Hotel Gellért, Budapest, Hungary
  - 4)2019 Silicon Nanoelectronics Workshop, June 9-10, 2019, Rihga Royal Hotel Kyoto, Kyoto
- 他 1 件

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、電子情報通信学会など 9 件

### 【 招待講演件数 】

- 1) 第 67 回応用物理学会春季学術講演会シンポジウム (2020. 3. 13)
- 2) ISCSI-VIII (2019. 11. 28)
- 3) The 21<sup>st</sup> Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium (2019. 11. 12)
- 4) 電子情報通信学会 ED・CPM・SDM 共催 平成 31 年度 5 月研究会 (2019. 5. 16)

### 【 新聞報道等 】

- 1) 中日新聞 「静岡大・中日新聞連携講座 1 秒、1 メートル 決める技術は」 (2020. 1. 23)
- 2) OPTRONICS ONLINE 「静大、トランジスタ界面欠陥の高精度観測技術を確立」 (2019. 6. 25)

### 【 受賞・表彰 】

- 1) ヒンマ フィルダウス、渡邊 時暢、堀 匡寛、ダニエル モラル、藤原 聡、高橋 庸夫、小野 行徳、第 11 回応用物理学会シリコンテクノロジー分科会 論文賞 (2020. 3. 13)

## 光子・電荷カウンティング放射線イメージング

兼任・教授 青木 徹 (AOKI Toru)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：電子工学研究所ナノビジョン研究  
部門、副担当：光医工学共同専攻 専任)  
専門分野： 放射線情報学、半導体工学  
e-mail address: aoki.toru@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://wwp.shizuoka.ac.jp/vision-i/>



### 【 研究室組織 】

教 員：青木 徹、都木 克之 (特任助教)、井村 ゆき乃 (学術研究員)、  
中川 央也 (学術研究員)、加瀬 裕貴 (研究補佐員)  
博士課程：寺尾 剛 (創造科技院 D3)、田端 健人 (創造科技院 D3)、西澤 潤一 (創造科技院  
D2)、木村 洸介 (光医工学 D2)、額賀 淳 (創造科技院 D2)、湯永 祐介 (光医光学  
D1)、都木 俊之 (光医光学 D1)、坪井 亮 (光医光学 D1)  
修士課程：M2 (4名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

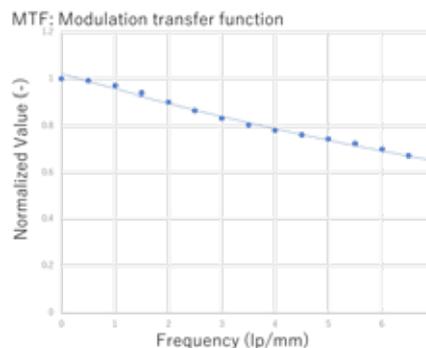
- (1) 個々の光子・電子をナノ領域で取り扱うことで新しい画像工学を創成するナノビジョンサイエンスの具現的展開を目指し、研究を続けてきた放射線検出および放射線イメージャーにナノビジョンの概念を取り入れたフォトンカウンティング放射線イメージャーを実現する。
- (2) 情報学的アプローチで、地球規模の課題や人間の理解という大きな観点からのデマンドと放射線を用いて可能とする領域や放射線イメージャー研究からのボトムアップを融合し、新しい放射線画像の活用による放射線画像情報学の構築を目指す。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) TIBr を用いた室温動作化合物半導体放射線イメージングデバイス

高エネルギーの X 線、ガンマ線を効率よく変換する光電変換素子として臭化タリウム (TIBr) の研究が進んでいるが、フォトリソグラフが困難であること、本研究室で長年取り扱ってきたテルル化カドミウム (CdTe)、テルル化亜鉛カドミウム (CdZnTe) と変換後出力される電荷量、速度等が異なるためイメージングデバイスとしての研究は進んでいなかった。本研究室ではナノビジョンサイエンスの概念を取り入れた、原理に忠実なフォトン・電荷カウンティング型の信号処理 LSI をこれまでに開発している。光電変換素子からの出力は電荷であることから、これまでのように電荷をいったん電流として捉えた上で電圧変換、増幅、波形整形をアナログ回路で行うことなしに、直接電荷を微小電荷注入回路とカウンタを用いてカウントする電荷デジタル変換 (QDC) を開発した。X 線やガンマ線の光子を個々に取り扱うことを長年研究しているが発生した電荷については集団統計的に扱う従来の画像工学の延長が続いていた。光子が係数可能なことと同様に電子も原理的には係数可能であり、すべてをデジタルで扱うことが可能であるという原理的概念を元に研究開発を行い、個々の光子・電子を取り扱うナノビジョンの概念を入れた放射線イメージャーを実現した。

このフォトン・電荷カウンティングは原理に忠実で、特定のアナログ定数に依存しないことから広い範囲の入力に対応し、CdTe や CdZnTe と信号が大きく異なる TIBr においても良好な変換特性を示し、世界で初めての TIBr 放射線イメージャーを実現した。素子と信号処理 LSI の接合には極微細 3D プリンティング技術を用いた Ag バンピングを行い、TIBr で問題となる分



TIBr イメージャーの MTF 特性

極現象もバイポーラ入力対応信号処理 LSI のため電界反転で対応でき長時間撮像も実証した。

## (2) 3D モーションキャプチャーによるリアルタイム三次元動画生成および AR 応用

Virtual Youtuber (Vtuber) に代表されるリアルタイム三次元動画生成を将来的な医療応用を視野に入れて展開し、リアルタイムでマルチモーダル高精度 3D モーションキャプチャーを行い、地磁気センサー、多軸加速度センサー、カメラ画像処理、TOF カメラ映像、音声、CNT 手袋といった複数のセンサーの特性を同期して処理し、必要な三次元モーション情報を高精度で取得する研究を進めた。この研究は、X 線 CT スキャナで問題となる人体などの動き（肺の動きは短時間は止められるが心臓などは止められない）を他の情報で補正する技術から派生したもので、独自のアルゴリズムを開発し、絶対位置取得や微少な指の動きなど単に三次元モーションとくることが難しい多種多様の動きを必要に応じて位置、移動、時間の精度よく取得することを可能とした。エンターテインメントをプラットフォームとして AR Vtuber を開発し、スマートフォン上での双方向リアルタイム三次元アニメーション AR を実現した。伝送での圧縮と障害発生時の復帰タイミングを考慮した伝送プロトコル、サーバーとクライアントでの負荷検討による最適化などを行うことで、将来的に医療現場での応用を目指した基盤成果を得た。

### 【 今後の展開 】

放射線検出の分野でナノビジョンサイエンスを展開し、より原理に忠実な放射線検出、画像検出器への展開を目指す。また、中性子、ベータ線、重粒子線など他の放射線の検出器、イメージャーへ向けて材料レベルからの研究を進めるとともに、ここから派生した研究を基に医工連携の研究を進める。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Bandara, A, Kan, K, Morii, H, Koike, A, Aoki, T, X-ray computed tomography to investigate industrial cast Al-alloys, PRODUCTION ENGINEERING-RESEARCH AND DEVELOPMENT, 14, 147-156 (2020)
- 2) Fujiwara, T, Mitsuya, Y, Fushie, T, Aoki, T, Demonstration of soft X-ray 3D scanning and modeling with a glass gas electron multiplier, JOURNAL OF INSTRUMENTATION, 14, P11022 (2019)
- 3) Nukaga, J, Katono, K, Sadaoka, N, Yasuda, K, Investigation on applicability of time-averaged X-ray CT images in two-phase flow measurement, 56(12), 1130-1140 (2019)
- 4) Terao, T, Koike, A, Takagi, K, Morii, H, Okunoyama, T, Aoki, T, Characterization of CdTe diode detector with depletion layer modulation for energy discrimination X-ray imaging, T, JOURNAL OF INSTRUMENTATION, 14, C06017 (2019)
- 5) VV, Maslyanchuk, OL, Solovan, MM, Maryanchuk, PD, Fodchuk, I, Gnatyuk, VA, Vakhnyak, ND, Melnychuk, SV, Aoki, T, Graphene/semi-insulating single crystal CdTe Schottky-type heterojunction X- and gamma-Ray Radiation Detectors, Brus, SCIENTIFIC REPORTS, 9, 1065 (2019)

他 5 件

### 【 特許等 】

- 1) 放射線検出装置, 青木徹, 小池昭史 (静岡大学), 令和 1 年 9 月 13 日, 特許第 6583855
- 2) 放射線検出器, 青木徹, 都木克之, 小池昭史 (静岡大学、株式会社 ANSeeN), 2020 年 3 月 30 日, PCT/JP2020/014647

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) SPIE Optics and Photonics 2019(San Diego, USA), 11114-27, (2019. 8. 13)

他 3 3 件 (うち招待講演 1 2 件)

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、発光型／非発光型ディスプレイ合同研究会など 1 2 件

## シリコンナノ構造を用いた新機能デバイス

兼任・教授 池田 浩也 (IKEDA Hiroya)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当: 工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)  
(副担当: 電子工学研究所 極限デバイス研究部門)  
専門分野: 半導体工学、半導体量子物性  
e-mail address: ikeda.hiroya@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wwp.shizuoka.ac.jp/ikedalab/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 池田 浩也

博士課程: 山下尚見、チャンドラ・プラカシュ・ゴヤル、ファイザン・カーン、  
ファウジア・ホティマトウル、パラニサミィ・バスカラン (創造科技学院 D3)  
アロクヤサミ・ペリヤナヤガ・クリスティ (創造科技学院 D2)  
ベンカテシュ・レディ・シャリニィ (創造科技学院 D1)

修士課程: M2 (3名)、M1 (2名)

学 部 生: B4 (3名)

### 【 研究目標 】

我々は、シリコンナノ構造を利用した新機能・高性能デバイスの開発を目的として研究を行っており、最近では廃熱(排熱)を再利用するための発電デバイスや赤外線センサ・生体センサの高性能化の実現に必要な、超高効率熱電変換材料の開発を中心に研究を進めている。現在の具体的な研究目標を以下に列記する。

- (1) 多元系シリコンナノ構造による熱電変換特性の効率化
- (2) ナノ構造材料のための熱電特性評価技術の開発
- (3) フレキシブル熱電発電デバイスの開発

### 【 主な研究成果 】

- (1) **Si ワイヤのゼーベック係数におけるサイズ効果と SiGe ナノワイヤ用極薄 SGOI 基板の作製**  
様々な幅の Si ワイヤを作製し、ゼーベック係数のサイズ依存性を調べた結果について、フォノン輸送における鏡面反射性 (specularity) の概念を用いて解析を行った。その結果、Si ワイヤのゼーベック係数を保持したまま、熱伝導率を低減できる可能性を見出した。また、簡便な作製手法により、熱伝導率の低い極薄多結晶 SGOI (SiGe on insulator) 基板の実現に成功した。
- (2) **SEM/熱画像カメラを用いたナノ構造熱電材料の熱伝導率測定技術の構築**  
ナノ構造材料の熱伝導率を測定するために、SEM (走査電子顕微鏡) と熱画像カメラを利用した技術を構築している。50  $\mu\text{m}\phi$  のステンレスワイヤにおける電子線照射により、ステンレスワイヤの加熱に成功した。その温度上昇曲線のシミュレーション解析により、熱伝導率を評価することができた。
- (3) **フレキシブル熱電発電デバイスの試作と発電特性測定**  
C (炭素) 布を p 型半導体材料, NiCu (ニッケル銅) 布を n 型半導体材料, Ag (銀) 布を電極材料として、50 対の  $\pi$  型構造を持つフレキシブル熱電発電デバイスを試作した。このデバイスの熱起電力測定を行なったところ、5°C の温度差を与えることにより 0.15mV の起電力が得られた。個々の布材料のゼーベック係数から期待される熱起電力よりも小さいため、半導体材料/電極界面の接触抵抗の影響が大きいと考えられる。

#### 【 今後の展開 】

SiGe ワイヤサーモパイル試料の熱電特性の測定を行い、フォノンドラッグ効果を含めた最適なデバイス構造を明らかにする。電子線照射の周期加熱を行い、AC カロリメトリ法に基づいて熱拡散率を実測し、ナノワイヤの熱伝導特性評価への展開を進める。半導体材料/電極界面の電氣的・熱的接触抵抗を低減して、フレキシブル熱発電デバイスの出力電力の向上を図る。

#### 【 学術論文・著書等 】

- 1) C.P. Goyal, D. Goyal, K.R. Sinju, N.S. Ramgir, Y. Shimura, M. Navaneethan, Y. Hayakawa, C. Muthamizhchelvan, H. Ikeda, S. Ponnusamy, Effect of Zn doping in CuO octahedral crystals towards structural, optical and gas sensing properties, Crystals, 10 (2020) 188-1-16.
- 2) D. Goyal, C.P. Goyal, H. Ikeda, P. Malar, Role of growth temperature in photovoltaic absorber CuSbSe<sub>2</sub> deposition through e-beam evaporation, Materials Science in Semiconductor Processing, 108 (2020) 104874-1-8.
- 3) C.P. Goyal, M. Omprakash, M. Navaneethan, T. Takeuchi, Y. Shimura, M. Shimomura, S. Ponnusamy, Y. Hayakawa, H. Ikeda, Fabrication of ultrathin poly-crystalline SiGe-on-insulator layer for thermoelectric applications, Journal of Physics Communications, 3 (2019) 075007-1-9.
- 4) K. Fauziah, Y. Suzuki, Y. Narita, Y. Kamakura, T. Watanabe, F. Salleh, H. Ikeda, Effect of phonon-drag contributed Seebeck coefficient on Si-wire thermopile voltage output, IEICE Transactions on Electronics, E102-C (2019) 475-478.
- 5) F. Salleh, R. Usop, N.S. Saugi, E.Y. Salih, M. Mohamad, H. Ikeda, Faizul S., Khairul A., Suhana S., Influence of TiO<sub>2</sub> layer's nanostructure on its thermoelectric power factor, Applied Surface Science, 497, (2019), 143736-1-5.
- 6) P. Veluswamy, S. Sathiyamoorthy, P.T. Gomathi, K. Jayabal, R. Kumar, D. Kuznetsov, H. Ikeda, A novel investigation on ZnO nanostructures on carbon fabric for harvesting thermopower on textile, Applied Surface Science, 496 (2019) 143658-1-7.
- 7) V. Shalini, M. Navaneethan, S. Harish, J. Archana, S. Ponnusamy, H. Ikeda, Y. Hayakawa, Design and fabrication of PANI/GO system for enhanced room-temperature thermoelectric application, Applied Surface Science, 493 (2019) pp. 1350-1360.
- 8) K. Jeyasubramanian, R.V. William, P. Thiruramanathan, G.S. Hikku, M. Vimal Kumar, B. Ashima, P. Veluswamy, H. Ikeda, Dielectric and Magnetic Properties of Nanoporous Nickel Doped Zinc Oxide for Spintronic Applications, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 485 (2019) pp. 27-35. 他 2 編

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) International Symposium on Biomedical Engineering 2019, November 14-15, 2019, Hamamatsu, Japan
- 2) 18th International Conference on Global Research and Education (InterAcademia 2019), September 4-7, 2019, Budapest & Balaton, Hungary
- 3) 2019 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices (AWAD2019), July 2-4, 2019, Busan, Korea  
など招待講演 2 件を含む 10 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、電子情報通信学会など 7 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 2019 SU-UM Workshop on Advanced Engineering Research and Cultural Exchange (2019.12.10)
- 2) Workshop on Advanced Characterization of Materials and Devices (2019.8.14)

## 電子線励起アシスト超解像顕微鏡の開発

兼担・教授 居波 渉 (INAMI Wataru)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当: 工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野: 光応用計測、顕微計測  
e-mail address: inami.wataru@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員: 居波 渉

修士課程: M2 (2名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

我々の研究目標は、超高分解能な光学顕微鏡を開発することである。そして、細胞の分子・たんぱく質などを、時間的・空間的に観察し、生体機能の解明に貢献する。また、近年盛んに研究開発が行われているソフトマテリアルの観察を行い、その機能向上に役立てる。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 電子線励起アシスト顕微鏡の高機能化
- (2) 電子線励起アシスト顕微鏡の結像特性の解析
- (3) 生きた細胞やソフトマテリアルのナノレベル動画観察

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 蛍光イメージングへの応用

開発している電子線励起アシスト顕微鏡を蛍光イメージングに応用した。蛍光染色した細胞を観察するために紫外光を放射する酸化亜鉛蛍光体を用いた。これにより、細胞の特定の構造を選択的に超解像観察できるようになる。電子線を酸化亜鉛蛍光薄膜に照射し励起した紫外光のナノスポットで量子ドット蛍光体を励起できることを確認した。今後、細胞を染色しイメージングを行う。

#### (2) 電子線励起アシスト顕微鏡における蛍光薄膜の厚さの最適化とコントラスト増強

電子線励起アシスト超解像顕微鏡で用いる極薄蛍光体薄膜の厚さや膜の構成を改善し、観察像のコントラストの増強を図る。本年度は、酸化亜鉛蛍光薄膜の成膜条件を検討した。電子線励起アシスト超解像顕微鏡用の蛍光体薄膜には、高い空間的発光均一性、薄い膜厚、高い発光効率が要求される。そこで、原子層堆積法を用いて、厚さ数十ナノメートルの酸化亜鉛薄膜を成膜した。

### 【 今後の展開 】

高い空間分解能と高い発光強度を実現するための最適化を行う。また、積層構造などを導入し光の取り出し効率を高める。そして、高分解能、高感度、高フレームレートの超解像顕微鏡を実現する。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) V. Santana, D. Thangaraju, A. Tanaka, W. Inami, S. JayaKumar, S. Matsuda, "Development of hybrid TiO<sub>2</sub>/Paint Sludge Extracted Microbe composite for enhanced photocatalytic dye degradation", Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials, pp. 1-9, (2020). 査読あり
- 2) A. Sugita, S. Kaname, K. Mochizuki, K. Kikuchi, A. Ono, W. Inami, Y. Kawata, "Second harmonic conversions of surface-plasmon-polariton-enhanced optical fields in nonlinear optics polymer/Ag/glass structures", Physical Review B, Vol. 101, pp. 045303, (2020). 査読あり
- 3) H. Halip, Y. Yoshimura, W. Inami, Y. Kawata, "Ultrashort laser based two-photon phase-resolved fluorescence lifetime measurement method", Methods and Applications in Fluorescence, Vol. 8, No. 2, pp. 025003, (2020). 査読あり
- 4) W. Inami M. Fukuta Y. Kawata S. Terakawa, "Visualization of ultraviolet absorption distribution beyond the diffraction limit of light by electron-beam excitation-assisted optical microscope", Journal of Microscopy, Vol. 276, No. 1, pp. 46-50, (2019). 査読あり
- 5) W. Inami, D. Horiba, Y. Kawata, "Cell stimulation by focused electron beam of atmospheric SEM", Ultramicroscopy, Vol. 206, pp. 112823, (2019). 査読あり

#### 【 特許等 】

- 1) 光源生成薄膜, 微小光源励起装置, 光学顕微鏡および光源生成薄膜の製造方法, 川田 善正, 居波 涉, 小野 篤史, 福田 真大, 名和 靖, 矩特許第 6654778 号

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) H. Morisawa, A. Ono, W. Inami, Y. Kawata, "Localized surface plasmon excitation for enhancement of photoelectron emission under deep UV region with disk-hole array", Global Nanophotonics 2019, (2019/12).

他 4 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 山本 燎, 加納 寛人, 中村 篤志, 居波 涉, "原子層堆積法による平坦な ZnO 薄膜の成長条件調査", 電子情報通信学会 発光型/非発光型ディスプレイ合同研究会, (2020 年 1 月)
- 2) 山本秀介, 居波 涉, 手老龍吾, 川田善正, "電子線照射による人工細胞膜のダメージ評価", 日本光学会年次学術講演会, (2019 年 12 月)
- 3) 山本 燎, 加納 寛人, 中村 篤志, 居波 涉, "ZnO の ALD 成長での平坦薄膜成長条件の調査", 電子情報通信学会 電子部品・材料研究会, (2019 年 11 月)

他 6 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 居波 涉, 川田 善正, "収束電子線を用いた超解像イメージング", 精密工学会秋季大会, (2019 年 9 月)

## 機能集積イメージングデバイス

兼任・教授 川人 祥二 (KAWAHITO Shoji)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：電子工学研究所  
ナノビジョン研究部門)  
専門分野： 電子デバイス、電子機器、集積回路工学  
e-mail address: kawahito@idl.rie.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.idl.rie.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員：川人 祥二、香川景一郎（電子工学研究所准教授）、安富 啓太（電子工学研究所助教）、  
寺西 信一（電子工学研究所特任教授）、袴田 正志（電子工学研究所特任教授）、  
Kamel Mars（電子工学研究所特任助教）、Lioe De Xing（電子工学研究所特任助教）  
Cao Chen（電子工学研究所特任助教）

研 究 員：Tan Leyi（学術研究員）

博士課程：Sivakumar P. Selvam（創造科技院 D3）、Lee Minho（創造科技院 D3）、Lee Sanggwon（創  
造科技院 D3）、Kim Juyeong（創造科技院 D2）、白川雄也（光医工学 D2）、Shukri B.  
Korakkottil Kunhi Mohd（創造科技院 D1）

修士課程：M2（7名）、M1（8名）

### 【 研究目標 】

イメージングにおける極限的性能の追求と従来になく新機能の実現を目指し、イメージング  
に関する新しい計測・信号処理アルゴリズム、デバイス、回路、システムについて基礎から  
応用まで幅広く研究を行う。特に CMOS イメージセンサがもつピクセルから周辺回路までのデ  
ザインの自由度の高さに着目し、生命科学、宇宙科学、材料科学等の科学計測、産業計測、  
医学・医療、公共インフラ、輸送機器、民生機器等で必要とされる新しい機能と未開拓の性  
能を実現するイメージセンサと応用システムの開発を進め、企業との共同研究や大学発ベン  
チャーを通じた社会実装を目指す。

### 【 主な研究成果 】

- (1) 受光面大口径化と高速電荷変調を可能とするタップド PN ダイオード (TPD) 変調素子と呼ぶ  
8 タップ+1 ドレインを有する新しい電荷変調素子の試作に初めて成功し、近赤外領域における  
極めて高速な変調動作 (時定数 660ps) を確認した。
- (2) LEFM 時間分解ピクセルとハイブリッド TOF 方式に基づく光飛行時間 (TOF) 距離画像センサ  
(640×480 画素) の試作に成功し、屋外における 100m の測距、雨天、濃霧時の測距等が行える  
ことを実証した。時間領域へのフォードバックの原理に基づく新しい高分解能 TOF 計測法を考  
案し、等価的に 1m 以上の計測範囲に対して、0.3mm 以下の分解能で計測できることを示した。
- (3) ピクセル内に 2 つの電荷蓄積部を持ち、異なる時間比で光電荷を短時間の周期で分配する  
ことで、対象物の動きに対する歪の少ない広ダイナミックレンジ撮像方法を提案し、試作によ  
りその動作の確認を行った。

### 【 今後の展開 】

屋外中長距離用 TOF 距離画像センサの分解能の一層の向上を目指し、寄生感度の低減、高量子  
効率化を図った 6 タップピクセルによるパイブリッド TOF イメージセンサの開発、時間分解近赤  
外分光イメージセンサにおける Intrinsic Response を 300ps 以下まで改善することによる、高分  
解能血液動態計測の実現、非接触による脈波計測を高精度化する 2 バンド式近赤外ロックインイ  
メージセンサ等の開発を進める。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) S. Lee, K. Yasutomi, M. Morita, H. Kawanishi, S. Kawahito, "A Time-of-Flight Range Sensor Using  
four-tap Lock-in Pixels with High Near Infrared Sensitivity for LiDAR Applications", Sensors, vol.20,  
Issue1, 2019.12.23, 116, IF:3.031
- 2) Sivakumar Panneer Selvam, K. Kagawa, C. Crouzet, B. Choi, K. Yasutomi, S. Kawahito,  
"Multi-exposure laser speckle contrast imaging using a video-rate multi-tap charge modulation image

sensor”, Optics EXPRESS, vol.27, Issue 18, 2019.9.2, pp.26175-26191, IF:3.561

- 3) M. Lee, M-W, Seo, J. Kim, K. Yasutomi, K. Kagawa, J-k. Shin, S. Kawahito, “A Wide Dynamic Range CMOS Image Sensor with a Charge Splitting Gate and Two Storage Diodes”, Sensors, vol.19, Issue13, 2019.6.30, 2904, IF:3.031
- 4) K. Yasutomi, Y. Okura, K. Kagawa, S. Kawahito, “A Sub-100  $\mu$  m-range-resolution Time-of-Flight Range Image Sensor with 3-tap Lock-in Pixels, Non-overlapping Gate Clock and Reference Plane Sampling”, IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol.54, No.8, 2019.6.7. pp.2291-2303, IF:5.173
- 5) A. Miyamichi, A. Ono, K. Kagawa, K. Yasutomi, S. Kawahito, “Plasmonic Color Filter Array with High Color Purity for CMOS Image Sensors, Sensors, Vol.19, Issue8, 2019.4.12, 1750(pp.1-10), IF:3.031
- 6) H. Chen, N. Ma, K. Kagawa, S. Kawahito, M. Digman, E. Gratton, “Widefield Multi-Frequency Fluorescence Lifetime imaging using a Two-Tap Complementary Metal-Oxide Semiconductor Camera With lateral Electric Field Charge Modulators, Journal of Biophotonics, Vol12, Issue 5, pp.1-9, 2019.5, IF:3.763 等 1 1 件

#### 【 特許等 】

- 1) A/D変換器、イメージセンサデバイス及びアナログ信号からデジタル信号を生成する方法, 川人祥二, 王同喜, 出願番号: 特願 2016-018423, 登録国: JP, 特許番号: 6681616, 登録日: 2020.3.26. (等 国内3件)
- 2) 測長素子及び固体撮像装置, 川人祥二, 国際出願番号: PCT/JP2016/001869, 登録国: US, 特許番号: 10325953, 登録日: 2019.6.18, 登録国: CN, 特許番号: ZL201680019832.5, 登録日: 2019.9.24, 登録国: KR, 特許番号: 10-2042328, 登録日: 2019.11.1 (等 海外8件)

#### 【 国際会議発表 】

- 1) K. Kagawa, K. Yasutomi, S. Kawahito, “Biomedical imaging based on time-resolving CMOS image sensors and compact compound-eye cameras”, ICSP2019, Chiang mai, Thailand, Kantary Hills Chiang Mai, 2019.11.22(Invited).
- 2) D-X. Lioe, K. Kagawa, S. Kawahito, “CMOS Image Sensor with Lock-In Pixels for Biomedical Applications”, 2019 4th IEEE International Circuit and System Symposium, Proceedings, pp.87-90, Kuala Lumpur, Malaysia, Hotel Istana, 2019.9.18(Invited)
- 3) S. Kawahito, K. Kondo, K. Yasutomi, K. Kagawa, “A Time-Resolved Lock-in Pixel Image Sensor Using Multipul-Tapped Diode and Hybrid Cascade Charge Transfer Structure”, 2019 International Image Sensor Workshop, R28, Proceedings, pp.238-241, Snowbird, Utah, USA, Snowbird Resort, 2019.6.26
- 4) Y. Shirakawa, K. Yasutomi, K. Kagawa, S. Aoyama, S. Kawahito, “An 8-tap CMOS Lock-in Pixel Image Sensor for Short-Pulse Time-of-Flight Measurements”, 2019 International Image Sensor Workshop, R15, Proceedings, pp.187-190, Snowbird, Utah, USA, Snowbird Resort, 2019.6.25
- 5) S. Kawahito, “Ultra-Low-Noise Design of CMOS Image Sensors toward Photoelectron-Counting-Based Wide Dynamic Range Imaging”, Int. Conf. Noise and Fluctuation, (ICNF2019), 2019.6.18(Invited)
- 6) 川人祥二, “高近赤外感度マルチタップ・ロックインピクセル・イメージセンサとその応用”, 2019FLEX Japan / MEMS & SENSORS FORUM, 東京都港区, 2019.5.22 (Invited) 等17件(内、招待講演4件)

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 川人祥二, “CMOS イメージセンサ・TOF 距離イメージセンサの高性能化技術”, 応用電子物性分科会研究例会自動運転に向けた車載デバイス, 東京都目黒区, 2020.1.24(招待講演)
- 2) 川人祥二, “ハイブリッドTOF イメージセンサと中長距離屋外測距イメージングへの応用”, 自動車・モビリティフォトンクス研究会第4回討論会, 東京都港区, 2020.1.17(招待講演)
- 3) 川人祥二, “高分解能イメージセンサノイズとの戦い”, 「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 静岡県浜松市, 2019.11.19(基調講演)等24件(内招待講演7件)

#### 【 新聞報道等 】

- 1) 読売新聞, 知の拠点セミナー, “クルマの自動運転の「目」イメージセンサに注目”, 川人祥二, pp.28, 2019.10.13
- 2) 朝日新聞, “静大発ベンチャー新技術に挑戦”, ブルックマンテクノロジー, pp.20, 2019.5.15

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) Best Presenter Award, Lioe De Xing, “CMOS Image Sensor with Lock-In Pixels for Biomedical Applications”, 2019 IEEE International Circuit and System Symposium, 2019.9.19
- 2) 静岡大学研究フェロー, 川人祥二, 静岡大学, 2019.4.1(2019.4.1~2022.3.31)

## 半導体微細加工技術による MEMS デバイスの開発

兼担・教授 橋口 原 (HASHIGUCHI Gen)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野： 半導体プロセス、シリコン MEMS デバイス、モデリング  
e-mail address: hashiguchi.gen@shizuoka.ac.jp



### 【研究室組織】

教 員：橋口 原

研 究 員：杉山 達彦、芝田 泰

修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

### 【研究目標】

MEMS 技術に基づくセンサやアクチュエータの性能を向上させるための新しいデバイスコンセプトの提案とモデリングによる性能評価、及びデバイス試作による実証を行う。特に独自に開発した、シリコン MEMS デバイスに適用可能な世界初のエレクトレット技術であるアルカリイオンエレクトレット法の実用化を目指す。そのため、エレクトレット膜の帯電特性を明らかにし、帯電電圧の長期信頼性、帯電電圧の制御性などを高めるための研究を行うとともに、エレクトレットを用いた MEMS デバイスのプロセス開発、デバイス開発を行っていく。具体的なテーマは下記の通りである。

- (1) ワイドバンド振動発電素子の開発
- (2) 多自由度振動発電素子の開発
- (3) レーザーアニールによるエレクトレット帯電技術の開発
- (4) 振動発電素子製造技術の低コスト化
- (5) エレクトレット超音波素子の開発
- (6) エレクトレット帯電膜の高寿命化

### 【主な研究成果】

#### (1) 単層基板を用いた振動発電素子の開発

MEMS 振動発電素子は、SOI (Silicon on Insulator) 基板を用いて作製されるが、SOI 基板は 1 枚 5 万円程度と高価である。1 チップの大きさが性能上 2cm 角程度になる振動発電素子は、1 枚の基板から作製される数が少なく、材料費だけで高価になってしまう。そこで価格が 10 分の 1 程度である単層シリコン基板から製造する技術を開発し、特許出願を行った。この技術では、単層シリコン基板内に貫通絶縁層を設けるために、粉末シリコンを埋め込んだ後、酸化を行う。これにより、電気的には十分な絶縁特性と、機械的に十分な剛性特性を得ることができた。

(特願 2020-026396)

#### (2) ゼロエミッションステーションでのデモンストレーション

JR 西日本が実施した、鳥取県東浜駅におけるゼロエミッションプロジェクトにおいて、振動発電素子の実証実験を行った。豪華列車瑞風に連結されているディーゼル発電車が、駅に停車中に発生する駅舎の振動を振動源として、超低消費電力マイコンシステムを駆動するデモンストレーションを行った。駅舎の振動は、20mG 以下の非常に小さな振動であるが、マイコンシステムで 7 秒おきに LED のメッセージを点灯し、乗客に披露した。

(産経フォトニュース

<https://www.sankei.com/photo/story/news/191220/sty1912200013-n1.html>)

#### 【今後の展開】

静電型振動発電素子の特徴を生かした実用化研究を重点的に実施する。ターゲットは鉄道や道路などの交通インフラである。また、10mG以下の低振動加速度でも駆動可能な、無線通信システムを作製する。そのため低消費電力の電圧レギュレータの開発を実施する。

#### 【学術論文】 4 件

- 1) Honma, Hiroaki; Tohyama, Yukiya; Mitsuya, Hiroyuki; Hashiguchi, Gen; Fujita, Hiroyuki; Toshiyoshi, Hiroshi, A power-density-enhanced MEMS electrostatic energy harvester with symmetrized high-aspect ratio comb electrodes, Journal of Micromechanics and Microengineering, vol.29, 084002 (9pp)(2019).
- 2) Yukiya Tohyama, Hiroaki Honma, Brieux Durand, Tatsuhiko Sugiyama, Gen Hashiguchi and Hiroshi Toshiyoshi, Analytical Model for MEMS Electret Energy Harvester with Long-stroke Tip-sliding Electrodes, Sensors and Materials, vol.9< No.9, (2019)pp.2779-2802.
- 3) Chikako Sano 1, Manabu Ataka , Gen Hashiguchi 2, and Hiroshi Toshiyoshi, An Electret-Augmented Low-Voltage MEMS Electrostatic Out-of-Plane Actuator for Acoustic Transducer Applications, micromachines, vol. 11, no. 3, 2020, p. 267 (12 pages). <https://doi.org/10.3390/mi11030267>.
- 4) Hiroyuki Mitsuya, Hisayuki Ashizawa, Noriko Shimomura, Hiroaki Honma, Gen Hashiguchi, Hiroshi Toshiyoshi, A Method to Determine the Electret Charge Potential of MEMS Vibrational Energy Harvester using Pure-White Noise, : IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, (2020). DOI: 10.1109/TSM.2020.2983442

#### 【国際会議発表件数】 2 件

#### 【国内学会発表件数】 1 件

#### 【招待講演】

- 1) 橋口原、エレクトレットMEMSの創成、2019年精密工学会秋季学術講演会、9月4日、静岡大学
- 2) 橋口原、MEMSデバイスのモデリングとエレクトレットMEMSの創成、2019年機械学会年次大会、9月9日、秋田大学
- 3) 橋口原、カリウムイオンエレクトレット技術の開発、第11回マイクロナノ工学シンポジウム、11月20日、アクティシティ浜松
- 4) 橋口原、エレクトレット型振動発電素子の開発とIoTシステムへの応用、第24回関西大学先端科学技術シンポジウム、2020年1月24日、関西大学

#### 【特許】 1 件

特願 2020-026396、橋口原、三屋裕幸、振動素子の製造方法、振動発電素子の製造方法、振動素子、および振動発電素子

#### 【受賞】

- 1) 橋口原、第33回独創性を拓く先端技術大賞 経済産業大臣賞、三屋、芦澤、年吉との共同受賞、フジサンケイ ビジネスアイ 先端技術大賞表彰制度委員会
- 2) 橋口原、情報・知能・精密機器部門 功績賞、日本機械学会情報・知能・精密機器部門

#### 【報道】

- 1) 鳥取・東浜駅で電力自給 JR西、瑞風が停車、産経フォトニュース、  
<https://www.sankei.com/photo/story/news/191220/sty1912200013-n1.html>、2019年12月20日 他4件

## テラヘルツセンシング技術・光散乱計測技術

兼任・教授 廣本 宣久 (HIROMOTO Norihisa)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野：テラヘルツテクノロジー、光・赤外センシング技術  
e-mail address: hiromoto.norihisa@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://ars.eng.shizuoka.ac.jp/~dnhirom/>



### 【 研究室組織 】

教 員：廣本 宣久

修士課程：M2（2名）（工学専攻機械工学コース）

学 部 生：B4（4名）（工学部機械工学科）

### 【 研究目標 】

廣本研究室は、「テラヘルツセンシングテクノロジーの研究」と「光散乱計測による空气中浮遊粒子検出技術の研究」の2つの柱により研究を推進している。

#### I. テラヘルツセンシングテクノロジーの研究

光と電波の境界であるテラヘルツ電磁波（周波数0.1 THz～10 THz）は、テラヘルツギャップと呼ばれる技術的な困難性のため、研究のフロンティアの電磁波領域である。テラヘルツ波は、可視光・赤外線で不透明な多くの物質を透過、電波よりも高い空間分解能のイメージングが可能、DNA、蛋白質、糖など有機分子・生物物質に固有スペクトル（指紋スペクトル）を持つ等の特性がある。これらの性質を利用して、危険物検出、薬物検査、医療診断、食品検査、材料検査など、非破壊検査などへの応用が期待できる。当研究室はこれらの期待に答えるため、高性能で使いやすいテラヘルツ分光システム、テラヘルツイメージングシステムの開発を行い、応用分野を開拓する研究を進めている。

#### II. 光散乱計測による空气中浮遊粒子検出技術の研究

大気中のアスベストを吸うことによる重大な健康被害をぼうしするため、アスベスト含有材料が使用されている場所や、アスベスト除去作業現場の敷地境界の外など、アスベスト粒子が洩れる可能性がある一般大気環境において、空气中に浮遊するアスベスト粒子の濃度を測定する必要性が増えている。このニーズに答えるために開発された、光散乱による繊維状粒子リアルタイム検出装置の測定精度を高め、測定結果の信頼性、アスベスト汚染の監視の効果を向上させることを目的に、研究を進めている。さらに、ナノ粒子など新しく利用が拡大している物質による大気汚染の測定についても検討を行っている。

### 【 主な研究成果 】

#### I. テラヘルツセンシングテクノロジーの研究

##### (1) テラヘルツ時間領域分光計測に関する研究

テラヘルツ (THz) 時間領域分光法の透過型と反射型のそれぞれの利点を生かした計測法の研究を進めている。

反射型 THz 時間領域分光法は、開発した分光装置が、2018年7月14日（土）の電研建替工事に伴う停電により、故障したため、これまで測定した反射分光のデータを用いて、データ解析の研究を行った。反射型 THz 時間領域分光法において、最大エントロピー法を用いて分光データの解析を行い、位相補正による測定精度の向上を図る研究を進めた。

## (2) テラヘルツパッシブイメージング技術に関する研究

テラヘルツでしかできない低温物体のイメージングによる温度の測定の研究を行った。電子冷却赤外カメラの冷却時の温度モニターの実験データの解析法を改善し、測定対象である InGaAs 赤外線検出器 2 次元アレイの放射率、温度の決定精度を向上させた。

## (3) 高検出能アンテナ結合テラヘルツボロメータの研究

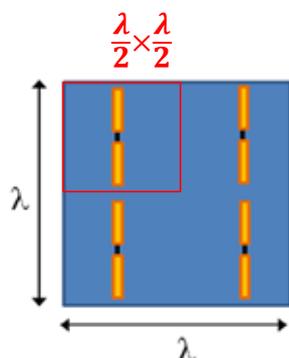


図 1 半波長アンテナを用いるテラヘルツアンテナ結合ボロメータの単体が受信する THz 波の照射面積 ( $\lambda/2 \times \lambda/2$ ) の意味。

メアンダ細線によるサーミスタの高抵抗化を図り、アンテナ結合テラヘルツボロメータの高感度化を実現した。感度の評価のため、1THz ショットキーバリアダイオード通倍器光源と光学チョッパーを用いる測定システムを確立した。このシステムで、 $0.1 \mu\text{m}$  幅- $89.5 \mu\text{m}$  長の Ti サーミスタのアンテナ結合ボロメータで、明確に THz 波のアンテナ受信が確認された。テラヘルツ光源の最大出力は、1 THz ( $\lambda=300 \mu\text{m}$ ) で  $0.67 \text{ W}$  であり、アンテナ結合ボロメータ単体の入射面積を  $\lambda/2 \times \lambda/2$  として (図 1)、THz 波入射エネルギー  $6.5 \times 10^{-9} \text{ W}$  が得られる。この入射エネルギーにもとづい

て、感度評価を行った。結果として、THz 周波数 1 THz で、感度  $7600 \text{ V/W}$ 、NEP  $6.4 \times 10^{-12} \text{ W/Hz}^{1/2}$ 、THz 波受信信号のカットオフ周波数 5.5 kHz という世界最高レベルの性能を達成した。

## II. 光散乱計測による空气中浮遊粒子検出技術の研究

微小粒子光学検出の性能向上に関する民間企業との共同研究を継続して実施した。アエモテック社の繊維状粒子リアルタイムモニター DAECOM を基準機とする微小粒子センサーサンプルの性能評価の有効性を実証した。

### 【今後の展開】

テラヘルツセンシングテクノロジーの研究においては、常温物体のパッシブセンシングが可能な高感度・低雑音を実現するポテンシャルを持つ、アンテナ結合ボロメータの技術をさらに発展させ、THz センシング・情報の分野を我が国がリードすることを目指す。

光散乱計測による空气中浮遊粒子検出技術の研究においては、大気環境中のアスベスト等の微粒子のリアルタイムモニターが、広く使われることを目指し、更なる技術の改善を進める。

### 【学術論文・著書】

- 1) A. Banerjee, H. Satoh, D. Elamaram, Y. Sharma, N. Hiromoto and H. Inokawa, "Performance improvement of on-chip integrable terahertz microbolometer arrays using nanoscale meander titanium thermistor," J. Appl. Phys. 125, 214502\_1-214502-12 (June 2019).
- 2) D. Elamaram, H. Satoh, N. Hiromoto and H. Inokawa, "Investigation of silicon-on-insulator CMOS integrated thermocouple and heater for antenna-coupled bolometer," J. Ap. Phys. 58, SDDE08 (May, 2019).

### 【国際会議発表件数】

- ・ IRMMW-THz 2019, September 1-6, Paris, France. 他 1 件

### 【国内学会発表件数】

- ・ 第 83 回日本赤外線学会 (2019. 5. 31 他 1 件)

## フェムト秒パルスレーザーを用いたフォトニックマイクロナノ構造の作製、材質変性および光学特性の評価

兼担・教授 ミゼイクス ビガンタス (MIZEIKIS Vygantas)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)  
専門分野： 応用光学、レーザ加工、マイクロ・ナノフォトニクス  
e-mail address: mizeikis.vygantas@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://wwp.shizuoka.ac.jp/vmlab/>



### 【 研究室組織 】

教 員：ミゼイクス ビガンタス  
博士課程：ユリアント エディー (創造科技院 D3)  
修士課程：M1 (3名)、M2 (4名)

### 【 研究目標 】

We are working on development and application of advanced laser lithography technique for creation of micro- and nano-phonic structures via two-photon photopolymerization of photoresist and modification of materials by intense laser radiation. This approach allows fast prototyping of 3D photonic crystal (PhC) structures, and electromagnetic metamaterials for development of novel optical technologies.

Particular areas addressed during the last year are

- (1) Realization of all-optical infrared detectors and image sensors using 3D photonic crystals
- (2) Realization of 3D optical metamaterials by direct laser writing technique;
- (3) Realization of environmental sensors using 3D photonic crystals;
- (4) Realization of micro-scale sensors and actuators that exploit solvent-induced response of thin polymeric lines prepared using laser lithography.

### 【 主な研究成果 】

Photonic crystals with controllable structural color were fabricated, and relationship between the fabrication conditions and spectral parameters of the structures were established; optical metamaterials having chiral architecture consisting of helical metallic inclusions, as well as vertical-cavity split-ring resonators were fabricated, and their application as perfect absorbers exhibiting absorbance over 80% was confirmed; deformable photoresist structures exhibiting solvent-dependent response, and the corresponding volume change were fabricated, and prototypes of solvent-driven actuators and environmental sensors were demonstrated.

### 【 今後の展開 】

We will continue the studies outlined above, aiming to realize micro-scale optical detectors and environmental sensors as well as improve spatial resolution and speed of the laser lithography process.

【 学術論文・著書 】

- 1)R. Honda, M. Ryu, M. Moritake, A. Balčytis, V. Mizeikis, J. Vongsvivut, M.J. Tobin, D. Appadoo, J.-L. Li, S.-H. Ng , S. Juodkazis, J. Morikawa, Infrared polariscopy imaging of linear polymeric patterns with a focal plane array, *Nanomaterials* 9, (2019) 732
- 2)S. Rekštytė, D. Paipulas, V. Mizeikis, Passive fluidic micro-sensor with all-optical readout realized using a direct laser writing technique, *Optics Letters* 44 (2019) 4602-4605
- 3)Yulianto, S. Chatterjee, V. Purlys, V. Mizeikis, Imaging of latent three-dimensional exposure patterns created by direct laser writing in photoresists, *Applied Surface Science* 479 (2019) 822-827
- 4)A. Butkutė, L. Čekanavičius, G. Rimšelis, D. Gailevičius, V. Mizeikis, A. Melninkaitis, T. Baldacchini, L. Jonušauskas, M. Malinauskas, Optical damage thresholds of microstructures made by laser three-dimensional nanolithography, *Optics Letters*, 45 (2020) 13-16
- 5)T. Moein, D. Gailevičius, T. Katkus, S.H. Ng, S. Lundgaard, D. J. Moss, H. Kurt, V V. Mizeikis K. Staliūnas, M. Malinauskas, S. Juodkazis, Optically-thin broadband graphene-membrane photodetector, *Nanomaterials* 10 (2020) 407

【 国際会議発表件数 】

- V. Mizeikis, Z. Hayran, H. Kurt , M. Turduev, D. Gailevicius, M. Malinauskas , S. Juodkazis, K. Staliunas, "Direct laser writing of optical field concentrators based on chirped three-dimensional photonic crystals", SPIE Photonics West 2020, San Francisco, CA , USA, Feb. 1-6, 2020. 他 8 件

【 国内学会発表件数 】

- V. Mizeikis, "Direct laser writing of microstructures for optical field concentration applications"(invited), 92nd Annual Meeting of Japan Laser Processing Society, AIST Tokyo waterfront , Dec 9-10, 2019

【 招待講演件数】

- D. Paipulas, S. Rekštytė, T. Tičkunas, M. Malinauskas V. Mizeikis, “Reversible deformations in laser-written polymeric microstructures: New platform for sensing and micro-actuation applications” (Invited), SPIE Photonics West 2020, San Francisco, CA ,USA, Feb. 1-6 2020.

## ナノテクを用いた新規デバイスの開発

兼担・教授 三村 秀典 (MIMURA Hidenori)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：電子工学研究所  
ナノビジョン研究部門)  
専門分野：ナノエレクトロニクス、ナノテクノロジー、光医工学  
e-mail address: mimura.hidenori@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員：三村 秀典、根尾 陽一郎（電子工学研究所准教授）、増澤 智昭（電子工学研究所助  
教）、細田 誠（特任教授）、畑中 義式（客員教授）、蔦木 邦夫（客員教授）  
職 員：川合 圭子（技術補佐）、山下 進（技術補佐）、Lia Aprilia（ポスドク）  
博士課程：Suchada Worasawat（創造科技院 D3）、瀧川 宗一（光医工学 D2）、  
毛利 隆人（光医工学 D2）、Vytautas Kavaliunas（創造科技院 D2、DDP）、  
Chitra Pandey（創造科技院 D2）、三宅 拓（創造科技院 D1）、  
Rohit Singh（創造科技院 D1）

### 【 研究目標 】

MEMS カンチレーバーを用いた新規ガスセンサの開発。ZnO ナノロッドの光触媒効果の解明。TiO<sub>2</sub>/Si 接合による光触媒効果の解明。カーボンナノチューブを用いた電界効果トランジスタの開発。多結晶ダイヤモンドを用いた中性子検出器など。

### 【 主な研究成果 】

- (1) ZnO ナノロッドの光伝導特性の解明  
ZnO ナノロッドの persistent photocurrent を理論解析することにより、ZnO ナノロッド表面のバンドの曲がり、またその量を評価した。
- (2) MEMS カンチレーバー上に Al ドープ ZnO ナノロッドを成長し、CO ガスセンサとして動作することを示した。
- (3) フラメント CVD で成長した多結晶ダイヤモンドのショットキー接合を用いて中性子センサーを試作し、中性子の検出に成功した。

### 【 今後の展開 】

各デバイスの高性能化を図っていく。

### 【 学術論文・著書 】

- 1)Lia Aprilia, Makoto Hosoda, Ratno Nuryadi, Yoishiro Neo, Mohamad Abdul Barique, Arief Udhiarto, Djoko Hartanto and Hidenori Mimura, "Influence of water vapor on CO detection using resonant microcantilever functionalized by Al-doped ZnO nanorods", Japanese Journal of Applied Physics 58 (2019) SBBH09-1-5.
- 2)Suchawada Worasawat, Katsuyoshi Tasaki, Yoichiro Neo, Wisanu Pecharapa, Yoshinori Hatanaka, Hidenori Mimura, "Persistent Photocurrent characteristics of ZnO polycrystalline films prepared by RF magnetron sputtering method", Japanese Journal of Applied Physics 58 (2019) 055505-1-5.
- 3)Tomoaki Masuzawa, Yoichiro Neo, Hidenori Mimura, Ken Okano and Takashi Yamada, "Electron Emission Mechanism of Heavily Phosphorus-doped Diamond with Oxidized Surface", Phys. Status Solidi

A 216 (2019) 1801025-1-4.

- 4)Katsuhisa Murakami, Joji Miyaji, Ryo Furuya, Manabu Adachi, Masayoshi Nagao, Yoichiro Neo, Yoshinori Takao, Yoichi Yamada, Masahiro Sasaki, and Hidenori Mimura, "High-performance planar-type electron source based on a graphene-oxide-semiconductor structure", Applied Physics Letters 114 (2019) 213501-1-5.
- 5)Takatoshi Yamada, Tomoaki Masuzawa, Hidenori Mimura and Ken Okano, "Field emission spectroscopy measurement of graphene/n-type diamond heterojunction", Applied Physics Letters 114 (2019) 231601-1-5.
- 6)Kazuyuki Minami, Toshiyuki Ishida, Yasuki Asada, Seiji Shirakawa, Masanao Kobayashi, Soichi Suzuki, Tomimasa Konishi, and Hidenori Mimura, "Development of a small X-ray source using an ultraviolet laser and pyroelectric crystal", X-ray Spectrometry (2019) 1-5.
- 7)A. Medvids, S. Varnagir, E. Letko, D. Milcius, L. Grase, S. Gaidukovs, A. Mychko, A. Pludons, P. Onufrijevs, and H. Mimura, "Phase transformation from rutile to anatase with oxygen ion dose in the TiO<sub>2</sub> layer formed on a Ti substrate", Materials Science in Semiconductor Processing 106 (2020) 104776-1-6.
- 8)Vytautas Kavaliunas, Edvinas Krugly, Mantas Sriubas, Hidenori Mimura, Giedrius Laukaitis, Yoshinori Hatanaka, "Influence of Mg, Cu, Ni dopants on amorphous TiO<sub>2</sub> thin films photocatalytic activity", Materials 13 (2020) 886-1-14.
- 9)Yasuhito Gotoh, Hiroshi Tsuji, Masayoshi Nagao, Tomoaki Masuzawa, Yoichiro Neo, Hidenori Mimura, Tanotsu Okamoto, Tomoya Igari, Masafumi Akiyoshi, Nobuhiro Sato, and Ikuji Takagi, "Development of a Field Emission Image Sensor Tolerant to Gamma-ray Irradiation", IEEE Transactions on Electron Devices, 67 No.4 (2020) 1660-1665.

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) H. Mimura, T. Masuzawa, Y. Neo, K. Murakami, and M. Nagao, "Recent Progress of Cold Cathode: Volcano-structured Field emitters and GOS Tunneling Cathodes", 4<sup>th</sup> International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering, September 18-21, (2019) Chisinau, Moldova PL1-1 p. 56., **Planar Talk**
- 2) H. Mimura, Y. Neo, Y. Inoue and K. Suzuki, "Fabrication of highly aligned CNT sheets and their application to strain sensors", 20<sup>th</sup> International Young Science Conference Optics and High Technology Material Science SPO 2019, September 26-29 (2019) Kiev, Ukraine I.5 p.17. **Invited**
- 3) Hidenori Mimura, Yoku Inoue, Yoichiro Neo, Kamen Kanev, Patrick Hung, Akira Tokuhiko, Shingo Sakakibara and Katsunori Suzuki, "Data Gloves with Innovative Strain Sensors for Augmented Interactivity", The Hawai'i International Conference on System Sciences 53 (HICSS53) Computing in Companion Robots and Smart Toys, January 7-10 (2020) Grand Wailea Maui USA., **Invited**

他 1 1 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 1 4 件

#### 【 招待講演件数 】

- ・ 3 件

## プラズマを用いた材料合成および高機能化

兼任・准教授 荻野 明久 (OGINO Akihisa)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当: 工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)  
専門分野: プラズマ応用、熱電子発電  
e-mail address: ogino.akihisa@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員: 荻野 明久

修士課程: M2 (2名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

人と自然にやさしい未来を目指して、太陽光や風力などの再生可能エネルギーの利用拡大が求められている。私たちの研究室では、光電変換の原理と熱電子発電の原理を組み合わせ、太陽エネルギーを電力に変換する新しい発電方式について研究している。この発電方式は、太陽光により電極内の電子を内部光電効果で励起させてから、熱的な効果で電子を飛び出させることで発電し、従来型の熱電子発電よりも低い温度域 (200~600 °C) で効率が最大化する。実用化の鍵は電子放出源となる電極開発にあり、プラズマ技術を用いてナノ結晶ダイヤモンドや二硫化モリブデン (MoS<sub>2</sub>) などを合成し、その特性を評価している。また、水素の運搬・貯蔵に適した水素キャリア合成のためのプラズマ技術について研究している。海外からの化石燃料に依存する日本にとって自給自足できるエネルギーかつ、地球温暖化防止に貢献できるエネルギーの確保は必要不可欠な課題である。この課題に対し水素は有効なエネルギーの一つであるが、水素エネルギーを社会へ広く普及するためには、水素の運搬・貯蔵技術の向上が重要な課題であり、課題解決の一助となるプラズマ応用について研究している。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) セシウム吸着 AlGa<sub>x</sub>N の光支援熱電子放出特性の評価

Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N 薄膜基板を熱電子放出源として応用することを目的とし、Cs 被覆 Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N の基板温度変化が光支援熱電子放出に与える影響を調べるとともに、AlGa<sub>x</sub>N 薄膜を熱電子発電器のエミッタ電極としたときの出力特性を測定し評価した。Al 組成比  $x$  の異なる薄膜基板の電子放出特性を評価した結果、 $x=0.5$  で電子放出開始の閾値温度が最も低減することがわかった。また、Al 組成比  $x$  の異なる Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N エミッタで熱電子発電器を構成し、エミッタ温度 600 °C のときの出力特性を比較した結果、 $x=0.5$  において出力電圧および電流ともに最大となることがわかった。

#### (2) プラズマ処理を用いた二硫化モリブデン薄膜の層数制御と硫黄欠陥形成

二硫化モリブデン (MoS<sub>2</sub>) は二次元層状の半導体材料であり、層状物質の層数を制御することによって異なる物性が得られ、有力な次世代材料となり得る。また、表面の大部分を占める基底面上に硫黄欠陥を形成することで、水素発生反応の活性化が期待できる他、硫黄欠陥の形成によりフェルミ準位が遷移し、半導体としての極性を調整することが可能である。本研究では、光電子デバイスや水素エネルギー社会へ向けたデバイス応用を視野に入れ、MoS<sub>2</sub> の層数制御、欠陥形成および表面活性化における低温プラズマ処理の効果を調べている。

#### (3) マイクロ波プラズマによる NaBO<sub>2</sub> の改質と循環利用型水素キャリア合成への応用

NaBH<sub>4</sub> の水素キャリアとしての確立を目指し、製造コスト削減のためにマイクロ波励起水素プラズマを用いた低温・低圧下での NaBO<sub>2</sub> から NaBH<sub>4</sub> への再生利用プロセスおよび MgO の還元・

水素化プロセスの開発について検討した。NaBH<sub>4</sub> への再生利用プロセスでは、高エネルギーイオンおよびラジカルの入射量を制限したプラズマ処理により、NaBH<sub>4</sub> への再生率が増加した。また、水素プラズマ処理した MgO をラマン分光法により解析し、MgH<sub>2</sub> への変化を確認した。

#### 【 今後の展開 】

熱電子発電器を 600 °C程度で効率よく動作させるために必要となる実効的な仕事関数の低い材料やアルカリ金属を用いて電子親和力の低減効果について研究する。また、二硫化モリブデン (MoS<sub>2</sub>) などの半導体を用いた新規光支援熱電子エミッタの開発に取り組み、実用上の課題とその解決策を検討する。

#### 【 学術論文 】

- 1)Shigeya Kimura, Hisashi Yoshida, Shota Uchida, Akihisa Ogino, “*Surface Electronic Properties of Si-Doped AlGa<sub>n</sub>N and Thermionic Emission Characteristics with Adsorption of Alkali Metal Atoms*”, Phys. Status Solidi A (2019) 1900719-1-1900719-6.
- 2)Shigeya Kimura, Hisashi Yoshida, Shota Uchida, Akihisa Ogino, “*Thermionic emission and conversion properties of n-type AlGa<sub>n</sub>N thin film cathodes grown on 6H-SiC substrates*”, Jpn. J. Appl. Phys. **59** (2020) SGGF01-1-SGGF01-7.

#### 【 国際会議発表 】

- 1)Takuya Takahashi, Naoki Maeda, Masahiko Nagasaka, Akihisa Ogino, “*Regeneration of Sodium Borohydride from Sodium Metaborate by Using Microwave Hydrogen Plasma Treatment*”, World Hydrogen Technologies Convention (WHTC2019), TOKYO INTERNATIONAL FORUM (2019.6.4) P3-2008.
- 2)Shigeya Kimura, Hisashi Yoshida, Shota Uchida and Akihisa Ogino, “*Surface Electronic Properties of Si-Doped AlGa<sub>n</sub>N and the Thermionic Emission Characteristics with Adsorption of Alkali Metal Atoms*”, 13th International Conference on Nitride Semiconductors 2019 (ICNS-13), Nagoya, Bellevue, Washington (2019.7.8) IP01.17.
- 3)Akihisa Ogino, Tsuzuki Masachika, “*Surface Modification of Molybdenum Disulfide Synthesized from Molybdenum Thin Film*”, Materials Research Meeting 2019 (MRM2019), Yokohama (2019.12.12) H2-12-P09. 他4件

#### 【 国内学会発表 】

- 1)内田 翔太, 木村 重哉, 吉田 学史, 荻野 明久, “*セシウム被覆 Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N エミッタの熱電子放出特性*”, 第 80 回応用物理学会秋期学術講演会, 北海道大学 (2019. 9. 20) 20a-PA4-14.
- 2)高橋 卓也, 前田 尚希, 紅林 亮平, 荻野 明久, “*水素プラズマによる水素化ホウ素ナトリウム再生および還元剤マグネシウムの酸化抑制効果*”, 第 80 回応用物理学会秋期学術講演会, 北海道大学 (2019. 9. 20) 20a-PA4-12.
- 3)都築 聖親, 荻野 明久, “*マイクロ波励起水素プラズマにより改質された CVD 成長 MoS<sub>2</sub> 基底面の構造変化*”, 第 36 回プラズマ・核融合学会年会, 中部大学 (2019. 11. 30) 30P26. 他 6 件

#### 【 特許出願 】

- ・特願 2019-156623, 特願 2019-156624, 特願 2019-156627, 特願 2019-156628 以上 4 件

## プラズモニクスを利用した高性能光デバイスの開発

兼任・准教授 小野 篤史 (ONO Atsushi)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)  
専門分野： 近接場光学、プラズモニクス  
e-mail address: ono.atsushi@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.rie.shizuoka.ac.jp/~a-ono/>



### 【 研究室組織 】

教 員：小野 篤史

博士課程：D3 (1名)

修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

我々の研究室は、光と金属の相互作用を利用したナノプラズモニクス研究に取り組んでいる。金属中の自由電子が光と共鳴的に振動することにより、金属表面近傍に入射光強度の数十倍以上に増強された光の場が生成される。この光増強場を利用した光反応の高効率化を目的とし、光吸収増大、発光増強、光閉じ込めによる超解像イメージングなどの研究に取り組んでいる。主に次の研究テーマに取り組んでいる。

- (1) 2光子励起光還元法による金属ナノ構造作製技術の確立
- (2) 可視近赤外同時観察用プラズモニックカラーフィルタの開発
- (3) アクティブプラズモニクスの開拓
- (4) プラズモニック電極基板の作製および発光素子量子効率の向上
- (5) 電子線還元による超微細金属ナノ構造作製技術の確立

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 2光子励起光還元法による金属ナノ構造作製技術の確立

本研究では、超短パルスレーザー照射による2光子励起過程を金属光還元に応用し、~100 nmサイズの金属ナノ構造作製技術を確立した。円偏光1点照射時に銀ナノリングが作製されることを発見し、照射パワー・照射時間に対するリング径依存性を明らかにした。

#### (2) 可視近赤外同時観察用プラズモニックカラーフィルタの開発

本研究では、物体をカラー表示する可視画像と生体情報や距離情報を表示する近赤外画像を同時に取得可能な高機能性イメージセンサの開発を目的として、金属凹凸薄膜に励起される表面プラズモン共鳴を利用した新規プラズモニックカラーフィルターを提案、実証した。可視-近赤外領域にかけて8色のマルチバンドな透過特性を実証した。

#### (3) アクティブプラズモニクスの開拓

本研究では、伸縮性基板上に作製した金属ナノ粒子集積膜の金属ナノ粒子間距離変化により、表面プラズモン共鳴結合波長を動的に制御する技術を開発した。

### 【 今後の展開 】

我々は上記のようにプラズモニクスを利用した高性能光デバイス、電子デバイスの開発を目指している。今後の研究展開としては、2光子励起光還元法を利用した超微細金属ナノ構造の作製、

高透過率マルチスペクトルカラーフィルタの開発、結晶金属ナノ粒子を用いた表面プラズモン共鳴の動的制御の実証を目指す。

【 学術論文・著書 】

- 1)S. Elhani, H. Ishitobi, Y. Inouye, A. Ono, S. Hayashi, and Z. Sekkat, " Surface enhanced visible absorption of dye molecules in the near-field of gold nanoparticles", Scientific Reports 10, 3913, 1-11 (2020).
- 2)A. Sugita, S. Kaname, K. Mochizuki, K. Kikuchi, A. Ono, W. Inami, and Y. Kawata, " Second harmonic conversions of surface-plasmon-polariton-enhanced optical fields in nonlinear optics polymer/Ag/glass structures", Physical Review B 101, 4, 045303 (2020).
- 3)A. Miyamichi, A. Ono, K. Kagawa, K. Yasutomi, and S. Kawahito, "Plasmonic Color Filter Array with High Color Purity for CMOS Image Sensors", Sensors 19, 8, 1750-1759 (2019).
- 4)A. Mizuno, and A. Ono, " Static and dynamic tuning of surface plasmon resonance by controlling inter particle distance in arrays of Au nanoparticles", Applied Surface Science 480, 846-850 (2019).

【 特許等 】

- 1) 寺西信一, 小野篤史 :「画素, 固体撮像装置及び画素の製造方法」, 特願 2020-018082
- 2) 寺西信一, 小野篤史 :「画素および個体撮像装置」, 特願 2019-134322

【 国際会議発表件数 】

- ・ SPIE Optics + Photonics 2019 (2019.8) など 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 13 件

【 招待講演件数 】

- ・ SPIE Micro + Nano Materials, Devices, and Applications 2019 (2019.9) など 4 件

## 高機能 CMOS イメージセンサとその応用

兼任・准教授 香川 景一郎 (KAGAWA Keiichiro)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当: 工学部 電気電子工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電気電子工学コース)  
副担当: 電子工学研究所サブコア)  
専門分野: 情報光学、CMOS イメージセンサ  
e-mail address: kagawa@idl.rie.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.idl.rie.shizuoka.ac.jp/index-e.html>  
<http://www.idl.rie.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 川人 祥二 (電子工学研究所コア 教授)、香川 景一郎、安富 啓太 (工学研究科 電子工学専攻・電子工学研究所サブコア 助教)

博士課程: Sivakumar Panneer Selvam (創造科技院 D3、私費)

修士課程: M2 (3名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

私は、イメージセンサ・光学・画像処理の融合分野を、トップダウン・ボトムアップ双方の視点から研究している。高性能・高機能 CMOS イメージセンサをベースとし、複数のレンズをもつマルチレンズ光学系と画像処理の融合システムや、マルチタップ CMOS イメージセンサを用いた機能的撮像システムを開発しており、超高速・超高感度の極限イメージング、バイオ・医療への応用を目指している。主な研究目標は以下の通りである。

- (1) マルチタップ・マクロ画素方式時間圧縮型超高速 CMOS イメージセンサによる超高速撮像
- (2) マルチタップ CMOS イメージセンサのバイオ・医用イメージング応用

### 【 主な研究成果 】

#### (1) マルチタップ・マクロ画素方式時間圧縮型超高速 CMOS イメージセンサ

マルチタップ CMOS イメージセンサは、画素内に 1 つのフォトダイオードと複数の電荷蓄積部・読み出し回路をもつ。静岡大学川人研究室で開発された超高速電荷変調器 LEFM (lateral electric field charge modulator) に基づき、4 タップ画素を  $2 \times 2$  画素並べたものをマクロ画素とし、最大 16 の符号化シャッタを適用できる時間圧縮型 CMOS イメージセンサを開発した。4 タップのうち 1 つを電荷排出に用い、合計 12 タップを順番にタップをオンにするスライドシャッタを適用することで、毎秒 1 億 1300 万枚のフレームレートで、金属をレーザー加工した場合に生じるプラズマ発光のシングルショット時間分解撮影に成功した。(高速度イメージングとフォトニクスに関する総合シンポジウム、講演論文集、12-1, 2019)

また、同じイメージセンサを用いて、マルチパス環境における光飛行時間に基づく距離計測を行った。物体との間に透明物体があり、その表面反射が物体光に重畳されるデュアルパス環境において、2 つの距離信号を分離して取得するために、半クロックシフトと複数の復調周波数を用い、1 回の露光で光信号を圧縮して取得し、圧縮センシングに基づく信号復元と非線型最適化による距離情報の高精度化を 2 ステップで行う方向を試みた。その結果、距離 1.0m に置いた透明物体と距離 8/2m に置いたミラーの 2 つの信号を分離することに成功した。(Int' l Image Sensor Workshop (IISW2019), 2019)

#### (2) 4 タップ CMOS イメージセンサによる広視野血流スピードイメージング

生体の様な散乱体にコヒーレント光を照射し、それをカメラで捉えると、スペckルパターンと呼ばれるランダムな粒状の光強度分布が得られる。この分布は赤血球の流れなどにより揺らぎ、流れのスピードが速いほど揺らぎの周波数は高くなる。カメラの露光時間とスペckルパターンの空間的コントラストには依存関係があるため、複数の露光時間に対する空間コント

ラストを計測し、理論式とのフィッティングから血流スピードの2次元分布を得ることが出来る。従来 1000 フレーム毎秒以上の高速カメラが用いられていたが、処理するデータ量が大きいため、4 タップ画素を利用して複数の露光時間に対する画像を同時に撮影することで、低フレームレートで血流スピードを計測する方法を提案した。シミュレーションにより、8 タップ画素を利用して露光時間を指数関数的に変えた場合に、最も高い精度で血流スピードを計測できることを明らかにした。また、4 タップイメージセンサを利用して、提案手法を実証した。(Optics Express, Vol. 27, No. 18, pp. 26175-26191, 2019)

#### 【 今後の展開 】

応用分野のスペシャリストと議論、協力しながら、新規イメージセンサデバイスから新規応用システム開発までを今後も一貫して行っていく。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Yuya Shirakawa, Keita Yasutomi, Keiichiro Kagawa, Satoshi Aoyama, and Shoji Kawahito, “An 8-tap CMOS lock-in pixel image sensor for short-pulse time-of-flight measurements,” MDPI Sensors, Vol. 20, Issue 4, Article 1040 (Feb., 2020).
- 2) Panneer Selvam Sivakumar, Keiichiro Kagawa, Christian Crouzet, Bernard Choi, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, “Multi-exposure laser speckle contrast imaging using a video-rate multi-tap charge modulation image sensor,” Optics Express, Vol. 27, No. 18, pp. 26175-26191 (Sep. 2, 2019).
- 3) Minhoo Lee, Min-Woong Seo, Juyeong Kim, Keita Yasutomi, Keiichiro Kagawa, Jang-Kyoo Shin, Shoji Kawahito “A wide dynamic range CMOS image sensor with a charge splitting gate and two storage diodes,” MDPI Sensors, Vol. 19, Issue 13, 2904 (Jun. 30, 2019).
- 4) Keita Yasutomi, Yushi Okura, Keiichiro Kagawa, Shoji Kawahito, “A sub-100 $\mu$ m-range-resolution time-of-flight range image sensor with three-tap lock-in pixels, non-overlapping gate clock, and reference plane sampling,” IEEE J. Solid-State Circuits, Vol. 54, No. 8, pp. 2291-2903 (Jun. 07, 2019).

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ Panneer Selvam Sivakumar, Keiichiro Kagawa, Christian Crouzet, Bernard Choi, Keita Yasutomi, and Shoji Kawahito, “Simulation of multi-exposure laser speckle contrast boold flow imaging based on multi-tap charge modulator CMOS image sensor,” Proc. Optics & Photonics Int’ l Congress 2019, JS-4-07, pp. 159-160 (Yokohama, Apr. 2019). 他 1 3 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本光学会, 映像情報メディア学会など 7 件

#### 【 招待講演件数 】

- ・ 1 件

## 半導体ナノ-マイクロ結晶構造の作製と光特性応用

兼任・准教授 光野 徹也 (KOUNO Tetsuya)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)  
専門分野： ナノ-マイクロ構造、ナノ-マイクロフォトンクス  
e-mail address: kono.tetsuya@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員：光野 徹也

修士課程：M2 (3名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

我々は、半導体ナノ-マイクロ結晶の作製技術とナノ-マイクロスケールの光特性を応用することを目的として研究を行なっている。本年度は人工知能をこれら研究に適用することで、研究進捗の改善などを目的とした検討をスタートした。主な研究目標を以下に列挙する。

- (1) ナノ-マイクロ半導体結晶・構造の低コスト・低環境負荷の作製技術の開拓
- (2) ナノ-マイクロ半導体結晶・構造に発現する光特性の探索と応用
- (3) 上記に関する研究への AI 技術の導入

### 【 主な研究成果 】

- (1) ミスト CVD 法による ZnO ナノ結晶成長の制御：Au 薄膜を堆積した GaN テンプレート基板への ZnO ナノ結晶の一形態である ZnO ナノワイヤアレイ(1次元様ナノ結晶)の結晶成長を実証した。また、これらナノ結晶の形状が Au 薄膜の膜厚により制御できる可能性を見出した。また、これら ZnO ナノ結晶は光学特性評価の結果はより、高品質結晶である可能性が示唆された。
- (2) ZnO ナノ・マイクロ結晶に関する研究への AI 技術の導入：多層ニューラルネットワーク(深層学習)や敵対的生成ネットワークなどの AI 技術を ZnO に関する数値計算シミュレーションや電子顕微鏡像のデータ処理に適用し、その有用性を検証した。

### 【 今後の展開 】

作製した ZnO ナノ結晶の光学特性を明らかにするとともに、これら結晶をベースとしたナノ-マイクロ構造に発現する微小光共振効果(例：フォトリソグラフィッククリスタル、ウィスパーリングギャラリモードなど)応用検討を進める。また、ZnO/MgZnO の半導体結晶系を用いた量子構造の導入及びミスト CVD 法によるこれら構造の作製技術開拓を進め、光・電子を同時にナノ・マイクロ領域で制御するデバイス構造を狙う。

これら研究課題の研究スピードを飛躍的に高めることを狙い、引き続き AI 技術の導入検討を進める。これまで検討してきた深層学習や敵対的生成ネットワークに加え深層強化学習などを複合的に活用することを計画している。

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 8 件

## テラヘルツ波を用いた生体計測及び産業応用

兼任・准教授 トリパティ サロジ (TRIPATHI Saroj)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野： テラヘルツ波工学、生体計測、光学  
e-mail address: tripathi.saroj@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員：トリパティ サロジ  
修士課程：M2 (2名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

In our laboratory, we are working on the development of broadband terahertz time domain spectroscopy (THz-TDS) system and its biomedical and industrial applications. The main objectives of our research are as follows:

- (1) Development of high-dynamic range and broadband terahertz time domain spectrometer.
- (2) Human skin measurement in terahertz frequency region
- (3) High power THz wave generation using anti-reflection coated non-linear optical crystal
- (4) Polarization control of THz wave using 3D metallic helix

### 【 主な研究成果 】

#### (1) Performance evaluation of transmission mode terahertz time domain spectroscopy

Terahertz time-domain spectroscopy (THz-TDS) employs a mechanical stage to introduce the time delay between pump and probe optical pulses during the sampling process of the time-domain electric field of a terahertz pulse. The positioning error and limited resolution of a mechanical delay stage cause an inaccurate sampling of a terahertz pulse. In this study, we demonstrate that the positioning error in the delay stage not only reduces bandwidth and dynamic range of the measurement system but also decreases the SNR of the intensity spectra.

#### (2) THz wave measurement of human skin using attenuated total reflection THz-TDS

In this study, we experimentally investigated the frequency of resonance of duct using attenuated total reflection (ATR) terahertz time domain spectroscopy. We measured the ATR spectra from the fingertip when the human subject was under calm state and emotional stress and we observed a clear difference between these spectra. ATR spectra were almost flat without any spectral feature when the subject was in calm state, whereas these spectra showed the broad resonance around 300 GHz when the subject was under emotional stress.

#### (3) High power THz wave generation using anti-reflection coated non-linear optical crystal

Various non-linear optical crystals such as DAST, DASC, LiNbO<sub>3</sub> etc. are widely used to emit terahertz waves via the optical rectification of femtosecond pulses. In this study, an amorphous polymer known as Cytop was studied as an antireflection material. The non-linear optical crystal known as DAST was coated with Cytop and we demonstrated that this coating can enhance the THz output from non-linear crystal.

### 【 今後の展開 】

In our laboratory, we will continue these studies to further explore the biomedical and industrial applications of THz wave. We will work on new research topics such as terahertz wave spectral imaging for drug detection, high sensitivity terahertz sensors using metamaterials and polarization sensitive measurement of polymers.

### 【 学術論文・著書 】

- 1)S. Takagi, S. Takahashi, K. Takeya and S. R. Tripathi, "Influence of delay stage positioning error on signal-to-noise ratio, dynamic range and bandwidth of terahertz time-domain spectroscopy" Applied Optics vol. 59, Issue 3, pp. 841-845 (2020)
- 2)H. Uchida, C. Koyama, T. Takagi, P. B. Wang, T. Kamei, S. R. Tripathi, K. Kawase and K. Takeya, "Enhanced terahertz wave generation from Cytop antireflection-coated DAST crystal" accepted for publication in Journal of Infrared, Millimeter and Terahertz wave, (2020)
- 3)K. Takeya, K. Matsumura, R. Takahashi, T. Fukui, S. R. Tripathi and K. Kawase, "Optical parameters of gas hydrates for terahertz applications" accepted for publication in Journal of Infrared, Millimeter and Terahertz wave, (2019)

### 【 国際会議発表件数 】

- 1)S. Takahashi and S. R. Tripathi "Measurement of sweat ducts in human skin using attenuated total reflection terahertz time domain spectroscopy" 5th International symposium on microwave/THz science and applications (MTSA 2019), Busan, S. Korea, (Sept. 29 – Oct. 2, 2019)
- 2)S. R. Tripathi and S. Takahashi, " Human sweat duct measurement using attenuated total reflection terahertz time domain spectroscopy" Interacademia 2019, Budapest, Hungary (4-7 Sept. 2019)
- 3)E. Bründermann, S. R. Tripathi, N. Hiromoto and H. Inokawa, "Non-invasive and non-destructive terahertz imaging for diagnostics and bio-medical applications" The 4th International Symposium on Biomedical Engineering (ISBE2019), (14-15 Nov. 2019)
- 4)S. Takahashi and S. R. Tripathi, "Terahertz time domain spectroscopy of sweat duct in human skin" The 4th International Symposium on Biomedical Engineering (ISBE2019), (14-15 Nov. 2019)

### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 富田皓也、絹村健人、竹家啓、廣本宣久、トリパティ・サロジ “金属らせん構造アレイを用いたテラヘルツ波帯偏光子の開発” 第 28 回日本赤外線学会研究発表会, 福井大学文京キャンパス (2019 年 11 月 14 -15 日)

### III 族窒化物半導体新機能デバイスの開発

兼任・准教授 中野 貴之 (NAKANO Takayuki)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)  
専門分野： 結晶工学、半導体工学  
e-mail address: nakano.takayuki@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/nakano/>



#### 【 研究室組織 】

教 員：中野 貴之

修士課程：M2 (3名)、M1 (2名)

#### 【 研究目標 】

GaN に代表される III 族窒化物半導体の持つ優れた材料特性を用いた新機能デバイスの開発に取り組んでいる。周期反転極性構造による疑似位相整合結晶の作製により、非線形光学効果による深紫外領域の第二次高調波発生を目指した研究を行い、深紫外レーザー素子の開発を行っている。また、新規 III 族窒化物材料である B GaN 結晶成長技術の開発により、B GaN 中性子半導体検出器の開発に取り組んでいる。独自の結晶成長技術の開発とデバイスプロセスおよびデバイス評価を行い、新機能デバイスの実現に向けて研究を遂行している。

#### 【 主な研究成果 】

##### (1) 両極性同時結晶成長法を用いた GaN 疑似位相整合結晶の作製

GaN はウルツ鉱型結晶構造を有するため、c 軸方向に非対称であり極性構造を持っている。各極性面(Ga 極性と N 極性)では、バンドギャップや屈折率が等しく 2 次の非線形感受率が異なるといった特徴を持つ。各極性を周期的に配列することにより疑似位相整合結晶の作製が可能であり、深紫外レーザーへの応用が期待される技術である。有機金属気相成長法において、成長前のサファイア基板にカーボンマスクを形成することにより、任意の領域の極性を反転させる技術を開発している。紫外領域の第二次高調波発生には狭ピッチの周期反転構造が必要であることから、4  $\mu\text{m}$  ピッチの両極性同時成長技術の開発を実施し、成長条件の制御により成長膜厚 5  $\mu\text{m}$  の 4  $\mu\text{m}$  ピッチの疑似位相整合結晶の作製を実現した。

##### (2) B GaN を用いた新規中性子半導体検出器の開発

中性子イメージング技術の応用拡大に伴い半導体検出器の開発が期待されており、中性子捕獲元素であるホウ素(B)原子を含む III 族窒化物半導体である B GaN を新規中性子検出半導体材料として提案し開発を行っている。B GaN 結晶成長の技術の開発により膜厚約 5  $\mu\text{m}$  の B GaN 結晶の作製を実現し、縦型 B GaN-pin ダイオードの作製を実現した。中性子照射実験により  $\alpha$  壊変反応のエネルギーを検出していることも確認した。今後、微細化および高効率化により高解像度中性子イメージングセンサーの実現を目指す。

#### 【 今後の展開 】

結晶成長技術の開発により、GaN 疑似位相整合結晶および BGaN 中性子半導体検出器の作製を実現したことから、実用化に向けた効率の向上が重要な課題となる。結晶成長メカニズムの更なる理解と共に高品質化を実施すると同時に、デバイス作製プロセス技術の開発を実施することでデバイス特性の向上を目指す。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Yoji Ishikawa, Yasuhiro Fuchita, Takashi Hitomi, Yoku Inoue, Motoyuki Karita, Kohei Hayashi, Takayuki Nakano, Naoko Baba, “Survivability of carbon nanotubes in space”, Acta Astronautica 165 (2019) 129–138.
- 2) Kazushi Ebara, Ken Mochizuki, Yoku Inoue, Toru Aoki, Kazunobu Kojima, Shigefusa F. Chichibu, and Takayuki Nakano, “Impact of growth temperature on the structural properties of BGaN films grown by metal-organic vapor phase epitaxy using trimethylboron”, Japanese Journal of Applied Physics 58 (2019) SC1042 (5 pages)

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) T. Nakano, Y. Takahashi, Y. Ohta, N. Yamada, H. Nakagawa, Y. Honda, H. Amano, K. Shima, K. Kojima, S. F. Chichibu, Y. Inoue, T. Aoki, “Improvement of neutron detection efficiency for BGaN semiconductor detectors”, 2019 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, and Workshop on Room-Temperature Semiconductor X-Ray and Gamma-Ray Detectors (NSS/MIC/RTSD), R-04-450, Manchester Convention Centre, Manchester, UK, October 26 - November 2, 2019  
他 7 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 18 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 第 11 回ナノ構造・エピタキシャル成長講演会 (2019. 6. 14)

## 真空電子能動デバイス及びプラズモニクス応用

兼担・准教授 根尾 陽一郎 (NEO Yoichiro)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース  
副担当：電子工学研究所 ナノビジョン研究部門)  
専門分野： 真空電子デバイス、光物性  
e-mail address: neo.yoichiro@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/neo/>



### 【 研究室組織 】

教 員：三村秀典（工学研究科教授・電子工学研究所所長）、文 宗鉉（工学研究科助教）  
修士課程：M2（2名）、M1（2名）

### 【 研究目標 】

#### (1) 真空ナノエレクトロニクス

・ 超高周波デバイス—スミス・パーセル超放射—

真空中を走行する電子の速度の上限は光速であり、高温・放射線等の耐環境性に優れるなど優位性を持つ。これにより固体デバイスでは実現困難なアプリケーションを可能にする研究分野が真空ナノエレクトロニクスである。我々研究グループは高速変調バンチ電子トレイン入射によるスミス・パーセル(SP)超放射を提案した。本方式により発振の閾値電流密度を大幅に低減可能とする事が可能であり、高出力・周波数可変・可干渉性テラヘルツ光源が実現可能である。

・ 次世代超高輝度電子源—液体金属電子源—

ウエハの大口径化に伴い次世代の検査装置、露光装置には分解能の向上、マルチビーム化によるスルーット向上など要求はますます厳しさを増している。この状況を反映し基幹素子である電子源には高輝度且つ大電流が要求されている。低仕事関数材料や液体金属を用いたW(310)電界放射陰極を超える次世代の超高輝度電子源を研究している。

#### (2) プラズモニクス

表面プラズモン共鳴と導波路モードによる結合共振器系により共鳴特性の分裂を誘起した新しい能動素子の創生・開発を目指している。表面プラズモン共鳴と導波路モードを結合させると、非対称モードである長距離伝搬型が発現する。走行するエバネッセント波が利得媒質に接して起こる表面プラズモン増幅(SPASER)の実現を目的としている。また Metal-Ins.-Metal (MIM) 構造によるプラズモン透明化による MIM 反射率可変ミラーを提案している。

#### (3) P(VDF/TrFE) ナノファイバー

強誘電体高分子材料 P(VDF/TrFE) を用いたナノファイバー不織布を利用した圧電発電素子やナノ光ファイバーの研究を行っている。ナノファイバーを延伸アニール処理により単結晶化し圧電特性の向上を目的としている。また波長程度に縮小化したナノファイバー内を走行する伝搬光はエバネッセント波の染み出しが大きくなる事を利用した光学センサへの応用を行っている。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 極短パルス電子ビームの形成及び、スミス・パーセル超放射

提案する SP 超放射では、数十ピコ秒間隔で電子ビームが局在したバンチトレインを形成する為

にアルカリ光電面の  $10^{-12}$  秒の速い応答性、10%を超える高い量子効率に注目し K/Cs/Sb 系モノ・バイアルカリ光電面を形成した。フェムト秒レーザーパルスを多段型光ディレイ回路に入射し 128 個のパルスに分割するパルススタッキング法を提案し電子バンチビーム形成を行っている。

### (2) 高輝度電界放射陰極の開発

W(310) よりも高輝度な電子源として液体金属電子源に注目をした。電界研磨電後の未表面正常化処理の W-tip に超高真空中でガリウム液体を表面拡散する簡便な方法により、清浄表面のタングステン面方位を反映した電界放射顕微鏡像を得る事に成功した。また tip 材料を選択し液体金属の濡れ性を制御する事で表面張力の増大を図った。この結果、ガリウム液体金属を高電界下で長時間安定したテーラーコーンを形成する事に成功した。これにより W 電界放射陰極比較し 1000 倍の 2mA という大電流放射を初めて実現した。

### (3) MIM 構造による表面プラズモン増幅及び MIM 構造による反射率可変ミラーの開発

ATR 結合した MIM 構造において、導波路モードと表面プラズモン共鳴の結合共振器を実現した。両共振器の結合強度、入射光と導波路との結合強度を正確に制御する事で、プラズモン誘起の透明化、吸収化、ファノ干渉、ラビ分裂を実現可能とした。近赤外～紫外線までのエネルギーと伝搬定数の分散関係を可視化する測定系の構築を行った。

#### 【 今後の展開 】

レーザーパルス列をアルカリ光電面に入射し電子ビームバンチ列を形成する。プレバンチ方式 SP 超放射の実現及び共振器を導入による誘導放射が最終的な目標である。プラズモニクスでは、共振器結合で誘起された長距離伝搬型プラズモンを使った新しい素子の研究を推進する。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Y.Gotoh, H.Tsuji, M.Nagao, T.Masuzawa, Y.Neo, H.Mimura, T.Okamoto, T.Igari, M.Akiyoshi, N.Sato, and I.Takagi, "Development of a Field Emission Image Sensor Tolerant to Gamma-ray Irradiation", IEEE Transactions on Electron Devices, 67, 1660-1665(2020)
- 2) H.Saito, Y.Neo, T.Matsumoto, and M.Tomita, "Giant and highly reflective Goos-Hänchen shift in a metal- dielectric multilayer Fano structure", Opt. Express 27(20), 28629-28639 (2019)
- 3) K.Murakami, J.Miyaji, R.Furuya, M.Adachi, M.Nagao, Y.Neo, Y.Takao, Y.Yamada, M.Sasaki, and H. Mimura, "High-performance planar-type electron source based on a graphene-oxide-semiconductor structure", Appl. Phys. Lett. 114, 213501(2019)
- 4) S.Worasawato, K.Tasaki, Y.Neo, W.Pecharapa, Y.Hatanaka, H.Mimura, "Persistent Photo-current characteristics of ZnO polycrystalline films prepared by RF magnetron sputtering method", Jpn. J. Appl. Phys. 58, 055505(2019)

他 1 件

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) International Vacuum Nanoelectronics など 8 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 応用物理学会, 電子情報通信学会電子デバイス研究会など 12 件

## 光再構成デバイス、リコンフィギュラブルデバイス

兼任・准教授 渡邊 実 (WATANABE Minoru)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：工学部 電気電子工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電気電子工学コース)  
専門分野： 光情報処理、集積回路工学、宇宙デバイス  
e-mail address: watanabe.minoru@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員：渡邊 実

修士課程：M1 (4名)、M2 (4名)

### 【 研究目標 】

- (1) F P G A デバイス応用
- (2) 光電子融合デバイスの研究開発

### 【 主な研究成果 】

- (1) リコンフィギュラブルデバイスの開発
- (2) 次世代の光電子融合デバイス・光再構成型ゲートアレイの開発
- (3) 高速動的光再構成型プロセッサの開発
- (4) 宇宙空間用・光デバイスの開発
- (5) FPGA ソルバー類の開発

### 【 今後の展開 】

光電子融合デバイスの耐放射線性能を明らかにしていく。

### 【 国際会議発表件数】

- 1) Yuichi Moriya, Minoru Watanabe, “Radiation tolerance of a crystal oscillator circuit,” The 6th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University, Shizuoka University, March, 2020.
- 2) Md Roman Ahmed, Minoru Watanabe, “Implementation of RISC-V Processor on MAX-10 FPGA,” The 6th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University, Shizuoka University, March, 2020.
- 3) Yuki Takena, Minoru Watanabe, “Place and route tool for optically reconfigurable gate arrays with fault cells,” The 6th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University, Shizuoka University, March, 2020.
- 4) Junya Ishido, Minoru Watanabe, “Radiation-hardened optically reconfigurable gate array using a multi-wavelength holographic memory,” IEEE Workshop on Silicon Errors in Logic – System Effects, Stanford University, CA, USA, Feb., 2020.
- 5) Makishi Toda, Akifumi, Ogiwara, Minoru Watanabe, “Effect of radiation dose of Gamma-Ray irradiation on volume gratings using liquid crystal composites,” Microoptics Conference, pp. 238-239, Toyama, Japan, Nov. 2019.

- 6) Masaki Watanabe, Minoru Watanabe, “Full-hardware triple modular and penta-modular redundancies using a high frequency majority voting operation,” IEEE Asia Pacific Conference on Circuits and Systems, Bangkok, Thailand, Nov., 2019.
- 7) Hirotooshi Ito, Minoru Watanabe, “Parallel-operation-oriented optically reconfigurable gate array VLSI,” IEEE International Conference on Space Optical Systems and Applications, Portland, USA, Oct., 2019.
- 8) Yusuke Takaki, Kohei Nagasu, Shin Abiko, Minoru Watanabe, Kentaro Sano, “FPGA implementation of a robot control algorithm,” International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, Zaragoza, Spain, Sep., 2019.
- 9) Hirotooshi Ito, Minoru Watanabe, “Total-ionizing-dose degradation analysis of an optoelectronic field programmable gate array, IEEE International System-on-Chip Conference, Singapore, Sep., 2019.
- 10) Toru Yoshinaga, Minoru Watanabe, “Optically Reconfigurable Gate Array with a triple modular redundancy,” International Conference on Space Science and Communication, Johor, Malaysia, July, 2019.
- 11) Takumi Fujimori, Minoru Watanabe, “A 1.15 Grad total-ionizing-dose tolerance parallel operation oriented optically reconfigurable gate array VLSI,” IEEE International Workshop on Metrology for AeroSpace, Torino, Italy, June, 2019.
- 12) Shinya Fujisaki, Takumi Fujimori, Minoru Watanabe, “An optically reconfigurable gate array workable under a strong gamma radiation environment ,” IEEE- Workshop on Microelectronics and Electron Devices, Boise State University, USA, April, 2019.

【 国内学会発表件数 】

・リコンフィギャラブルシステム研究会、宇宙科学技術連合講演会他 9 件

【 受賞・表彰 】

- 1) IEEE 名古屋支部国際会議研究発表賞, IEEE 名古屋支部, 吉永 透, 2020 年 3 月
- 2) 学生研究奨励賞, 社団法人電子情報通信学会東海支部, 高木雄介, 2019 年 6 月.

## シリコン中の量子準位を用いた単一電荷・単一スピンの検出技術の開発

兼担・講師 堀 匡寛 (HORI Masahiro)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：電子工学研究所  
極限デバイス研究部門)

専門分野： 半導体工学、量子エレクトロニクス  
e-mail address: hori.masahiro@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://www.shizuoka.ac.jp/nano/>



### 【 研究室組織 】

教 員：堀 匡寛

修士課程：M2(1名)、M1(2名)

### 【 研究目標 】

本研究グループでは、将来の革新的デバイスの創製に向けて、シリコン中の単一不純物原子や単一欠陥の単一量子準位を利用し、「たった1個の電子」を極限操作することを最終目標としている。特に、電子の電荷とスピンを両方同時に制御するために、以下の2点にフォーカスしている。

- (1) 単一電荷・単一スピン検出のための高感度測定系の構築
- (2) MOS 界面における欠陥の解析手法の確立

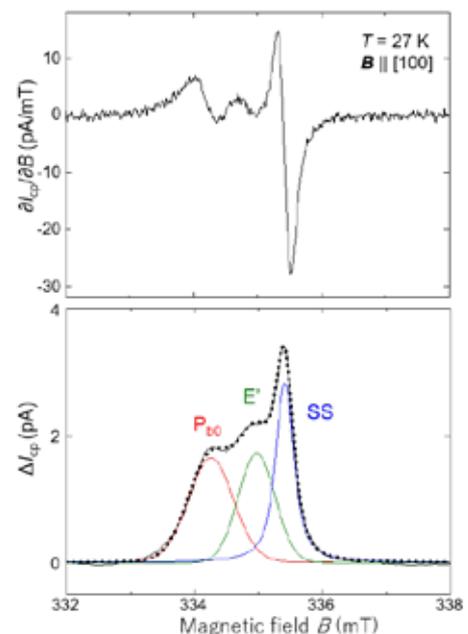
### 【 主な研究成果 】

チャージポンピングは、MOS トランジスタの界面欠陥の評価手法として最も広く用いられている。同手法を用いることで界面欠陥密度やエネルギー準位といった欠陥の電気的性質を解析できるが、一方で、磁気共鳴法を必要とする欠陥の磁氣的（スピンの）性質は解析できず、そのため、これまでにチャージポンピングに寄与する欠陥の種類（結合の構造）は明らかでなかった。また、詳細なチャージポンピング過程についても明らかでなかった。

これらの課題に対して、我々は、チャージポンピング法を電子スピン共鳴下で行う「チャージポンピング EDMR (Electrically-detected magnetic resonance) 法」を新たに立ち上げてきた。EDMR は、電子スピン共鳴をトランジスタの電流の変化から検出する手法であり、電流経路にある電子スピンのみを選択的に高感度で検出できる。

同手法をシリコン MOS 界面に適用した結果、電子スピン共鳴に伴うチャージポンピング電流の変化（信号）を検出した。同信号は、3つのピークで構成されていることが分かり、チャージポンピング過程に寄与する欠陥の種類が  $P_{\text{bc}}$  センターと  $E'$  センターであることを初めて明らかにした。

また、同手法で得られた温度依存性を詳細に解析することで、チャージポンピング EDMR のメカニズムを提案した。(M. Horii and Y. Ono, Phys. Rev. Applied 2019.)



図：チャージポンピング EDMR 法の測定結果。

#### 【 今後の展開 】

本研究グループでは、シリコン中の単一量子準位における「1個の電子」を操作するための技術の構築に取り組んでいる。今後は、単一電荷、単一スピンの検出に向けて、測定系の高感度化を目指す。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) G. Prabhudesai, M. Mauruganathan, L.T. Anh, H. Mizuta, M. Hori, Y. Ono, M. Tabe, D. Moraru, “Single-charge band-to-band tunneling via multiple-dopant clusters in nanoscale Si Esaki diodes”, Appl. Phys. Lett. 114, 243502-1-5 (2019).
- 2) M. Hori, Y. Ono, “Charge pumping under spin resonance in Si(100) metal-oxide-semiconductor transistors”, Phys. Rev. Appl. 11, 064064-1-12 (2019).
- 3) A. Afiff, A. Samanta, A. Udhiarto, H. Sudibyo, M. Hori, Y. Ono, M. Tabe, D. Moraru, “Coulomb-blockade transport in selectively-doped Si nano-transistors”, Appl. Phys. Express. 12, 085004-1-5 (2019).

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) 8th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces (ISCSI-VIII), November 27-30, 2019, Tohoku University, Sendai

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 6 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) ISCSI-VIII (2019. 11. 28)
- 2) 第 67 回応用物理学会春季学術講演会シンポジウム (2020. 3. 13)

#### 【 新聞報道等 】

- 1) OPTRONICS ONLINE 「静大、トランジスタ界面欠陥の高精度観測技術を確立」 (2019. 6. 25)

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 堀 匡寛、第 11 回応用物理学会シリコンテクノロジー分科会 研究奨励賞 (2020. 3. 13)
- 2) ヒンマ フィルダウス、渡邊 時暢、堀 匡寛、ダニエル モラル、藤原 聡、高橋 庸夫、小野 行徳、第 11 回応用物理学会シリコンテクノロジー分科会 論文賞 (2020. 3. 13)

## (2)オプトロニクスサイエンス部門

部門長 下村 勝

### 1. 部門の目標・活動方針

オプトロニクスサイエンス部門は6名の教員から構成されている。研究目的は、光とエレクトロニクスとの融合を学術的な観点から探求し、その成果を社会に還元することである。(1) プローブ顕微鏡や非線形レーザー顕微鏡の開発、(2) ナノ加工、ナノ操作技術、表面・界面における原子スケールでの構造制御、(3) 太陽光、応力、熱エネルギーを利用した発電デバイスや次世代光素子材料の開発、(4) 瞳孔検出技術とその応用、(5) プラズマプロセスと応用、(6) 超高感度センシングデバイスの開発等に取り組んでいる。

### 2. 教員名と主なテーマ (◎はコア教員)

- ・ 下村 勝 : 表面・界面における原子スケールの構造制御
- ・ 岩田 太 : プローブ顕微鏡開発、ナノ加工、ナノ操作
- ・ 江上 力 : 非線形レーザー顕微鏡
- ・ 海老澤嘉伸 : ビデオカメラによる瞳孔検出技術とその応用
- ・ 李 洪 譜 : 螺旋状ファイバ回折格子の開発とその OAM モード多重光通信及び超高感度光センシングシステムへの応用
- ・ 清水一男 : 大気圧マイクロプラズマ応用による医療・環境分野の研究

### 3. 部門の活動 (詳細は各教員のページを参照してください。)

#### (1)受賞(学生含む) (5件)

岩田 太 教員

- ①潤間 威史、2019年度精密工学会秋季大会学術講演会 ベストプレゼンテーション賞(2019.9)

清水一男 教員

- ①IOP Publishing Outstanding Review award 受賞, Journal of Physics D: Applied Physics, (2020.4).
- ②ポスター発表 最優秀賞(静岡県食品技術研究会、静岡大学食品・生物産業創出拠点、静岡県工業技術研究所、静岡県食品産業協議会主催のシーズ&ニーズビジネスマッチング研究発表会にて受賞)、論文題目:大気圧マイクロプラズマ照射による角質層内薬剤浸透性の研究、受賞グループ:青島知道、クリストフ・ヤロスラフ、マリウス・ガブリエル・ブラジャン、清水一男 (2020.6)

下村 勝 教員

- ①Wan Ibtisam Wan Omar(D3), Best Paper Award, 6th International Conference on Applied Science and Technology (ICAST2019)

李 洪譜 教員

- ①Chengliang Zhu(D3)、電子情報通信学会東海支部「学生研究奨励賞」

#### (2)特許

#### (3)招待講演 (2件)

岩田 太 教員

- ①F. Iwata; Kanazawa University NanoLSI Open Seminar, Kanazawa, (2019.6)

下村 勝 教員

- ①下村勝; 精密工学会 2019年度秋季大会、浜松市 (2019.9)

#### (4)共同研究及び外部資金 (代表)

- 岩田 太 教員 ・文部科学省科学研究費 挑戦的研究(萌芽)、基盤研究(B)
- 清水一男 教員 ・文部科学省科学研究費 萌芽研究(挑戦)
- 下村 勝 教員 ・文部科学省科学研究費 基盤研究(C)
- 李 洪譜 教員 ・公益財団法人KDDI財団「研究助成」

**(5)新聞報道 (1件)**

岩田 太 教員

- ・2019年12月12日(木)、中日新聞 朝刊、“ナノの世界に挑む顕微鏡技術” 静岡大・中日新聞連携講座

**(6)国際交流 (2件)**

清水 一男 教員

- ・Erasmus+による提携大学院 (Alexandru Ioan Cuza University of Iași, Romania)での集中講義(全6回)を実施(2019.5.18-5.26)

下村 勝 教員

- ・さくらサイエンス(JST)によりインド・スリランカ・マレーシアから学生 25 名、教員 3 名を招聘(2019.9.22-9.29)

**(7)その他、特記事項**

## 螺旋状ファイバ回折格子の開発とそのOAMモード多重光通信及び超高感度光センシングシステムへの応用

兼任・教授 李 洪譜 (Hongpu Li)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野：光ファイバデバイス、非線形光学、光情報処理  
e-mail address: ri.kofu@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://ars.eng.shizuoka.ac.jp/~li01/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：李 洪譜

博士課程：朱 程亮 (D3)

修士課程：5名

学 部 生：5名

### 【 研究目標 】

広帯域光ファイバ通信、光ファイバセンシングシステムの構築を支える様々なファイバデバイスの研究を行っている。研究の主題は、ファイバ中の光波伝搬特性、各種ファイバデバイスとその様々な応用です。主に取り扱う光デバイスは、ファブリケーション、および様々な非線形光学素子などである。取り込んでいる主な研究テーマは以下の通りです。

- (1) 螺旋状多チャンネルファイバ回折格子により多波長軌道角運動量 (OAM) モード変換器への応用
- (2) 位相変調した螺旋状長周期回折格子による広帯域阻止フィルタに関する研究
- (3) 光渦ビームを有するファイバブリルアンレーザーに関する研究
- (4) 螺旋状ファイバグレーティングによるねじりセンサーへの応用
- (5) 巨大な旋光性を有する螺旋状ファイバ回折格子の開発

### 【 主な研究成果 】

- (1) 螺旋状ファイバ回折格子 (HLPG) による3チャンネル1次 OAM モード変換器を開発した。
- (2) 螺旋状ファイバ回折格子 (HLPG) による全ファイバ系2次 OAM モード変換器を開発した。
- (3) 炭酸ガスレーザによる螺旋状9チャンネルファイバ回折格子の製作法の開発を成功した。
- (4) HLPG による温度、ねじれおよび歪み同時測定出来るセンサーを提案し、その方案の有効性を実証した。
- (5) 位相変調した HLPG による広帯域光阻止フィルタの作製法を提案し、試作した。

### 【 今後の展開 】

優れた螺旋状ファイバ回折格子の開発をさらに発展させ、超高速・広帯域 WDM と OAM モード多重光通信・光信号処理デバイス、及び高感度光センシングデバイスへの応用を目指す。

【 学術論文・著書等 】 (# Corresponding author)

- 1) P. Wang, H. Zhao, Taishu Detani, Yuhta Tsuyuki, and #H. Li, “Demonstration of the mode-selection rules obeyed in a single-helix helical long-period fiber grating,” *Opt. Lett.*, Vol. 45, No. 7, pp.1846-1849 (2020).
- 2) P. Wang, H. Zhao, T. Yamakawa, and #H. Li, “Polarization-independent flat-top band-rejection filter based on the phase-modulated H LPG,” *IEEE Photon. Technol. Lett.*, Vol. 32, No. 3, pp. 170-173 (2020).
- 3) H. Zhao, Miaomaio Zhang, and H. Li, “Modal-dispersion effects on the spectra of the helical long-period fibre grating-based components,” *Optics Commun.*, Vol. 457, pp. 124708 (2020).
- 4) H. Zhao, P. Wang, T. Yamakawa, and #H. Li, “All-fiber second-order orbital angular momentum generator based on a single-helix helical fiber grating,” *Opt. Lett.*, Vol. 44, No. 21, pp. 5370-5373 (2019).
- 5) C. Zhu, P. Wang, H. Zhao, S. Ishikami, R. Mizushima, and #H. Li, “DC-sampled helical long-period fiber grating and its application to the multichannel OAM generator,” *IEEE Photon. Technol. Lett.*, Vol. 31, No.17, pp. 1445-1448 (2019).
- 6) H. Zhao, Miaomaio Zhang, C. Zhu, and H. Li, “Multichannel Fiber Bragg Grating Based on DC-sampling Method,” *Optics Commun.*, Vol. 445, pp. 142-146 (2019).
- 7) C. Zhu, S. Ishikami, H. Zhao, and #H. Li, “Multichannel long-period fiber grating realized by using the helical sampling approach,” *IEEE/OSA J. Lightwave Technol.*, Vol. 37, No. 9, pp. 2008-2013 (2019).

【 国際会議発表件数 】

- 1)“Multichannel OAM generator based on a phase-only modulated helical long-period fiber grating,” H. Zhao, Y. Hao, P. Wang, C. Zhu, T. Yamakawa and H. Li, *ACP2019, Chengdu (China)*, T3A.4.
- 2)“Optimal design of a multichannel fiber Bragg grating by using the DC sampling method,” H. Zhao, Miaomiao Zhang, and H. Li, *19th International Conference on Numerical Simulation of Optoelectronic Devices 2019, Ottawa (Canada)*, ThB2.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 電子情報通信学会 3 件

## 大気圧マイクロプラズマ応用による医療・環境分野の研究

兼任・准教授 清水 一男 (SHIMIZU Kazuo)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：イノベーション社会連携推進機構  
産学連携推進部門)

専門分野： 大気圧マイクロプラズマ応用  
e-mail address: shimizu@cjr.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://shimizu-lab.cjr.shizuoka.ac.jp>



### 【 研究室組織 】

教 員：清水 一男

研 究 員：マリウス・ガブリエル・ブラジャン (学術研究員)

クリストフ・ヤロスラヴ (学術研究員)

博士課程：ヤハヤ・アフマド・グジ (創造科技院 D1)

修士課程：M2 (1名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

大気圧マイクロプラズマを応用したプラズマプロセスとして、以下に示す項目を産学連携と事業化を目標として研究を進めている。

- (1) 室内空気浄化
- (2) 薬剤類の経皮吸収促進
- (3) 微粒子制御
- (4) 流体制御

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 室内空気浄化

ヘキサデカンや大腸菌などを対象としてマイクロプラズマ照射による化学物質や微生物類の浄化を実験的に検討し、室内空気室の向上を示した。

#### (2) 薬剤類の経皮吸収促進

ブタ皮膚を対象としてマイクロプラズマ照射により角層バリアの低減とそれに伴う薬剤類を模擬した色素などの吸収促進とマイクロプラズマ照射による皮膚への物理的ダメージを示した。

#### (3) 微粒子制御

マイクロプラズマアクチュエータ型電極を用いて、従来の誘電体微粒子と振る舞いが大きく異なると考えられる導電率の大きい Cu 微粒子の振る舞いを観測し、電極表面近傍での Cu 微粒子の帯電および作用する力やその運動について検討を行った。

(4) 誘起流方向を自在に制御するために多チャンネル化し、空間的分解能の高い制御を実現するため多チャンネルマイクロプラズマアクチュエータを構築し流体の能動制御を実験的に示した。

### 【 今後の展開 】

産学連携と事業化を念頭に置いた大気圧マイクロプラズマ応用技術は室内空気室向上から医療応用まで幅広い分野での可能性を持つ。医工連携や農工連携など異分野との連携により学際的研究分野の展開を考えている。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) J. Kristof, T. Aoshima, M. Blajan, and K. Shimizu, "Effect of Microplasma Treatment on Stratum Corneum Lipid Molecule", Jpn. J. App. Phys., Vol. 59, No. SH, SHHF06, DOI: 10.35848/1347-4065/ab7ae3, (Mar., 2020).

2)M. Blajan, D. Nonaka, J. Kristof and K. Shimizu, “Study of Induced EHD Flow by Microplasma Vortex Generator”, IEEE Trans. on PS, Vol. 47, No. 12, pp. 5345-5354, DOI 10.1109/TPS.2019.2952166 (Dec., 2019).

【 国際会議発表件数 】

- 1)J. Kristof, T. Aoshima, M. Blajan, K. Shimizu, “Microplasma discharge in transdermal drug delivery”, XXXIV International Conference on Phenomena in Ionized Gases(XXXIV ICPIG) / 10<sup>th</sup> International Conference on Reactive Plasmas(ICRP-10), Sapporo Education and Culture Hall, (Sapporo, Japan), OR18PM-B01, (Jul., 2019).
- 2)A. Dascalu, A. Besleaga, S. Teodoroff-Onesim, V. Pohoata, K. Shimizu, L. Sirghi, “Infrared absorption spectroscopy investigation of molecular species generated by surface dielectric barrier discharge micro-plasma in humid air”, The 24st International Symposium on Plasma Chemistry, (ISPC24), Conference Center Terminal Naples, (Naples, Italy), 398, (Jun., 2019).

他 3 件

【 国内学会発表件数 】

- ・青島知道, ヤハヤ・アハマド・グジ, ムスタファ・ファリハ, クリストフ・ヤロスラヴ, マリウス・ガブリエル・ブラジャン, 清水一男, 「経皮ドラッグデリバリーに向けた大気圧マイクロプラズマによる皮膚処理の研究」, 令和 2 年電気学会全国大会講演, 東京電機大学 東京千住キャンパス, (東京都足立区), 1-127, (Mar. 2020).

他 4 件

【 受賞・表彰】

- ・受賞グループ: 青島知道, クリストフ・ヤロスラヴ, マリウス・ガブリエル・ブラジャン, 清水一男, ポスター発表 最優秀賞 (静岡県食品技術研究会、静岡大学食品・生物産業創出拠点、静岡県工業技術研究所、静岡県食品産業協議会主催のシーズ&ニーズビジネスマッチング研究発表会にて受賞), (Jun. 2019). 「マイクロプラズマ照射による角質層内薬剤浸透性の研究」

### (3) インフォマティクス部門

部門長 三浦 憲二郎

#### 1. 部門の目標・活動方針

本部門では、情報科学に関するハードウェア、ソフトウェア、情報メディアの視点から、基礎から応用まで幅広い分野の研究を多数の教員で精力的に推進している。

#### 2. 教員名と主なテーマ(◎はコア教員)

◎三浦憲二郎：形状処理・知的光計測に関する研究

- ・浅井秀樹：勾配法による最適化手法—人工知能とその応用に関する研究
- ・石原進：モバイル・センサネットワーク
- ・大島純：Team Learningの設計と評価
- ・大島律子：協調のマネジメント力育成と評価システム開発
- ・大橋剛介：画像情報処理・画像センシング
- ・熊野善介：次世代のための科学教育論の理論と実践論
- ・桑原義彦：電波応用工学
- ・小西達裕：知的学習教育支援システム
- ・酒井三四郎：情報科学とその応用
- ・佐治斉：画像処理、コンピュータビジョン
- ・塩見彰睦：CPUの最適化設計支援及び設計自動化
- ・杉浦彰彦：ワイヤレスマルチメディア情報通信
- ・杉山岳弘：画像・映像情報処理の応用
- ・竹内勇剛：人間の認知情報処理活動に着目したインタラクション構造のモデル化
- ・西垣正勝：ユーザの特性を利用した情報セキュリティ技術
- ・西村雅史：音声&音環境分析
- ・能見公博：宇宙機械制御システムの実践的研究開発
- ・長谷川孝博：情報基盤、情報システム、情報セキュリティ
- ・前田恭伸：環境と防災に関わるリスクアナリシス
- ・道下幸志：雷に伴う環境電磁工学
- ・峰野博史：ヘテロジニアスネットワークコンバージェンス
- ・宮崎真：認知神経科学、身体教育学、スポーツ心理学
- ・宮崎佳典：大量の数値情報を集約して数学・英語教育に活用
- ・和田忠浩：流星バースト通信・可視光通信に関する研究
- ・荒木由布子：複雑な構造を有する高次元データのための統計的モデリング
- ・一ノ瀬元喜：計算集団動力学
- ・白杵深：コンピューテーショナルイメージングと三次元計測
- ・甲斐充彦：音声言語情報処理とその応用システムの研究
- ・狩野芳伸：自然言語処理とその応用
- ・木谷友哉：情報科学的二輪車研究

- ・ 桐山伸也：人間中心の適応型インタラクションシステム
- ・ 小林祐一：ロボットのセンサ情報処理・認識と制御
- ・ 立蔵洋介：音空間の知覚と合成
- ・ 永吉実武：情報技術・情報を活用したパフォーマンス向上
- ・ 庭山雅嗣：近赤外分光法による光生体計測
- ・ 福田直樹：マルチエージェント基盤技術とセマンティックWeb技術の高度化とその応用
- ・ 藤本穰彦：自然エネルギーを地域の力で——人々・社会・自然
- ・ 大木哲史：パターン認識・機械学習技術のセキュリティ
- ・ 沖田善光：ヒトの生理機能の計測・解析
- ・ 山本祐輔：気づきを促す情報インタラクション
- ・ 石川翔吾：認知症情報学によるエビデンスの創出と利用
- ・ 板口典弘：身体・運動・脳・認知の相互作用の解明
- ・ 劉志：情報通信ネットワーク、メディア通信

各教員の主な研究テーマは以下のホームページに記載されている。

<http://gsst.shizuoka.ac.jp/kenkyu/bumoninfo.html>

### 3. 部門の活動

創造科学技術大学院研究フォーラムや特別講演会を兼ねた特別講義の開催を毎年行っているが、今年度は総合科学技術研究科(情報学専攻)と連携して下記のように開催した。

1. 5月15日:谷幹也 様(NEC セキュリティ研究所長)  
「顔認証・映像監視の最新動向」
2. 5月29日:三宅優 様(KDDI総合研究所 セキュリティ開発グループ グループリーダー)  
「通信事業者としてのセキュリティ対策」
3. 6月12日:大久保一彦 様(NTT セキュアプラットフォーム研究所長)  
「デジタルトランスフォーメーション時代のサイバー&フィジカル・セキュリティ  
～R&D遂行上のConcerns～」
4. 6月19日:中川路哲男 様(三菱電機 執行役員)  
「IoTとイノベーション」
5. 7月10日:鍛忠司 様(日立製作所 研究開発グループシステムイノベーションセンタ部長)  
「サイバーセキュリティの動向と研究開発の現状」
6. 7月24日:太田賢 様(NTTドコモ 先進技術研究所 主幹研究員)  
「モバイルネットワークとスマートデバイスの発展と課題」
7. 7月31日:風間博之 様(NTTデータ 技術開発本部長)  
「技術革新が導くデジタル社会の将来展望」
8. 12月23日:飯田一朗 様(秋田県立大学 教授、創造大学院客員教授)  
「情報ネットワークに関する技術動向」

## 形状処理・知的光計測に関する研究

専任・教授 三浦 憲二郎 (MIURA Kenjiro T.)  
情報科学専攻 (副担当：工学部 機械工学科及び  
大学院総合化学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野： 形状処理工学、画像処理、知的光計測  
e-mail address: miura.kenjiro@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://ktm11.eng.shizuoka.ac.jp/>  
<http://ktm11.eng.shizuoka.ac.jp/profile/ktmiura/welcome-j.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：三浦 憲二郎、臼杵 深 (電子工学研究所准教授)、關根 惟敏 (工学研究科助教)  
博士課程：王 丹 (創造科技院 D2)  
修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

我々は、形状処理工学やコンピュータグラフィックス技術を基礎技術とするデジタルスタイリングデザインシステムや動画画像処理について研究を行っている。形状生成や画像に関するソフトウェアの研究開発だけでなく、知的光計測などの兼備画像処理についても研究を行っている。現在の研究内容は以下となっている。

- (1) デジタルスタイリングデザインシステムの基盤となる曲線・曲面の表現法、生成法、変形法
- (2) 合焦点画像合成

### 【 主な研究成果 】

#### 【CREST 採択、数的情報活用基盤、令和元年度採択課題】

設計の新パラダイムを拓く新しい離散的な曲面の幾何学

研究概要：可展面など性質のよい曲面を形状要素にもつ新しい離散曲面の幾何学を創始し、美的形状の理論を取り入れ、その上に構造解析・最適化手法を構築する。その枠組みで、美とアート性を備え、安全・安心を担保する構造物設計を効率的かつ低コストで可能にする革新的ソフトウェア基盤を開発する。設計諸分野の知識を数学の力で形状の幾何学として統合し、緻密で美しい製品を生み出すが高コストの日本のものづくり再生の基盤とする。

#### 静岡大学三浦グループ (三浦憲二郎：主たる共同研究者)

研究題目：クライン幾何による意匠設計用自由曲線・曲面の定式化とその実務への応用

研究の目的および内容

本研究では、クライン幾何による理論的枠組みを導入し、対数型美的曲線を拡張して設計工学に有用な新しい曲線を創出することを目的とする。具体的には、各幾何での不変量から対数型美的曲線に相当する曲線を求める。さらにその不変量を維持する変形、時間軸を追加することで「流れ」式を導出し、変形を研究・開発・実装する。対数型美的曲線の曲面化は未解決問題であり、クライン幾何の理論を駆使して設計工学で利用できる曲面を定式化する。

研究項目

- (1) 可展面においてガウス曲率  $K=0$ 、極小曲面・膜構造では平均曲率  $H=0$  のように、各クライン幾何における不変量から、対数型美的曲線相当の曲線を定式化する。さらに、その不変量を保った曲線の変形法、不変量の時間変化を記述し「流れ」式を理論解析により発見する。
- (2) (1) で見出した不変量を保った変形法を商用 CAD システム (Rhino3D) のプラグインとし実装する。実用上重要な、与えられた平面曲線を端点、およびそこでの接線方向を固定して内挿する曲線を変形 (スムージングやフェアリング) する、高精度で安定なアルゴリズムを研究・開発・実装する。
- (3) クライン幾何の枠組みを用いた「美的曲面」の概念を提唱しその定式化を行う。また、その生成法を実装する。
- (4) (3) で提案した「美的曲面」を可展面や膜構造に限定し、「可展美的曲面」や「膜構造美

的曲面」を提案する。さらに、その曲面を建築や造船に応用する場合の問題点について検討するとともに、問題があれば解決法を検討する。

#### 【 今後の展開 】

我々は上述したように形状モデリングや光応用計測の研究開発を行っている。今後はエンジニアリング応用を志向した形状処理技術、特 3 次元入力装置からの点群データを CAD/CAM/CAE に応用する技術の研究開発を行うとともに、ナノテクノロジーやバイオテクノロジーに形状処理を中心とする情報処理技術を応用する学際領域的な研究も推進する予定である。

#### 【 学術論文・著書等 】

- 1) Kenjiro T. Miura, Sho Suzuki, R.U. Gobithaasan and Shin Usuki, A New Log-aesthetic Space Curve Based on Similarity Geometry, *Computer-Aided Design and Applications*, 16(1), 79-88, 2019, doi: 10.14733/cadaps.2019.79-88, pdf (649K)
- 2) Inoguchi, J., Ziatdinov, R. and Miura, K.T., Generalization of log-aesthetic curves via similarity geometry, *Japan J. Indust. Appl. Math.* (2019) 36: 239. <https://doi.org/10.1007/s13160-018-0335-7>.
- 3) Kazumichi Yagi, Sho Suzuki, Shin Usuki, Kenjiro T. Miura, G1 Hermite Interpolating with Discrete Log-aesthetic Curves and Surfaces, *Computer-Aided Design and Applications*, 17(3), 607-620, 2019, <https://doi.org/10.14733/cadaps.2020.607-620>
- 4) R.U. Gobithaasan, S. W. Yip, Kenjiro T. Miura and S. Madhavan, Optimal Path Smoothing with Log-aesthetic Curves Based on Shortest Distance, Minimum Bending Energy or Curvature Variation Energy, *Computer-Aided Design and Applications*, 17(3), 639-658, 2019, <https://doi.org/10.14733/cadaps.2020.639-658>
- 5) K.T. Miura, S. Suzuki, S. Usuki, R.U. Gobithaasan,  $\tau$ -curve -Introduction of Cusps to Aesthetic Curves, *Journal of Computational Design and Engineering*, 2020, 7(2), 155-164. <https://doi.org/10.1093/jcde/qwaa014>.
- 6) Kazumichi Yagi, Sho Suzuki, Shin Usuki and Kenjiro T. Miura, G1 Hermite Interpolating with Discrete Log-aesthetic Curves and Surfaces, the 2019 International CAD Conference and Exhibition, Village Hotel Changi, Singapore, June 24-26, 2019.
- 7) R.U. Gobithaasan, S.W. Yip, Kenjiro T. Miura and S. Madhavan, Optimal Path Smoothing with Log-aesthetic Curves Based on Shortest Distance, Minimum Bending Energy or Curvature Variation Energy, the 2019 International CAD Conference and Exhibition, Village Hotel Changi, Singapore, June 24-26, 2019.
- 8) K.T. Miura, R.U. Gobithaasan, T. Sekine, S. Usuki, "The Properties of  $\tau$  Curve and its Discretization," ACCDDE2019, Penang, Malaysia, July 7-10, 2019.
- 9) Shin Usuki, Gaku Shibata and Kenjiro T. Miura, Measurement of patterned surfaces with non-fluorescent structured illumination microscope, SPIE Optics + Photonics 2019, San Diego, 2019.

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ International CAD Conference and Exhibition, ISMTII2019 など 6 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 精密工学会、Robomech など 1 2 件

#### 【 招待講演 】

- 1) 三浦憲二郎, "美しい曲線・曲面の定式化に向けて," 富山県立大学, 知能ロボット工学科, 特別講義, October 4, 2019.
- 2) 鈴木晶, 三浦憲二郎, "意匠デザインのための美的曲線・曲面理論の構築とその応用," 九州大学 IMI 共同利用研究・短期共同研究「離散微分幾何の新展開: 理論から実務へ」, September 9, 2019.

#### 【 受賞 】

- ・ Mei Seen Wo, R.U. Gobithaasan, Kenjiro Miura, Kak Choon Loy, Sadaf Yasmeen, F.N. Harun, "Log-aesthetic Curves and Its Relation to Fluid Flow Pattern In Terms of Streamlines," ACCDDE2019, Penang, Malaysia, July 7-10, 2019 (Best Paper Award).

## 勾配法による最適化手法-人工知能とその応用に関する研究

兼担・教授 浅井 秀樹 (ASAI Hideki)  
情報科学専攻 (主担当: 電子工学研究所 ナノビジョン研究部門)  
専門分野: メカトロ情報システム、HPC  
e-mail address: asai.hideki@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/asai-lab/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 浅井 秀樹

博士課程 : Indrapriyadarsini Sendilkkumar (創造科技学院 D1)

修士課程 : M2 (3名) Abhishek Divakara、久保 仁志、北川 信

M1 (3名) Bhargava Ram Venkatesh、藤瀬 和洋、安田 壮太

学 部 生 : (2名) 高平 颯、八木 啓

### 【 研究目標 】

浅井研究室では、これまでの三次元シミュレーションの研究から、ニューラルネットワークに基づく様々な最適化アルゴリズムとそれらを改善する方法に関する研究へと方向転換を目指しています。三次元数値解析シミュレータの高速化(最適化)を目指し、アニーリング(パラメータを変化させ、摂動により最適解を求める方法)から、人工知能の技術により最適解を求める手法を構築するために下記のテーマに取り組んでいる。

- (1) 高速三次元シミュレータ (SI/PI/EMI シミュレーション) と AI 技術の融合
- (2) Cascade-correlation の最適化法による性能調査
- (3) RNN をトレーニングするための適応確率的 Nesterov 加速準ニュートン法
- (4) Knowledge Based Neural Network の概念を用いた学習モデルの効率化など。

### 【 主な研究成果 】

従来、三次元形状のシミュレーションは、三次元物体の細部にわたる形状を細かいメッシュを用いてモデル化し、そのメッシュを用いて解析する必要があるため、モデル化および本体のシミュレーションに膨大な計算量を要し、従って、計算には、膨大な計算量と時間を必要としていた。モデル化とその解析に要する時間を、降下法に基づく最適化手法(人工知能ベースの手法)を利用することで、膨大な計算をスキップすることでモデル化の計算、シミュレーションに要する計算を大幅にスキップできる効率的な手法を開発するに至った。

- (1) SI/PI/EMI Simulation and Application of AI Technology, Dec, 2019
- (2) aSNAQ: An Adaptive Stochastic Nesterov's Accelerated Quasi-Newton Method for Training RNNs Dec, 2019

### 【 今後の展開 】

これまで、三次元構造物を対象とした効率的な解析技術について研究すると共に、人工知能(AI)を適用する方法について研究してきた。その結果、アナログ動作記述言語を重視し、シミュレーション技術を融合することで、モデルベース設計等の効率的な回路合成にまで発展させられる可能性が出てきた。今後、これらの結果を、車載用設計(1D等)、メカトロニクス分野の産業へ更なる応用を目指す。

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Sota Yasuda, Shahrzad Mahboubi, S. Indrapriyadarsini, Hiroshi Ninomiya, Hideki Asai, “A Stochastic Variance Reduced Nesterov's Accelerated Quasi-Newton Method” 2019 18th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA). IEEE, 2019
- 2) Shahrzad Mahboubi, S. Indrapriyadarsini, Hiroshi Ninomiya, Hideki Asai, “Momentum acceleration of quasi-Newton Training for Neural Networks”, 16th Pacific Rim International Conference on Artificial Intelligence, PRICAI 2019, (pp. 268-281). Springer, Cham.
- 3) S. Indrapriyadarsini, Shahrzad Mahboubi, Hiroshi Ninomiya, Hideki Asai, “Implementation of a modified Nesterov’s Accelerated quasi-Newton method on Tensorflow” 2018 17th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA). IEEE, 2018.
- 4) S. Indrapriyadarsini, Shahrzad Mahboubi, Hiroshi Ninomiya, Hideki Asai, “A Stochastic Quasi-Newton Method with Nesterov’s Accelerated Gradient”, Joint European Conference on Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases, ECML-PKDD, Springer, Cham, 2019
- 5) S. Indrapriyadarsini, Shahrzad Mahboubi, Hiroshi Ninomiya, Hideki Asai, “An Adaptive Stochastic Nesterov Accelerated Quasi Newton Method for Training RNNs”, Nonlinear Theory and its Applications, NOLTA, IEICE, 2019

### 【国内学会発表件数】

- ・電子回路一般関する電気学会の研究会(日本大学タワースコラ) 2019. 12
  - ・Neural Network を用いた Analog 回路設計
- など、計6件

### 【招待講演件数】

- ・Techno-Frontier2019, (幕張)2019. 05
- ・Zuken イノベーションワールド 2019(横浜)2019. 10
- ・回路から電磁界分野の解析技術全般に関する講演(金沢工業試験場) 2019. 11

### 【受賞・表彰】

- ・Indra Priyadarsini (D1)Student Best Paper Award(2019.12)
- ・Indra Priyadarsini (D1) 静岡大学院院長賞(2019.03)

## モバイル・センサネットワーク

兼担・教授 石原 進 (ISHIHARA Susumu)  
情報科学専攻 (主担当: 工学部 数理システム工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 数理システム工学コース)  
専門分野: モバイルコンピューティング、モバイルネットワーク  
e-mail address: ishihara.susumu@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/ishilab/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 石原 進、劉 志 (工学領域助教)

博士課程: 松田 哲史 (創造科技院 D3)、加藤 新良太 (創造科技院 D1)

学 部 生: B4 (4名)

### 【 研究目標 】

モバイル環境におけるコンピュータネットワークの高機能化を目標に掲げて研究を進めている。特に、複数の移動端末の協調によって通信およびサービスの高速度・高信頼化を行うことに注力し、車々間アドホックネットワーク、無線センサネットワークに関連した研究を行っている。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 車々間通信による突発的路上障害物の協調回避技術の開発

高速道路等の複数車線道路において、事故車や落下物等の突発的な路上障害物が発生した場合に、車々間通信によって周辺車両に障害物の存在を通知し、円滑に障害物を回避する手法を設計した。昨年度までに開発したアルゴリズムの改良を行い、詳細交通流シミュレーションモデルによる評価により、2車線道路の場合に、提案手法により車両通過量ならびに走行車線間の公平性の向上が達成されることを明らかにした。

#### (2) 仮想無線 LAN デバイスによる無線 LAN システムエミュレーション環境の開発

車々間通信や無線 LAN を用いた DTN (Disconnection/Disruption Tolerant Network) のシステム開発を容易にするための無線 LAN エミュレーションシステムを設計・実装した。昨年度までに設計したプラットフォーム上に、実ネットワークシミュレータと組み合わせたエミュレーションシステムを構築し、小規模な無線 LAN システムを対象にした実験により、同システムがエミュレーションシステムとして有効に動作することを明らかにした。

#### (3) 浮流型移動カメラと無線 LAN 映像転送による省力化下水検査技術の研究開発

下水管の障害箇所検出のためのスクリーニング検査におけるコスト低減と検査時間短縮を目指して、浮流型の移動カメラを下水管内に複数流して無線通信によって映像データ回収を行うシステムを開発し、実際の下水管環境での実証実験を行った。マンホール内に設置可能な専用無線 LAN アクセスポイント機器およびソフトウェア、無線通信可能な浮流移動カメラ装置を試作した。これらを用いた実下水管での実証実験の結果、開発したシステムによって、下水管内を浮流する複数のカメラが移動中に遭遇する複数箇所のマンホール内アクセスポイントに撮影済映像データを確実に転送可能であることを確かめた。また、小口径下水管内での無線 LAN 通信性能における複数アンテナ搭載型のアクセスポイントの利用効果を実験用下水管環境による実験により明らかにした。

#### (4) 異種無線通信を併用した DTN による避難情報配信技術の開発

震災や津波等の災害時において既存無線通信インフラが被害を受けた場合に、移動端末間の直接通信、端末の移動による情報伝達 (Delay/Disruption Tolerant Network: DTN 技術)、な

らびに異種の無線通信技術を併用することで、高い信頼性の下、迅速に避難者を避難地に誘導するための技術開発を進めた。今年度は避難者の移動に伴って DTN での通信経路が変化する点、通行不可能箇所に関する情報伝達によって避難者の行動が変化することに着目した抽象度の高い避難・通信シミュレーションモデルを設計・実装し、これによるシミュレーション評価によって、DTN による情報配信によって避難行動が加速される一方で、短距離の端末間通信のみを用いた場合には避難が遅れた避難者への情報伝達手段が失われるケースが発生するという知見を得た。

#### 【 今後の展開 】

i) 車々間通信を活用した円滑な自動運転、安全運転支援技術、ii) 異種無線通信技術を用いた DTN による災害時避難行動支援、iii) 浮流型移動カメラと無線 LAN 映像伝送による省力化下水管検査技術、これらの三つを軸として研究を展開していく。特に ii) に関しては、異種の無線通信を組み合わせた具体的な通信、避難誘導戦略の開発、実システム開発の検討へ展開する。iii) に関しては、実環境での信頼性を向上を重視したソフトウェア開発を進め、実環境での実証実験に展開する。また、これまでに開発した無線 LAN エミュレーションシステムをこれらの研究開発に活用する予定である。

#### 【 学術論文・著書 】

・ Testushi Matsuda, Susumu Ishihara: Bandwidth Control Method and Available Bandwidth Estimation Method for Aggregated Traffic, Journal of Information Processing, Vol.28, pp.31-43 (2020.1).

#### 【 解説・特集等 】

・石原進: 電波通信と可視光通信を併用した通信妨害攻撃に強い自動隊列走行制御用通信技術, 車載テクノロジー, 2019 年 4 月号 (2019.4)

#### 【 国際会議発表件数 】

・ Susumu Ishihara, Zhi Liu, Seiya Tachibana, and Tomonori Yasuda, Implementation of video data transmission protocol for a narrow sewer pipe screening system using drifting wireless cameras, 2020 International Conference on Information Networking (ICOIN), pp.384-389, (2020.1.9, AC Hotel Barcelona Forum, Barcelona, Spain). 他 5 件

#### 【 国内学会発表件数 】

・ 情報処理学会 DICO2019 ワークショップ、マルチメディア通信と分散処理ワークショップなど 16 件

#### 【 招待講演件数 】

・ Susumu Ishihara : Applications of Wireless Ad Hoc Networks, on the Road and in Underground Pipes, Invited Seminar Talk at Hefei University of Technology, Hefei, China 他 1 件

#### 【 受賞・表彰 】

・加藤新良太, 高井峰生, 石原進: DICO2019 最優秀論文賞, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウムプログラム委員会 (2019.9.17). 他6件

## 画像情報処理・画像センシング

兼担・教授 大橋 剛介 (OHASHI Gosuke)  
情報科学専攻 (主担当:工学部 電気電子工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電気電子工学コース)  
専門分野: 画像情報処理  
e-mail address:ohashi@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員 : 大橋 剛介

博士課程 : 1 名

修士課程 : 5 名

### 【 研究目標 】

我々は、視覚情報処理・画像情報処理を基盤とする画像センシング技術の産業応用を目的として研究を行なっている。様々な社会的ニーズに応える画像処理による外観検査アルゴリズムの開発から広色域ディスプレイの開発支援・評価まで、幅広く研究を展開している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 視覚情報処理・色彩工学を駆使した広色域ディスプレイの開発支援・評価
- (2) 画像処理技術・AIを駆使した車両検出に関する研究、判断根拠の可視化とその応用
- (3) 視覚情報処理・機械学習(ディープラーニング)を駆使した顕著性マップに関する研究
- (4) 画像処理による外観検査アルゴリズムの開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 広色域ディスプレイに関する研究

広色域ディスプレイの評価・開発のため、様々な環境光下における自然画像のヘルムホルツ - コールラウシュ効果を測定する主観評価実験を実施し、考察した(The 26th International Display Workshops で発表)。

#### (2) 深層学習を駆使した顕著性マップに関する研究

視覚情報処理モデルを参考に、新たな深層学習を構築し、画像から人の注視領域を高精度に自動検出する手法を開発した(ベンチマーク SALICON Saliency Prediction Challenge において、2019. 2. 4 現在、世界トップを達成、第 22 回 画像の認識・理解シンポジウム MIRU2019 においてオーラル発表 2019. 7. 30 に採択された(116 件中、採択率 47%))。

### 【 今後の展開 】

上記のように視覚情報処理と画像情報処理を融合した画像センシング技術の産業応用を目的として研究を行なっている。深層学習(AI)の判断根拠の可視化およびその応用にも取り組んでいる。今後も画像センシングの特長を生かした外観検査、高度道路交通システム応用、バイオ、農業分野応用にチャレンジしていきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) Yuta SAKAGAWA, Kosuke NAKAJIMA, Gosuke OHASHI, “ Vision Based Nighttime Vehicle Detection Using Adaptive Threshold and Multi-Class Classification,” IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E102-A, No.9, pp.1235-1245, 2019.9
- 2) Yuki HAYAMI, Daiki TAKASU, Hisakazu AOYANAGI, Hiroaki TAKAMATSU, Yoshifumi SHIMODAIRA, Gosuke OHASHI, “Prediction of the Helmholtz-Kohlrausch Effect for Natural Images Using a Correction Function,” IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E102-A, No.9, pp.1217-1224, 2019.9

【 国内学会発表件数 】

- ・ 第 22 回 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2019) など 7 件

## 次世代のための科学教育論の理論と実践論

兼担・教授 熊野 善介 (KUMANO Yoshisuke, Ph.D.) (科学教育学)  
情報科学専攻 (主担当: 教育学部 理科教育講座 理科教育及び  
大学院教育学研究科学校教育研究専攻 理科教育専修)  
専門分野: 科学教育学・理科教育学・STEM 学習論・授業研究・  
e-learning 開発論・エネルギー環境教育論・学習評価論  
e-mail address: kumano.yoshisuke@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://edykuma12.ed.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 熊野 善介  
博士課程 : 小坂 那緒子(創造科技院 D3)、 Pramudya Dwi Aristya Putra(創造科技院 D3)、  
竹林 知大(創造科技院 D3)、黒田 友貴(創造科技院 D3)、  
Nurul Sulaeman(創造科技院 D3)、竹本 石樹(創造科技院 D2)  
修士課程 : 佐々木 博登(M2)、袴田 博紀(M1)、峯田 一平(M1)  
学 部 生 : 5 名 (3 年生 1 名、4 年生 4 名)

### 【 研究目標 】

日本の文脈に対応した科学教育改善及び改革に関する理論的実践的研究を行っている。特に STEM 教育論、構成主義学習論や STS 論を基にした科学リテラシー向上のための学習論研究、さらには、京都大学理学部との協働の宇宙地球科学教育開発研究、エネルギー環境教育に関する研究を展開。

- (1) 日本の文脈に埋め込んだ STEM 教育の理論研究とアクション研究
- (2) 理科及び科学授業論や科学教室の展開方略・科学技術教育評価論に関する研究
- (3) エネルギー環境教育論・SDGs 論
- (4) 英語圏の科学技術教育改革に関わる比較教育論・欧米の STEM 教育改革の解明
- (5) e-learning を活用した教員養成論や理科授業や科学教室論・評価論
- (6) アジア等の STEM 教育・科学教育・環境教育改革の支援プログラム開発
- (7) 地球規模で地学教育研究開発を展開している。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 英語圏の科学教育改革に関わる比較教育論に学び STEM 教育理論展開とその実践論の開発

アメリカの科学教育改革の特徴を明らかにし、日本やアジア諸国の STEM 教育・理科教育・科学教育の改革のモデルを導くだけでなく、日本の学習指導要領の作成協力者としての経験を活かし、科学教育・理科教育分野において継続的な指導・助言・開発を展開した。さらに、2012 年から全米での新たな教育改革の理論と実践論の解明、2013 年に発表された、NGSS (次世代科学スタンダード) の分析・解釈と全米での科学教育改革の実践論、教材論の解明と Society5.0 に応える実践的な科学教育改革論のためのアクション研究の展開を行ってきた。平成 29 年度から 30 年度の熊野善介が研究代表者として基盤研究 (B) を終了し、デジタル報告書をまとめ、令和 2 年度からの基盤研究 (B) の研究計画を立案し、申請した。(2020 年 4 月に採用となった。)

#### (2) 理科及び科学授業論や科学教室の展開方略・科学教育評価論に関する研究

平成 29 年度から 5 年間、JST の競争的な資金事情である、「ジュニアドクター育成塾」に合格し、学長裁量経費も得て、2 年目となる「静岡 STEM アカデミー」として、「浜松防災教育センター」、「静岡科学館る・く・る」、「藤枝市生涯学習センター」、「ディスカバリーパーク焼津」、「三島北高等学校」、そして「牧之原市片山小学校跡地」、「附属静岡中学校」において、ほぼ 1 ヶ月に 1 回のペースで STEM 教室を合計 46 回展開した。さらに、理科教育学演習 I、II の講義と連動して、学生と教員が STEM 教育教材の開発と実践授業の展開を継続して進めた。さらに、委託事業であった「ダジックアース」のプロジェクトの延長として 9 年目となる STEM 教育化、21 世紀型能力を開発するプログラムの開発、Project Based Learning の開発を展開した。

#### (3) エネルギー環境教育論・ESD 論

日本エネルギー環境教育学会の顧問として、資源エネルギー庁・文部科学省と連動して、日本の「エネルギー教育全国会議」の議長として、エネルギー教育を展開し、「エネルギー実践校」への支援や、「放射線教育」の展開を支援した。また、静岡市と連動して静岡市環境大学のカリキュラム作成委員・講師としてまた、静岡市環境教育推進会議会長として、静岡市の環境教育の推進を支援した。SDGs を基盤とした新しい静岡市環境教育基本指針を継続して作成している。

#### (4) e-learning を活用した教員養成論や理科授業や科学教室論・評価論

すべての講義において、継続して e-learning システムであるムードルを導入し、印刷物を減らす努力を進めるだけでなく、e-learning のより効果的な学習の在り方を探りながら展開した。

#### (5) アジア等の STEM 教育・科学教育・環境教育改革の支援プログラム開発

7月にインドネシアのソロで開催された、科学・数学・環境教育に関する第2回国際会議に招聘され、STEM教育に関した発表を行った。さらに、8月は全ヨーロッパ科学教育学会に参加し、研究発表を博士課程の2名の院生ともに行った。また、東アジア科学教育学会会長として、2019年9月に、EASE秋の学校を静岡大学にて運営し、6か国から30人の博士課程の院生と10名の教授、准教授の参加を得た。続けて、日本理科教育学会の副会長・実行委員長として、静岡大学にて、全国大会を開催し、国際色豊かで発展的な大会となった。1月にはシンガポールのSTEM教育の訪問調査が展開できた。2020年2月にはミネソタ大学のSTEM教育センターの研究者並びにSTEM学校の訪問を行い、「静岡STEMアカデミー」の受講者の研究発表を実現させ、同時に州の教育委員会を訪問し、教育改革の実態把握を展開した。

(6) **地学教育関係**では、国際地学オリンピックのための、国内選抜試験を静岡大学で行い、組織の監査委員として会計監査を行った。さらに、静岡県地学会会長として4年目を展開した。

#### 【今後の展開】

次世代型の科学教育とくに、STEM(科学技術工学数学)教育研究が欧米並びにアジア諸国で急速に進展しており、その実態を解明する研究をさらに推進する(基盤研究(B)を申請した)とともに、小中高等学校・大学における理科授業・理系講義の中やインフォーマルな科学教育にどのように収斂していくことが、より優れた科学技術系の人材育成につながるかについて研究を展開する。特にJSTの競争的な資金である、「ジュニアドクター育成塾」に「静岡STEMアカデミー」(実施責任者:熊野善介)の2年目を展開し、本予算で静岡県外のSTEM教育アクション研究をさらに展開することができた。以上により、STEM教育を基にして、日本における科学技術教育イノベーション研究に挑む。

#### 【学術論文・著書】

- 1) 熊野善介(2020). 3.1 エネルギー環境教育の実践上の留意点、第3章 エネルギー環境教育のアイデア、中部・東海エネルギー教育地域会議発行、「エネルギー環境教育アイデアブック」安藤雅之・萱野貴広編著、153-158.
- 2) Pramudya Dwi Aristya Putra & Yoshisuke Kumano (2019) Energy Learning Progression and STEM Conceptualization Among Pre-service Science Teachers in Japan and Indonesia, The New Educational Review, Volume53, DOI:10.15804, 153-162.
- 3) Nurul F. Sulaeman & Yoshisuke Kumano (2019) Development of Students' Perception Instrument of New and Renewable Energy (PINRE), The New Educational Review, DOI; 10.15804/tner.2019.56.2.05, 66-77.

#### 【解説・特集等】

- ・日本及びアメリカにおける次世代型STEM教育の構築に関する理論的実践的研究、基盤研究(B)研究成果最終報告書(研究代表者:熊野善介)、課題番号16H03058,平成28・29・30年度、平成30年3月、1-194.
- ・「静岡STEMアカデミー」令和元年度ジュニアドクター育成塾報告書、実施主担当者熊野善介、令和2年3月30日発行、1-215.

【国際会議発表件数】 3件; 2件招待講演、1件招待ワークショップ、1件ポスターセッション

【国内学会発表件数】 6件

【招待講演件数】 4件(1件は全米科学教育学会の枠として招聘)

- ・招待講演; 基調講演; 熊野善介(2019). STEM innovation for science education and Strategies of Adaptation to Asian Countries with Asian Contexts Especially for Indonesia and Japan, 2<sup>nd</sup> International Conference on Science, Mathematics, Environment and Education, Surakarta, July 26, 2019, Abstract Book pVii and p1., Solo, Indonesia.
- ・Kumano Yoshisuke(2019). Contexts and Processes in Selecting Middle and High School Science Teachers in Japan, Interactive Poster P07, Strand 13, Pre-Service Science Teacher Education (II), Area H3, Chairperson; Federico Plassi, 13th Conference for European Science Education Research Association (ESERA), 26th- 30th, August 2019, Bologna Italy, p102.
- ・招待講演; STEM教育改革の理論と実践について- 日米の比較と実践から、静岡県教育委員会、STEM教育基礎研修、静岡県総合教育センター、令和元年8月19日.
- ・招待講演; 日本におけるSTEM教育のあり方とは、日本STEM教育学会、第2回年次大会シンポジウム、豊島丘女子学園中学校高等学校、13時から16時30分、日本STEM教育学会、令和元年9月28日.

#### 【新聞報道等】

- ・The Owatonna Model, Owatonna's STEM coordinator exports local STEM model to students and educators in Japan, by Ryan Anderson, People's Press, Thursday, Vol.105, No2, January 3, 2019, p1 and p3.
- ・Bridging with 'STEM'; Student from Japan Visits Owatonna to Present Research, Open Doors for Larger Exchange, by Bridget Kranz, Owatonna People's Press, Thursday, Vol.106, No.26, February 6, 2020, p1 and p3A.

#### 【受賞・表彰】

- ・第4期静岡大学研究フェローの称号授与(平成31年4月1日から令和3年3月31日まで)

## 電波応用工学

兼担・教授 桑原 義彦 (KUWAHARA Yoshihiko)  
情報科学専攻 (主担当：工学部 電気電子工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電気電子工学コース)  
専門分野： アンテナ・伝播、マイクロ波、無線通信  
e-mail address: kuwahara.yoshihiko@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://kuwalab.eng.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員：桑原 義彦

修士課程：M2 (3名)、M1 (4名)

### 【 研究目標 】

我々はアンテナ・電波伝搬とデジタル信号処理技術を融合させ、電磁波応用の新しい展開、特にワイヤレス送電、ITS、医用工学への展開を目的として研究を行っている。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) マイクロ波マンモグラフィ
- (2) 振動検出レーダの開発
- (3) 5Gスマートフォン用透明アンテナの開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) マイクロ波マンモグラフィの開発

愛知医科大学との共同研究を継続して実施している。乳がん手術で切除した組織をがん、乳腺、脂肪組織に分離し、各組織の複素誘電率を測定し、これまで100名あまりのデータを蓄積している。また、実験により *ex vivo* に比較し *in vivo* での組織の複素誘電率は10%程度高いことも分かった。折り畳み疑似補対パッチアンテナ (FQSCA) を用いたイメージングセンサーの一時試作を実施し、計算データと測定データの一致度が増すことを確認した。

#### (2) 非接触荷電電線の検出技術の開発

測定対象とする電線をステレオカメラとミリ波レーダを併用しての特定し、電線の課電の有無をミリ波レーダで判定する装置のプロトタイプを開発した。

#### (3) MIMOレーダによるバイタルセンシング技術

体の姿勢が変化しても、バイタルセンシング可能なMIMOレーダを開発し、実験によって有効性を確認した。

#### (4) 5G用スマートホンの透明アンテナの開発

ディスプレイに張り付けて使用するアンテナ形式としてE型パッチアンテナを選定し、部分試作によって電気性能を評価した。

### 【 今後の展開 】

#### (1) マイクロ波マンモグラフィ

生体組織の誘電率測定のデータベース化、臨床試験装置の開発。ベンチャー企業との開発連携。

## (2) アンテナ関連

スマートホンの5G透明アンテナの開発。

### 【 特許等 】

- ・ 特許第 6567832 号
- ・ US10365350 号

### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 4 件

### 【 国内学会発表件数 】

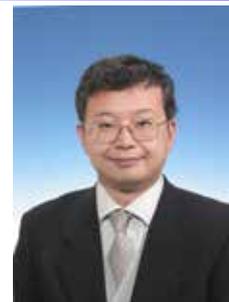
- ・ 2 件

### 【 招待講演件数 】

- ・ 2 件

## 知的学習教育支援システム

兼担・教授 小西 達裕 (KONISHI Tatsuhiro)  
情報科学専攻 (主担当: 情報学部 情報科学科及び  
大学院総合科学技術研究科情報学専攻 )  
専門分野: 教育システム情報学  
e-mail address: konishi@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://risky.cs.inf.shizuoka.ac.jp>



### 【 研究室組織 】

教 員: 小西 達裕

### 【 研究目標 】

知識処理やその他の先進的技術を用いた教育支援システムの開発を主な課題としている。当研究室で開発するシステムの基本的な枠組みとしては、システム自身が教育対象分野に関する問題解決能力を持ち、この能力をベースとして学生や教員と対話しつつ学習・教育を支援する。主な研究分野は以下の通り。

- (1) 教材知識の表現手法の開発、教材知識ベースの開発
- (2) 教育システム用問題解決のための推論エンジンの開発
- (3) 学習者の理解状況の把握、すなわち学習者モデル構築を行う機構の開発
- (4) 教育システムにおける知的インタフェースの開発
- (5) 知的処理機構を組み込んだ学習環境のデザイン

### 【 主な研究成果 】

#### (1) プログラム挙動の視覚化に基づくアルゴリズム・プログラム学習環境の構築に関する研究 1

これまでにプログラムの挙動を視覚化することによる学習支援システムを開発してきたが、本年度はこれまでに培った技術をオブジェクト指向言語の学習支援に応用する研究を行った。評価実験により学習支援効果を評価し、肯定的な結果を得た(国際会議1)。

#### (2) プログラム挙動の視覚化に基づくアルゴリズム・プログラム学習環境の構築に関する研究 2

同じくプログラム挙動を視覚化による学習支援システムの構築技術に基づき、動的データ構造を扱うプログラムの挙動を、授業を担当する教師の意図を踏まえつつ視覚化するシステムを開発した。評価実験により、提案方式によって従来の方法よりも簡便に教材を作成できることを確認した(国際会議2)。

#### (3) テスタビリティに着目したプログラム設計技術の学習支援システムに関する研究

テスト対象コンポーネントのインタフェース設計に注目し、テスト容易性に関わる Testability の指標を抽出した。その後、学習者が具体的なコード例を対象に Testability の問題を分析し、設計を改善して学ぶことを体験可能な学習支援システムを構築した。システムの開発後、社会人向けプログラミング講座へと導入した。この実践におけるデータから学習支援効果を評価し、肯定的な結果を得た(国際会議3)。

#### 【 今後の展開 】

本研究室では上記のように知的能力を持つ先進的な学習教育支援システムの開発を行っており、一部は教育現場への実践的導入が始まっている。その結果も踏まえた更なるシステムの発展をめざす。

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Satoru KOGURE, Kento OGASAWARA, Koichi YAMASHITA, Yasuhiro NOGUCHI, Tatsuhiko KONISHI, Yukihiro ITOH, “Application of Programming Learning Support System to Object-Oriented Language,” Proceedings of ICCE201, pp.348-350 (2019.12).
- 2) Koichi YAMASHITA, Yuta HIRAMATSU, Satoru KOGURE, Yasuhiro NOGUCHI, Tatsuhiko KONISHI, Yukihiro ITOH, “Extending Program Visualization System Based on Teacher’s Intent of Instruction to Support Learning Dynamic Data Structures,” Proceedings of ICCE2019, pp.354-356 (2019.12).
- 3) Yasuhiro NOGUCHI, Daiki IHARA, Satoru KOGURE, Koichi YAMASHITA, Tatsuhiko KONISHI, Yukihiro ITOH, “ Learning Support System for Software Component Design based on Testability,” Proceedings of ICCE2019, pp.306-311 (2019.12)

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・人工知能学会、教育システム情報学会にて6件

## 画像処理、コンピュータビジョン

兼担・教授 佐治 斉 (SAJI Hitoshi)  
情報科学専攻 (主担当: 情報学部 情報科学科及び  
大学院総合科学技術研究科情報学専攻 情報学コース)  
専門分野: 画像処理、災害情報処理  
e-mail address: saji@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://shs.cs.inf.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 佐治 斉

修士課程 : M2 (3名)、M1 (3名)

学 部 生 : B4 (4名)

### 【 研究目標 】

我々は、画像処理に関するさまざまな研究を行っている。画像処理・形状処理の種々の技法に基づいて対象を処理・解析し、対象の抽出や形状とその動きの測定・認識を行っている。二次元画像データ、三次元形状データ、および動画データなどさまざまなデータを利用・統合しながら解析を行い、幅広い応用を意識し研究を進めている。研究例を以下に記す。

#### (1) 航空・衛星画像解析

衛星や航空機から撮影された画像など上空から撮影された画像を用いて、地上面における都市構造や交通情報の解析を行っている。解析結果を活用することで、高速道路や一般道路における交通管制や、地震災害時における災害領域判別と救援車両の走行路の確定などに役立てる。都市部と山岳部双方に応用し、広範囲の情報をすばやく解析することを目的とし研究を進めている。

#### (2) 移動物体追跡

車両などの変形しない物体や人物などの形状が変化する物体の双方について、移動物体の追跡アルゴリズムを研究している。移動物体の追跡は交通管理システムや防犯などにおけるセキュリティシステムなどに応用される。また車搭載カメラで撮影された動画から先行車両の動きを自動計測する研究や、信号機に設置したステレオカメラから近づいてくる車両の位置・速度を計測し、信号機の制御に取り入れる研究など、ITS (高度道路交通システム) に関わる研究を幅広く行っている。

#### (3) 三次元形状計測

物体の三次元形状計測は多くの分野で用いられており、人間の顔表面の形状計測においても、個人認識、顔表情認識、またはバーチャリアリティでの三次元顔モデルの構築などに期待されている。従来の三次元計測では、大掛かりな装置を必要とし、被写体が静止していることを前提としたものが多い。我々は簡易な装置・条件での計測を目的とし、色パターンを投影するプロジェクタとステレオカメラを用いたリアルタイム三次元形状計測に挑戦している。また、時系列データに注目し、物体の動きを予測することで、動物体の三次元形状を効率的に計測する手法を検討している。

### 【 主な研究成果 】

上記研究それぞれについての成果を以下に記す。

消防関係組織との共同研究により、災害時における救助活動に関する情報取得の手法を検討し、実画像（航空・衛星画像）を解析可能な試作システムを開発している。

交通管理関係組織における知見をもとに、ヘリコプターなど上空から撮影された映像を自動解析することで、車両の追跡を実現する実応用システムを開発している。

災害対策や交通対策を中心に画像処理技術の実社会への応用を模索し、様々な組織との間で情報交換を行っている。

### 【 今後の展開 】

先に述べた各研究内容について、検討結果に基づいて試作システムを構築し、種々の環境下においてそれぞれ実験を繰り返し、実社会で活用できるようなものに仕上げる。また、研究内容に関する種々の組織から情報を収集し、システム構築に生かすことで、研究を広く発展・展開させる。

### 【 国内学会発表件数 】

・ 第 17 回 ITS シンポジウム 2019 など 3 件

## ワイヤレスマルチメディア情報通信

兼担・教授 杉浦 彰彦 (SUGIURA Akihiko)  
情報科学専攻 (主担当: 情報学部 情報科学科及び  
大学院総合科学技術研究科情報学専攻 情報学コース)  
専門分野: マルチメディア符号化、ワイヤレスネットワーク  
e-mail address: sugiura@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.mmc.gsest.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 杉浦 彰彦

博士課程: 大崎 高伸 (創造科技院 D3、社会人)

修士課程: M2 (1名)、M1 (4名)

### 【 研究目標 】

当研究室ではマルチメディア情報通信技術の高度化と医療・教育応用について中心に研究を進めています。マルチメディア関連の研究では、音声・画像を中心に情報誤りに強い高能率符号化伝送方式について検討しています。情報通信関連の研究では、ワイヤレスパーソナルエリアネットワーク (WPAN) の特性を活かしたアプリケーションを開発しています。医療・教育関連の研究では、各種のネットワークを利用した遠隔診断や通信教育の支援システムの実用化を目指します。主な研究テーマを以下に示します。

- (1) 情報通信 (ワイヤレスネットワーク) の高度化
- (2) マルチメディア (音声・画像) 情報の高能率符号化
- (3) マルチメディア情報通信技術の医療・教育への応用

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 知的環境認識型ワイヤレスネットワークの構築

ワイヤレスパーソナルエリアネットワーク (WPAN) を利用して様々な情報を収集し、各端末が行う簡単な処理 (通信) により環境認識を行う知的環境認識型ワイヤレスセルラネットワークについて研究している。ワイヤレスセルラネットワークは、細胞 (セルラ) が生命という大規模なシステムを構築するように、多数の簡易な処理しか行えない端末が寄り集まり通信することで、一つの端末では行えないような高度な処理を行うネットワークである。

例えば、周波数分割多重したワイヤレスネットワークを用いて、渋滞距離を推定するシステムを提案し、実験により有効性の検証を行った。さらに同システムを用いて、画像情報のマルチホップ転送を実現し、監視カメラ等への応用についても検討を進めた。現在、知的環境認識型ワイヤレスネットワーク技術の獣害検知システムへの適用について、大規模なフィールド実験を行っている。

#### (2) 胸部 X 線 CT 画像における肺がん病巣候補自動抽出の高精度化

肺がん検診用 X 線 CT (LSCT) のためのコンピュータ診断支援として、画像認識を応用した肺がん病巣の自動抽出に関する研究を行っている。通常、肺がん病巣候補の自動認識は 2 段階で行われており、第 1 段階では画像中からがん候補領域を多数抽出し、第 2 段階で詳細な特徴抽出・識別処理により最終的な病巣候補を絞り込む。研究では主に、この第 1 段階の候補領域抽出法の改良として、Mathematical Morphology フィルタの一種である可変 N-Quoit フィルタ

によって抽出された候補点を大幅削減するために、ベクトル集中度フィルタの一種である適応リングフィルタを利用した絞り込みについて検討し実験を行った。さらに同システムの有用性を実験により確認した。また、三次元型の高度画像処理フィルタを適用した病巣候補自動抽出の高精度化について研究を進めている。

### (3) マルチメディア情報通信技術の応用・展開

これまでに、位置情報検出手法のバレーボール試合記録システムへの応用、異なる CSMA 方式を採用する無線 LAN と ZigBee 間の干渉評価、三次元コード撮影動画像の低ビットレート符号化、心理効果を応用した高能率符号化の提案、顔のネガティブ/ポジティブ判別の自動化などの研究テーマについても取り組んだ。

新たに、知的環境認識型ワイヤレスネットワークに適した干渉低減手法を提案し、有効性を実験により明らかにした。また、知的環境認識型ネットワークを用いた災害時の被害状況推定システムについても検討を進めた。さらに、高精細画像向け広色域可逆符号化方式を提案し、有効性の検証を行った。また、動画像符号化におけるアンカリング効果について、画像依存性の評価を行った。さらに、学習時の集中度を推定するために、顔画像解析を用いた新たな手法を提案し、実験による評価を行った。

#### 【 今後の展開 】

知的環境認識型ワイヤレスネットワークを用いた獣害検知システムで収集した膨大なデータを基に、害獣の出没を予測する手法について精度向上の研究を進めている。さらに、マルチメディア情報通信技術を医療・社会福祉・災害対策等に応用していきたい。

#### 【 学術論文・著書 】

##### 1) 糖尿病リスクシミュレーションシステムの開発と評価

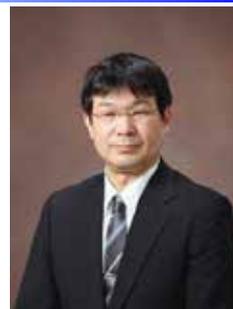
大崎高伸、長谷川泰隆、伴秀行、林剛司、山口雅浩、大山永昭、杉浦彰彦  
電子情報通信学会論文誌 Vol.J102-D, No.1, pp.25-33 (2019)

#### 【 国内学会発表件数 】

・電気・電子・情報関係学会、情報処理学会など 8 件

## 画像・映像情報処理の応用

兼担・教授 杉山 岳弘 (SUGIYAMA Takahiro)  
情報科学専攻 (主担当：情報学部 情報社会学科及び  
大学院総合科学技術研究科情報学専攻 情報学コース)  
専門分野： 画像処理応用、メディア情報学  
e-mail address: sugi@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.sugilab.net/>



### 【 研究室組織 】

教 員：杉山 岳弘

博士課程：彦坂 和里 (D2、社会人)、西尾 典洋 (D1、社会人)

修士課程：M1 (1名)

### 【 研究目標 】

我々は、画像・映像メディアを情報技術によって産業に応用する研究を行っている。画像処理においては、エッジ検出・特徴点抽出・特徴点マッチングなどの基礎的な処理の開発と、企業との共同研究など応用研究を展開している。映像メディアにおいては、映像編集支援、映像データベースなど応用技術の研究開発を中心に展開している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 書体の自動生成アルゴリズムの開発
- (2) Linked DataとIIIFによる映像・写真アーカイブ化手法の開発
- (3) 書体との共感覚に対する印象評価手法の開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 書体の自動生成アルゴリズムの開発

書体デザイナーが手書きで作成した基本書体を、他の書体に様式を適用してディープラーニングの手法のGANを用いて、文字の構造情報とスタイル情報を学習し、より少ない情報から効率的に同様のスタイルを持つ書体を生成する手法を開発した。

#### (2) Linked DataとIIIFによる映像アーカイブ化手法の開発

無形民俗文化財を保存・継承するための映像アーカイブについての調査と基礎理論の構築について実証的な検証を行い課題を洗い出した。また、今期の国の重要無形文化財第1号の西浦田楽について全編全方位カメラで撮影した。

#### (3) 書体との共感覚に対する印象評価手法の開発

今期については、電子書籍における書体と小説の印象評価、音楽グループのロゴの書体と楽曲の印象評価、ポスターにおけるキャッチコピーの書体と映画の印象評価について印象評価実験を行い、印象の調和という共感覚に相当する結果を得ることができた。

### 【 今後の展開 】

書体の自動生成とアウトライン化については、実用化レベルまで品質を上げることを目指しており、当面の研究展開としては、できるだけ少ない情報からの学習方式の改良と画像処理を組み合わせた精度の向上を行っていく。また、映像アーカイブ化については、引き続き西浦田楽に関する田楽の映像アーカイブと、民俗的に価値のある写真のアーカイブ化を目指す。

【 国内学会発表件数 】

・ 観光情報学会、人文科学とコンピュータ（じんもんこん 2019）、情報処理学会など 9 件

【 新聞報道等 】

- 1) 中日新聞（2019. 4. 27）
- 2) 静岡新聞（2019. 4. 28）
- 3) 中日新聞（2020. 1. 18）
- 4) 静岡新聞（2020. 1. 20）

【 受賞・表彰 】

第 16 回観光情報学会全国大会優秀賞(2019 年度)，彦坂和里，杉山岳弘，'「西浦田楽」見学の動機付け向上のためのメディア表現と内在情報の鮮明化'，第 16 回観光情報学会全国大会講演予稿集，pp. 49-50，（2019. 6. 29，米子コンベンションセンター(鳥取県米子市)）

## 人間の認知情報処理活動に着目したインタラクション構造のモデル化

兼担・教授 竹内 勇剛 (TAKEUCHI Yugo)  
情報科学専攻 (主担当: 情報学部 情報科学科及び  
大学院総合科学技術研究科情報学専攻 情報学コース)  
専門分野: 認知科学、Human-Agent Interaction (HAI)、メディア  
コミュニケーション、インタラクションデザイン  
e-mail address: takeuchi@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://cog.cs.inf.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 竹内 勇剛  
博士課程: 王 斌宇 (私費)、坂本 孝文  
修士課程: M2 (5名: 総合科学技術研究科情報学専攻)  
M1 (4名: 総合科学技術研究科情報学専攻)

### 【 研究目標 】

人のコミュニケーションの認知的なプロセスに注目し、特にエージェントとの社会的なインタラクション場面 (HAI) における人の行動を説明する認知モデルの構築と人間の認知機構を利用した新しいコミュニケーションメディアの開発を目指す。

- (1) 研究他者の意図認知のための身体的インタラクションに関する基礎研究
- (2) エージェントを介して学習者の自尊感情を促進させる学習環境の構築

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 他者の意図認知のための身体的インタラクションに関する基礎研究

人間自身の身体的運動に対して随伴的に競合、協調する物体の振舞いに対して、人間はその物体の振舞いに対してある構造的な身体行為を重ねることで相手の意図性を推定し、それに基づく戦略的なインタラクション構造を構築しようとするのが明らかになった。

#### (2) 他者への配慮を伴うインタラクションの形成に関する基礎研究

ロボットや対話エージェントなど知的システムが人と社会的に共生することを目指すのであれば、ロボットも人同士の場合と同様に相手の内部状態を連続的に推定し、それに基づいて相手への配慮を伴う行動ができるようにすべきであると考え、他者への配慮などポライトな行動を計算論的に示す認知モデルの検討を行い、その妥当性を実証した。

### 【 今後の展開 】

今後の情報通信技術 (ICT) の 1 つの大きな流れとして、“人のコミュニケーション活動”を機軸とした基礎・応用研究が活発になってくることが予想される。その研究の中心には「人」が確固として位置づけられ、人と技術との関係の中で次世代の技術革新が模索されるようになるはずである。したがって今後我々は、人間の認知情報処理活動に着目したインタラクション構造をモデル化するという基礎的な研究をさらに発展させ、それを基にした応用的な研究を企業との共同研究等を通じた展開をしていきたいと考えている。

【 学術論文・著書等 】

- 1) 山田雅敏, 里大輔, 遠山紗矢香, 竹内勇剛: ラグビー高校日本代表選手の疾走に関する認知過程の情報学的研究, 電子情報通信学会論文誌 (D) , J103-D(3), pp.72-81 (2020).
- 2) 遠山紗矢香, Vaya Viora Novitasari, 竹内勇剛: 参加者全員の貢献を促す協調問題解決場面の構築—Uno Stacko の課題特性に注目して—, 電子情報通信学会論文誌 (D) , J103-D(3), pp.92-101 (2020).
- 3) Sakamoto, T., & Takeuchi, Y.: Tentative Formalization of Human-Agent Interaction for Model-Based Interaction Design. In Proceedings of the 7th International Conference on Human-Agent Interaction, pp. 319-320 (2019).
- 4) Takata, R. & Takeuchi, Y.: Design of Cooperative Interaction between Humans and AI Creatures through Reinforcement Learning, In Proceedings of the 7th International Conference on Human-Agent Interaction, pp.220-222 (2019).
- 5) Mori, E., Takeuchi, Y., & Tsuchikura, E.: How Do Humans Identify Human-likeness from Online Text-based Q&A Communication?, In Proceedings of the Human-Computer Interaction 2019 (Perspectives on Design), pp.330-339 (2019).
- 6) 坂本孝丈, 吉岡源太, 竹内勇剛: 話しかけ場面における相手の受容度に応じた接近行動のモデルに基づく分析, 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌) , Vol.31, No.5, pp.842-851 (2019).

【 国際会議発表件数 】

- ・ 3 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 16 件

【 招待講演件数 】

- ・ 2 件

【 新聞報道等 】

- ・ 1 件

【 受賞・表彰 】

- ・ Outstanding Research Award: HAI シンポジウム 2020 (坂本孝丈, 竹内勇剛)

## ユーザの特性を利用した情報セキュリティ技術

兼担・教授 西垣 正勝 (NISHIGAKI Masakatsu)  
情報科学専攻 (主担当: 情報学部 情報科学科及び  
大学院総合科学技術研究科情報学専攻 情報学コース)  
専門分野: 情報セキュリティ  
e-mail address: nisigaki@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/nishigaki/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 西垣 正勝

博士課程: 加賀 陽介 (D3、社会人)、原田 博子 (D2、社会人)、西川 弘毅 (D2、社会人)、  
松田 規 (D1、社会人)

修士課程: M2 (3名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

情報社会の安全性を確立するためには、情報システム全体のセキュリティの確保が肝要である。ここで、システムとは人間が使うものである以上、システム全体の安全性確保には、ユーザ特性の見極めとその活用が必須となる。我々は、ユーザ認証やマルウェア検知などを例に採り、セキュリティ要素技術および運用技術に加え、人間の心理・知覚特性を考慮することにより、システムレベルのセキュリティを実現するための研究を行っている。今年度は、昨年を引き続き、主に以下の研究テーマに対して研究を行った。

- (1) 微細生体情報を用いた生体認証方式
- (2) 人間(ユーザ)と機械(不正プログラム)を識別する認証方式

### 【 主な研究成果 】

当研究室では、新規性・独自性のあるアイデアを非常に大切にしている。当研究室で展開しているすべての研究テーマは、「人」と「情報セキュリティ技術」の融合を具現化するオンリーワンの研究であると自負している。今年度は上記の(1)、(2)の研究テーマに関して、それぞれ以下のような進捗があった。

#### (1) 微細生体情報を用いた生体認証方式

近年、曖昧な生体情報に適用可能な暗号化方式が開発され、デジタルデータ化された生体情報については暗号技術によってこれを守ることが可能となった。これに対し、物理的な生体情報そのものを守る方法は未解決問題となっている。そこで、微細生体部位を利用した生体認証システムの実現可能性を検討した。今年度は、1mm×1mmの爪表面画像を用いることによって、生体情報の「使い捨て」が可能な生体認証システムに関し、そのプロトタイプを実装し、ユーザ実験を通じてその可用性を検証した。

#### (2) 攻撃者の目的に着目した標的型攻撃・マルウェア検知方式

攻撃者は、標的型攻撃を成功させるために、標的者の性格因子や行動特性を巧みに利用して標的型メールを作成する。また、マルウェアは、自身が検知されることを避けるために、ユーザに隠れて動作する。このような攻撃者の目的に着目し、心理操作テクニックを悪用した文面を含むメールや、人間の通常のコンテンツ編集操作とは異なる挙動を行うプログラムを、不正として検知する方法を提案し、その有効性を検証した。

### 【 今後の展開 】

上記(1)、(2)の各研究テーマを更に実践的なものへとブラッシュアップしていく予定である。また、情報セキュリティと心理学を融合した研究テーマをさらに深めることによって、ユー

ザビリティを保ったままセキュリティを向上させる方法論、および、ヒューマンディペンダブルなセキュアシステムの設計を可能とする理論体系の構築を目指していきたい。

#### 【 学術論文 】

- 1) 本多俊貴, 向平浩平, 白井丈晴, 大木哲史, 西垣正勝 : ユーザのコンテンツ編集操作を考慮した暗号化型ランサムウェア検知の検討, 情報処理学会論文誌, Vol.60, No.9, pp.1477-1488 (2019.9).
- 2) Kenta Takahashi, Takahiro Matsuda, Takao Murakami, Goichiro Hanaoka, Masakatsu Nishigaki: Signature schemes with a fuzzy private key, International Journal of Information Security, Volume 18, Issue 5, pp.581-617 (2019.10).
- 3) 杉本元輝, 藤田真浩, 眞野勇人, 大木哲史, 西垣正勝 : 忘れられる権利に配慮した生体認証 : 爪を用いたマイクロ生体認証, 情報処理学会論文誌, Vol.60, No.12, pp.2095-2105 (2019.12) .  
西川弘毅, 上原航汰, 山本匠, 河内清人, 西垣正勝 : 標的型メールにおける心理操作テクニックと性格特性および行動特性との関係性分析, 情報処理学会論文誌, Vol.61, No.3, pp.591-607 (2020.3).  
他、計 8 件

#### 【 国際会議発表 】

- 1) Yoshinobu Kawabe, Yuki Koizumi, Tetsushi Ohki, Masakatsu Nishigaki, Toru Hasegawa, Tetsuhisa Oda: On trust confusional, trust ignorant, and trust transitions, Proceedings of 2019 IFIP WG 11.11 International Conference on Trust Management, pp.178-195(2019.7).
- 2) Yosuke Kaga, Masakazu Fujio, Kenta Takahashi, Tetsushi Ohki, Masakatsu Nishigaki: PDH: Probabilistic deep hashing based on MAP estimation of Hamming distance, Proceedings of 2019 IEEE International Conference on Image Processing, pp.2229-2233(2019.9).
- 3) Kota Uehara, Hiroki Nishikawa, Takumi Yamamoto, Kiyoto Kawauchi, Masakatsu Nishigaki: Analysis of the relationship between psychological manipulation techniques and personality factors in targeted emails, Proceedings of 2019 International Conference on Broad-Band Wireless Computing, Communication and Applications, pp.338-351 (2019.10). 他、計 10 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 情報処理学会 CSEC 研究会、電子情報通信学会 BioX 研究会を中心に計 18 件

#### 【 報道等 】

- ・ 西垣正勝 : タップ音で文字推測可能 セキュリティー対策必要か, NHK 全国ネット「おはよう日本」, 2020 年 1 月 29 日放映.
- ・ 西垣正勝 : “タップ音” で情報漏えい? 写真・動画の次は“音”に注意, TBS 全国ネット「あさチャン!」, 2020 年 2 月 5 日放映.
- ・ 西垣正勝 : 究極のセキュリティ? 生体認証の進化に迫る, JBpress Digital Innovation Review, 2020 年 3 月 11 日, <https://jbpress.ismedia.jp/articles/-/59578> 他、計 6 件

#### 【 受賞・表彰 】

- ・ 特選論文 : 高橋洋介, 遠藤将, 松野宏昭, 村松弘明, 大木哲史, 西垣正勝 : 眼球-頭部協調運動における生体反射型反応に基づく生体認証方式に関する検討, 情報処理学会論文誌, Vol.60, No.12, pp.2106-2117 (2019.12).
- ・ Best Paper Award : Mohammad Jahanian, Toru Hasegawa, Yoshinobu Kawabe, Yuki Koizumi, Amr Magdy, Masakatsu Nishigaki, Tetsushi Ohki, K. K. Ramakrishnan: DiReCT: Disaster Response Coordination with Trusted Volunteers. Proceedings of 2019 International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management, pp.1-8 (2019.12). 他、計 4 件

## 音声 & 音環境分析

兼担・教授 西村雅史 (NISHIMURA Masafumi)  
情報科学専攻 (主担当: 情報学部 情報科学科及び  
大学院総合科学技術研究科情報学専攻 情報学コース)  
専門分野: 音声認識、音情報処理  
e-mail address: nisimura@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: [http://www.inf.shizuoka.ac.jp/labs/science\\_detail.html?UC=nisimura](http://www.inf.shizuoka.ac.jp/labs/science_detail.html?UC=nisimura)  
<http://lab.inf.shizuoka.ac.jp/nisimura/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 西村 雅史

修士課程: M2 (5名)、M1 (7名)

### 【 研究目標 】

深層ニューラルネットワーク技術を活用し、音声を含む音情報の分析・認識を中心に以下のような研究テーマに取り組んでいる。

- (1) 多人数音声会話の発話検出と認識
- (2) 「話す」「食べる」に関連した行動の自動モニタリング
- (3) 口腔機能、嚥下機能の自動評価方法の研究・開発
- (4) 雑談対話ロボットを用いた軽度認知症早期発見技術の研究・開発
- (5) 回想法に基づく高齢者用会話システムの開発
- (6) 聴覚障害者支援用音認識装置・提示装置の開発
- (7) 音情報の活用による介護者支援装置の開発
- (8) 非言語・パラ言語情報に着目した母子コミュニケーションの分析

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 食事行動の自動認識

人の食生活に関する行動を自動認識するため、咽喉部で収録された多チャンネル音響信号を用いて、咀嚼や嚥下の自動検出手法の開発を行った。特に多元的な情報を入力とすることでこれまで不可能であった左右咀嚼位置の自動検出を実現した。さらに咀嚼から嚥下に至る時間構造を考慮した検出処理を行うため、これまで行ってきた CTC/LSTM ベースの識別器に新たに Attention 機構を導入し、大幅な検出性能の改善が得られることを確認した。

#### (2) 多人数会話の音声認識

咽喉マイクを用いることで高騒音下、特に音声認識性能低下への影響が大きい他者音声の混入を未然に防ぐ方法の検討を行っている。咽喉マイクを入力とすると他者音声の影響を軽減できる反面、これまで構築されてきた巨大な音声コーパスを十分活用できないという問題があった。我々は既存音声コーパスの音響特徴量を咽喉マイクの特徴量空間に変換する方法に知識蒸留手法を組み合わせることで従来法に比べて40%近い大幅な誤り削減を実現できることを示した。

## 【 今後の展開 】

食事や発話を中心に人間の行動をモニタリングすることを目的として、今後は音だけでなく画像や加速度情報の活用、さらにはデバイス自体の開発も含めた総合的な観点から研究に取り組む予定である。一方、音の認識を行う際、現状では対象ごとに特化したモデルを構築する必要があるが、その構築のためのコストが非常に大きい。このような課題に対し、言語や画像の分野では既に汎用モデルの利用が広まっている。我々も音声や行動の認識で用いる音響モデルの汎用化に取り組みたいと考えている。

## 【 学術論文・著書 】

- ・ Shengke Lin, Takashi Tsunakawa, Masafumi Nishida, Masafumi Nishimura, "Speech Recognition Using Multiple Wearable Microphones for Multiparty Conversations," Journal of Signal Processing, Vol.24, Issue 1, pp.19-29, 2020.1.

## 【 特許等 】

- ・ 評価装置、評価方法、及び評価プログラム（出願]2019年8月27日）特願 2019-154876

【 国際会議発表件数 】 9 件

【 国内学会発表件数 】 29 件

【 招待講演件数 】 2 件

## 【 受賞・表彰 】

- 1) 第2回静岡テックグランプリ 「最優秀賞」 (2019.7)
- 2) 第2回静岡テックグランプリ 「藍沢証券賞」 (2019.7)
- 3) 第2回静岡テックグランプリ 「ヤマハ賞」 (2019.7)
- 4) 情報処理学会 「研究会活動貢献賞」 (2020.2)

### 指導学生の受賞（論文賞、奨励賞など）

- 1) 情報処理学会第82回全国大会学生奨励賞, 相澤馨子, "VR 模擬難聴システムの開発と環境音到来方向知覚の評価" (2020.3).
- 2) 情報処理学会第82回全国大会学生奨励賞, 中村亮裕, "CTC と Attention の併用による咀嚼と嚙下の自動検出," (2020.3).
- 3) 情報処理学会第82回全国大会学生奨励賞, 福田治輝, "逆翻訳による言い換え生成を用いた協調学習自動評定の性能改善," (2020.3).
- 4) 日本音響学会東海支部 第23回東海地区音声関連研究室合同修士論文中間発表会 挑戦的研究賞, 藤田祥太 (2019.8)
- 5) 日本音響学会東海支部 第23回東海地区音声関連研究室合同修士論文中間発表会 ポスター賞, 鈴木貴仁 (2019.8)

## 宇宙機械制御システムの実践的研究開発

兼担・教授 能見 公博 (NOHMI Masahiro)  
情報科学専攻 (主担当: 工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野: 宇宙工学、衛星工学  
e-mail address: nomi.masahiro@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://stars.eng.shizuoka.ac.jp/>  
[http://stars.eng.shizuoka.ac.jp/nohmi\\_lab/nohmi\\_index.html](http://stars.eng.shizuoka.ac.jp/nohmi_lab/nohmi_index.html)



### 【 研究室組織 】

教 員: 能見 公博

修士課程: M2 (2名)、M1 (1名)、留学生 (1名)

### 【 研究目標 】

我々は STARS PROJECT という超小型衛星開発プロジェクトを組織し、大学を中心とする人工衛星開発を進めています。STARS は、正式名称 “Space Tethered Autonomous Robotic Satellite” であり、また STAR (星) が複数であることを表しています。近年、世界的に活発に開発されている大学衛星であり、宇宙機械制御システムとしての特徴を持ちます。宇宙空間において、テザーと呼ばれるロープ、ワイヤを伸展し、ロボットによる制御システムであり、宇宙デブリ (ゴミ) 除去や、宇宙エレベーターを目標とした宇宙実験を行う衛星シリーズです。

また研究室では、月面着陸機の着陸ダイナミクスに関する研究を行なっています。その一つは JAXA との共同研究として、小型月着陸衛星 (SLIM) および火星衛星探査計画 (MMX) の着陸ダイナミクスの研究を行っています。SLIM は、将来の月惑星探査に必要なピンポイント着陸技術確立するもので 2021 年打ち上げを目指しています。MMX は火星衛星 (フォボスとダイモス) を観測し、うち 1 つからサンプルを採取して地球に帰還するものです。また将来型着陸手法について研究を進めており、研究室レベルの基礎実験により新規的独創的着陸手法を検討しています。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 超小型衛星 STARS-Me の運用

宇宙エレベーターは人類の夢であり、国際的協力により開発していく事業であると予測できます。その状況において日本では、宇宙エレベーター協会の活動、建設会社である大林組の構想、日本航空宇宙学会のワーキンググループなど、世界的にリードできる可能性を持つ活動を進めています。本研究室では、宇宙エレベーターに向けた第一歩として、軌道上でのデモンストレーションをミッションとする超小型衛星を開発し、2018 年 9 月 23 日に H-IIB ロケットにより打ち上げ、同年 10 月 6 日に国際宇宙ステーションから放出されました。エレベーターケーブルを展開しケーブル上を昇降機 (クライマー) が移動する実験を目標に、超小型衛星で実施する運用を行っています。

#### (2) 超小型衛星 STARS-Me2 の開発

前述の STARS-Me の改良を目指し、超小型衛星 STARS-Me2 の開発を行っています。宇宙エレベーターの基礎実験に加え、宇宙デブリ問題を解決する基礎技術実験をミッションとする計画としています。ケーブル展開手法の改良、昇降機 (クライマー) の移動機能向上を基本に研究開発を進めており、さらに STARS-Me において不調である通信アンテナ、太陽電池発電能力の向上を狙っています。また 2018 年に打ち上げた Stars-A0 のカメラ技術および高速アマチュア無線伝送技術も適用していく計画となっています。

### (3) 小型月着陸衛星 (SLIM) のプリプロジェクト化

小型月着陸衛星 (SLIM) は、2021 年度の打ち上げを目指して研究開発を進めています。着陸手法はメインの脚 1 本が最初に接地、着陸衝撃を十分に吸収した後に、機体を横方向に倒して補助脚で支える方法です。メインの脚 1 本でレゴリス (月表面の砂) に衝突するような手法はこれまでになく、実験を含めてその妥当性を評価しています。

### (4) 火星衛星探査計画 (MMX) の着陸シミュレーション

火星衛星探査計画 (MMX) では、火星衛星に着陸してサンプルリターンを行う計画です。サンプルリターンができる安定な着陸が可能な方法を検討することを目的に、シミュレーションを進めています。

### (5) 月惑星等天体への着陸に関する基礎研究

JAXA 工学委員会のリサーチグループのもとで、新宇宙探査における着陸に焦点をあてた、着陸挙動解析を進めています。シミュレーション解析はもちろんのこと、航空機および落下施設による微小重力実験を行い、解析手法への反映、評価を行っています。

### 【 今後の展開 】

静岡大学は、2014 年から超小型衛星開発に着手、これまでに 5 基の衛星を打ち上げています。これらの宇宙実験結果を踏まえて、さらに大型な軌道エレベーター衛星、また宇宙デブリ除去衛星を開発、世界に先駆けて宇宙技術実証を行っていくことを目標としています。STARS PROJECT の特徴は、機械制御システムの宇宙実験を実施していくことであり、宇宙空間でダイナミックに運動する衛星は、世界的にも独創的なものです。

また月惑星探査は宇宙基本計画においても重要な位置づけであるため、JAXA との共同研究を通して、この分野において日本が世界的にリードしていける技術確立していくことを目指します。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Yamagiwa, et. al., " Space Experimental Results of STARS-C CubeSat to Verify Tether Deployment in Orbit," Acta Astronautica, (AA7818, PII: S0094-5765(19)31468-7), January 2020.
- 2) 能見公博, 「四脚着陸機の月表面レゴリスの影響を考慮した着陸ダイナミクス実験解析」, 日本航空宇宙学会論文集, Vol. 68, No. 1, pp. 1-6, 2020, DOI: <https://doi.org/10.2322/jjsass.68.1>
- 3) 三橋龍一, 村田拓也, 能見公博, 「人工衛星追尾望遠鏡の GPS 週数ロールオーバー 対処」, 電気学会論文誌 C (電子・情報・システム部門誌), Vol. 139, No. 11, pp1368-1369, DOI: 10.1531/ieejieiss.139.1368, 2019 年 11 月.

### 【 特許等 】

- 1) 発明の名称: 人工衛星, 出願番号: 特願 2019-223065, 発明者 能見公博, 大井克己, 大川庫弘, 出願日: 2019 年 12 月 10 日, 特許権者 国立大学法人静岡大学.
- 2) 発明の名称: テザー収納ユニット及び人工衛星システム, 出願番号: 特願 2012-158243, 発明者 能見公博, 出願日: 2019 年 10 月 30 日, 特許権者 国立大学法人静岡大学.

### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 11th European Cubesat Symposium など 11 件

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 宇宙科学技術連合講演会など 8 件

### 【 新聞報道等 】

- ・ STARS-Me および Stars-A0 の報告、STARS-Me2 開発開始、2 件の記者発表。各社報道多数。

## 環境と防災に関わるリスクアナリシス

兼担・教授 前田 恭伸 (MAEDA Yasunobu)  
情報科学専攻 (主担当: 大学院総合科学技術研究科工学専攻  
事業開発マネジメントコース及び工学部)  
専門分野: リスクアナリシス  
e-mail address: maeda.yasunobu@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員: 前田 恭伸  
博士課程: Pooja Pragati Suresh (創造科技学院 D2)  
修士課程: M2 (6名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

リスクマネジメント、リスクコミュニケーションとリスクアセスメントの3つを合わせてリスクアナリシスと呼ぶ。本研究室では、このうちリスクマネジメントとリスクコミュニケーションを主な対象として研究を進めている。特に下記のテーマについて研究を行っている。

- (1) リスクマネジメントにおける評価関数の比較分析
- (2) 自動運転車のサイバーリスクに関する分析
- (3) 日本企業のベトナム進出の成功/失敗因子についての研究
- (4) プラスチックごみリサイクルに関するリスクの分析
- (5) 環境マネジメントのためのボランティア活用システムに関する研究

### 【 主な研究成果 】

#### (1) リスクマネジメントにおける評価関数の比較分析

リスクマネジメントにおいては、複数のリスクが存在した場合、リスクアセスメントの結果に基づいて対策の優先順位が決定される。しかし本研究では、優先順位付けの評価関数の設定次第で優先順位が用意には定まらないことを示した(the 5<sup>th</sup> World Congress on Risk, 2019)。

#### (2) プラスチックごみリサイクルに関するリスクの分析

プラスチックごみによる海洋汚染は、世界的な問題になっているが、一方でプラスチックは、強靱、軽量で、かつ耐久性のあるすぐれた素材である。プラスチックそのものに問題があるというより、プラスチックの廃棄・再利用プロセスに問題があるのではないかと考えられる。そこで、第一段階として、容器としてのプラスチック製品に関するLCAのレビュー研究を行った。その結果、プラスチックは他の代替案(生物性プラスチック、紙、布、ガラス)に比べて地球温暖化への影響が少ない素材であることが示された。この結果はSociety for Risk Analysis 2019年次大会で発表し、ベストポスター賞を受賞した(Society for Risk Analysis 2019 Annual Meeting)。

#### (3) 環境マネジメントのためのボランティア活用システムに関する研究

地域の環境保全活動にはボランティアの参加が欠かせない。環境ボランティアを獲得するための情報システムを構築し、それによるボランティア募集の社会実験を行った。またボランティア募集のためのICT利用の実態について調査した(International Society for Third-sector Research Asia Region Conference 2019, 環境科学会誌 2019, The Nonprofit Review 2019)

### 【 今後の展開 】

短期的には、三つのテーマについて研究を行う。ひとつはプラスチックごみのリサイクルとそれに関するリスクの分析である。2019年大阪G20サミットでも海洋のプラスチックごみ汚染は大きな問題として取り上げられたが、しかしそのリサイクルを適切に進めるためには、課題も多い。今後この問題にリスク分析のアプローチから研究を進めていく。ふたつめは自動運転のリスクである。ICTに基づく安全運転支援機能には大きな期待が寄せられているが、そこにはサイバーセキュリティの問題もある。その点についてどう取り組めばいいか、検討を進める。三つ目は環境ボランティア研究である。これまでと同様に環境ボランティアを獲得するための情報システムを構築し、それによるボランティア募集の社会実験を行っていく。そして蓄積したデータを分析することにより、環境ボランティアへの参加者を増やすためにどうすればいいか、知見を集約していく予定である。ただし、COVID-19の感染拡大により、そもそも人を集めること自体が難しい社会的状況にある。どのように研究を進めるか、慎重に検討を進める必要があるものと思われる。

長期的には、われわれの社会が近い将来直面するリスクに関する俯瞰的研究を進めていく。わが国、そして国際社会はさまざまなリスクに取り巻かれているが、それらを展望する研究は少なく、特にわが国においては乏しい。一方データサイエンスに代表される分析技術は発達してきている。われわれを取り巻く様々なデータの分析から今後備えなければならないリスクについて俯瞰的に取り組んでいきたい。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Yasuhumi Mori, Toshihisa Asano, Yasunobu Maeda, “Are Social Network Services Effective for Recruiting Volunteers?”, 環境科学会誌. 32(6), 204-213 (2019).
- 2) Yasuhumi Mori, Toshihisa Asano, Yasunobu Maeda, “What prompts volunteer activity - choice or coincidence? Impact of perceived cost-benefit and information source on participation”, The Nonprofit Review. 19(1&2), 101-109 (2019).

### 【 国際会議発表件数 】

- ・ Fifth World Congress on Risk, 2019.5.6-8, Cape Town, South Africa, 2件
- ・ International Society for Third-sector Research Asia Region Conference 2019, 2019.7.15-16, Bangkok, Thailand, 1件
- ・ Society for Risk Analysis 2019 Annual Meeting, 2019.12.8-11, Arlington, USA, 2件

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本環境共生学会, 経営情報学会秋季全国研究発表大会, 日本リスク学会など計6件

### 【 新聞報道等 】

- ・ 内水氾濫について, SBS テレビ (2019年4月19日)

### 【 受賞・表彰 】

- ・ Society for Risk Analysis 2019 Best Poster Award (2019年12月10日)

## 雷に伴う環境電磁工学

兼担・教授 道下 幸志 (MICHISHITA Koji)  
情報科学専攻 (主担当: 工学部 電気電子工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電気電子工学コース)  
専門分野: 雷放電、高電圧工学  
e-mail address: michishita.koji@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/lightning/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 道下 幸志

博士課程 : 森田 岳 (創造科技院 D2、社会人)

修士課程 : M2 (2名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

私は、落雷時に電力系統や情報通信系統に生じる雷害の減少を目的として研究を行っている。発生源である雷の性状の研究や、電力線・情報通信線の雷害対策などの研究を展開している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 電磁界測定による帰還雷撃電流波形の推定精度の向上
- (2) 帰還雷撃電流の季節特性及び地域特性の検討
- (3) 配電線及び送電線事故率予測精度の向上と効率的な対策
- (4) 電気設備と感電保護

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 冬季雷性状の解明

わが国の日本海沿岸で冬季に生じる冬季雷は、エネルギーが大きい等の特徴を有していることが知られている。秋田県での実測結果に基づいて、冬季雷性状は発生源となる雷雲の種類や $-10^{\circ}\text{C}$ 高度により大きく異なる事を示した。(古川稔、道下幸志、横山茂、本庄暢之、松井倫弘: 「気象条件と仁賀保高原風車で冬季に観測された電荷量の関係」, 電気学会論文誌 B, 138, 6, 507-513 (2018, 6) DOI:10.1541/ieejpes138.507)

### 【 今後の展開 】

雷の性状把握や配電機材や情報通信機器のモデリングの高精度化を通じて、落雷時に電力系統や情報通信系統に生じる雷害の減少を目的として研究を行っている。当面の今後の研究展開としては、インフラ設備の効果的な雷害対策の構築を目指している。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) “Measurement of Lightning Current at Wind Turbine near Coast of Sea of Japan in Winter”, K. Michishita, S. Yokoyama and N. Honjo, IEEE Trans. Electromagnetic Compatibility, 61, 3, 807-814 (2019) DOI:10.1109/TEMC.2019.2913195
- 2) M. Matsui, K. Michishita and S. Yokoyama, “Characteristics of Negative Flashes With Multiple Ground

Strike Points Located by the Japanese Lightning Detection Network”, IEEE Trans. Electromagnetic Compatibility, 61,3, 751-758 (2019) DOI:10.1109/TEMC.2019.2913661

3) Michihiro Matsui, Koji Michishita, Shigeru Yokoyama, ” Cloud-to-ground lightning flash density and the number of lightning flashes hitting wind turbines in Japan”, Electric Power Systems Research 181 (2020) 106066 doi.org/10.1016/j.epsr.2019.106066

#### 【 特許等 】

- ・ 落雷電荷量推定方法及びシステム、道下 幸志、橋本 洋助、第 6504662 号 (2019. 4. 5)
- ・ 落雷位置標定システム、落雷位置標定装置、及び落雷位置標定方法、松井倫弘、大川孝幸、道下幸志、第 6578229 号 (2019. 8. 30)
- ・ 落雷位置標定システム、落雷位置標定装置、及び落雷位置標定方法、道下幸志、松井倫弘、大川孝幸 特許第 6649160 (2020. 1. 20)

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ APL2019 (11th Asia-Pacific Lightning Conference) 5 件
- ・ ISH2019 (21st International Symposium on High Voltage Engineering) 1 件
- ・ SIPDA2018 (XV International Symposium on Lightning Protection) 2 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 電気学会 計 1 5 件

#### 【 招待講演件数 】

- ・ 電気学会 計 1 件

#### 【 受賞・表彰 】

- ・ 電気学会 業績賞 「多様な雷性状と対象物の実形状を考慮した雷害対策手法の確立」、令和元年 5 月 30 日

## ヘテロジニアスネットワークコンバージョン

兼担・教授 峰野 博史 (MINENO Hiroshi)  
情報科学専攻 (主担当: 情報学部 情報科学科及び  
大学院総合科学技術研究科情報学専攻 情報学コース)  
(副担当: グリーン科学技術研究所)  
専門分野: ロバスト無線センサネットワーク、知的 IoT システム、  
モバイルデータオフローディング  
e-mail address: mineno@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.minelab.jp>



### 【 研究室組織 】

教 員: 峰野 博史  
博士課程: 古都 哲生、石渡 要介、チンチュ・ヴィスワン、市川 裕介、小池 誠、  
永井 幸政、倉 聖美、河合 孔明  
修士課程: M2 (7名)、M1 (4名)

### 【 研究目標 】

多種多様なモノの自然な連携 (IoT: Internet of Things) や、仮想世界と物理世界の自然な調和 (CPS: Cyber Physical System) を実現する通信技術や情報処理技術の創製、開発を基盤としたテーマを研究した。特に、有線/無線通信を駆使して世の中のいたるところに無線センサ/アクチュエータノードを設置し、情報の発見だけでなく、高信頼な知的無線制御の実現を目指す『ヘテロジニアスネットワークコンバージョングループ』と、多種多様な複雑な要素からなる非線形な現象のデータから機械学習や深層学習を用いて状況・状態推定や将来予測を行う『知的 IoT システムグループ』の2グループによって、次に来るべき新時代のスマート情報化社会を発展、支えるようなライフイノベーションを目指し研究開発を進めた。以下に代表的な2テーマの研究成果について概要を記す。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 多様な環境に自律順応できる水分ストレス高精度予測基盤技術の研究

施設園芸環境において果実糖度を上げる栽培技術の一つである水分ストレスに焦点を絞り、深層学習と機械学習を相補的に組み合わせることで、草姿画像と環境データから萎れ度合いを定量的に抽出し高精度に推定できる仕組みを世界に先駆け研究開発した。植物栽培のように経時変化する対象について計算量削減と高精度予測の両立を実現する機械学習手法も研究開発した。

#### (2) 深層強化学習を用いたモバイルデータ 3D オフローディングの研究

遅延耐性のあるモバイルデータを対象とし、通信路・空間・時間の三次元でオフローディングを実現する MDOP (Mobile Data Offloading Protocol) について、深層強化学習を用いることでインフラ増強不要で効果的にピークシフトや負荷平滑化可能なことを示した。

### 【 今後の展開 】

以上の研究活動を通じて、従来の問題がどこにあり現在どういう状況なのか、それらをいかに打破していくか、社会でどのように役立てていくかを提案し、学生自ら実体験する形で指導している。また、研究室における様々なイベント、企業との共同研究打合せを通して、自主性を持ち、かつ周りの人を巻き込みながら、新しい分野を切り開いていくことができる人材の育成を意識している。

### 【 学術論文・著書 】 計6件

- 1) 市川裕介, 林 阿希子, 美原義行, 清水 健太郎, 峰野博史, “公共施設における動的案内サインを用いた人流誘導システムの評価,” 情報処理学会論文誌コンシューマ・デバイス&システム (CDS), 10(1), pp. 50-57 (26. Feb. 2020).
- 2) Kazumasa Wakamori, Ryosuke Mizuno, Gota Nakanishi, Hiroshi Mineno, “Multimodal Neural Network with Clustering-based Drop for Estimating Plant Water Stress,” Computers and Electronics in Agriculture, Vol.168, Article ID 105118, 14 pages, doi: 10.1016/j.compag.2019.105118 (Jan.2020). (5yIF:3.538, Q1)

- 3) Kazumasa Wakamori, Hiroshi Mineno, "Optical Flow-Based Analysis of the Relationships between Leaf Wilting and Stem Diameter Variations in Tomato Plants," Plant Phenomics, Vol.2019, Article ID 9136298, 12 pages, doi: 10.34133/2019/9136298 (Oct.2019).
- 4) Tetsuo Furuichi, Tomochika Ozaki, Hiroshi Mineno, "Proposal of Tamper-Proof IoT System Using BlockChain," International Journal of Informatics Society (IJIS), Vol.11, No.2, pp.85-94 (Oct.2019).
- 5) 安孫子 悠, 望月大輔, 齊藤隆仁, 片桐雅二, 池田大造, 水野忠則, 峰野博史, "モバイルデータ負荷分散のための遅延耐性を考慮したハンドオーバ制御手法," 電子情報通信学会論文誌, Vol. J102-B, No. 6, pp. 423-434, doi: 10.14923/transcomj.2018MOP0001 (Jun. 2019).
- 6) Daisuke Mochizuki, Yu Abiko, Takato Saito, Daizo Ikeda, Hiroshi Mineno, "Delay-Tolerance-Based Mobile Data Offloading Using Deep Reinforcement Learning, Sensors, Vol.19, No.7, 1674, pp.1-16, doi: 10.3390/s19071674 (Apr.2019).(2018IF:3.031, Q2)

【 解説・特集等 】 計 4 件

- 1) 2020 年 (令和元年) 3 月 15 日 : ハイドロポニックス (日本養液栽培研究会) 「植物の『しおれ』に基づく AI 灌水制御手法の研究開発」, vol. 33, no. 2, pp. 36-37 (15. Mar. 2020)
- 2) 2019 年 (平成 31 年) 12 月 1 日 Nextcom (KDDI 総研) 「5 年後の未来を探せ 情報科学が支える「匠でなく超人」による農業」, vol. 40, pp. 42-47, 2019. Winter 他 2 件

【 国際会議発表件数 】 計 4 件

- 1) Umme Fawzia Rahim, Hiroshi Mineno, "Detecting and Counting Tomato Flowers in Greenhouse Using CenterNet," The 6th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University (ISFAR-SU) 2020, 5.Mar.2020 (Hamamatsu, Japan).
- 2) Yu Abiko, Daisuke Mochizuki, Takato Saito, Daizo Ikeda, Tadanori Mizuno, Hiroshi Mineno, "Radio Resource Allocatino Method for Network Slicing using Deep Reinforcement Learning," The 34th International Conference on Information Networking (ICOIN) 7.Jan.2020, (Barcelona, Spain).
- 3) Yu Abiko, Daisuke Mochizuki, Takato Saito, Daizo Ikeda, Tadanori Mizuno, Hiroshi Mineno, "Proposal of Allocating Radio Resources to Multiple Slices in 5G using Deep Reinforcement Learning," IEEE 8th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), 15.Oct.2019 (Osaka, Japan). (Excellent Paper Award) 他 1 件

【 国内学会発表件数 】 3 件

・ DICOM02019 シンポジウム、情報処理学会全国大会など 3 件

【 招待講演件数 】 計 1 3 件

- 1) 峰野博史, "人工知能が拡げる農業の可能性," 令和元年度 大学特別公開講座『新時代を生きる』(吉田町中央公民館), 31. Jan. 2020.
- 2) 峰野博史, "深層学習とオプティカルフローを利用した高糖度トマト生産の取組み," 日本生物環境工学会 第 30 回 SHITA シンポジウム『植物工場の技術革新～最新工学技術との融合』(御茶ノ水ソラシティカンファレンスセンター), 24. Jan. 2020. 他 1 1 件

【 新聞報道等 】 計 2 2 件

- 1) 2020 年 (令和元年) 3 月 18 日 : 静岡新聞 朝刊「自動で水やり AI が見極め」
- 2) 2020 年 (令和元年) 3 月 16 日 : SMART AGR「次世代型灌水システムを開発した Happy Quality が総額 1 億円の資金調達を実施
- 3) 2020 年 (令和元年) 3 月 13 日 : 日経産業新聞「自動で水やり AI が見極め」
- 4) 2020 年 (令和元年) 3 月 6 日 : 全国農業新聞「AI で高糖度トマト生産」
- 2020 年 (令和元年) 3 月 4 日 : 日刊工業新聞「静岡大と NTT、AI でトマト栽培 暗号で不正操作防止」 他 1 8 件

【 受賞・表彰 】 計 6 件

- 1) 情報処理学会 山下記念研究賞 (D3 市川 裕介)
- 2) 静岡大学 学長表彰 (M2 安孫子 悠、M1 後藤 将弥)
- 3) 情報処理学会 82 回全国大会学生奨励賞 (B4 坪井 祐磨)
- 4) IEEE GCCE Excellent Paper Award (M2 安孫子 悠)
- 5) 情報処理学会 DICOM0 優秀論文賞 (M1 後藤 将弥) 他 1 件

## 大量の数値情報を集約して数学・英語教育に活用

兼担・教授 宮崎 佳典 (MIYAZAKI Yoshinori)  
情報科学専攻 (主担当: 情報学部 情報科学科及び  
大学院総合科学技術研究科情報学専攻 情報学コース)  
専門分野: e-Learning、教育関連ソフト開発、数値シミュレーション  
e-mail address: yoshi@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://mya-lab1.cs.inf.shizuoka.ac.jp/~yoshi/index1.htm>



### 【 研究室組織 】

教 員: 宮崎 佳典

修士課程: M2 (2名)

### 【 研究目標 】

当研究室では、e-Learning 上における学習過程や、自然現象で発生するような大量の数値データを処理することで、意味のある情報に昇華させ、応用につなげる研究を行っています。大別すると、数学教育に関連したアプリケーション開発、英語教育に関連したアプリケーション開発、数値解析(行列固有値論)に分けられます。当面の研究目標を以下に列記します。

- (1) 数式コンテンツ処理
- (2) 数学教育支援
- (3) 無限行列固有値計算問題
- (4) マウス軌跡情報を用いた学習者の迷い抽出
- (5) 例示型英文書作成支援ツールの開発とそのデータ分析
- (6) 語学リーディング学習促進を目的としたパーソナライゼーション
- (7) CEFR 読解指標に基づく日本語例文分類手法

### 【 研究成果 】

- (1) 計算機上で表現された数式データを検索したり、分類したり、あるいは数式データから情報を取り出したり、といった処理を実現する方法を考えています。数式は、1つの数式をいろいろな意味に解釈できてしまったり、分野や地域によって書き方がバラバラだったり、扱いにくい特徴を持っています。このため、数学はもちろん言語学などの観点からも数式を検討し、それを基礎にして、計算機上での効果的な数式利用を実現するためのシステムを構築しています。
- (2) 数学を学ぶ上では、いろいろなことを勉強する必要があります。ある定理が成り立つ理由を示す方法や、その定理を使って問題を解決する方法を学ぶことが大きな目的ですが、その目的を達成するためには、証明のテクニックだけでなく、数の計算や、数式の変形についての知識も必要です。そこで、コンピュータを使って、数学を勉強しやすくするための方法を考えています。現在は、「証明を理解する」、「数式を変形する」という2つのことに取り組んでいます。
- (3) 特に特殊関数の零点計算や微分方程式の固有値問題に焦点を当て、無限行列固有値問題との関係について調べています。無限行列固有値問題に再定式化できる場合に、今度は近似計算ができるのかどうか、できた場合にはさらに誤差評価式などが与えられるのかどうか、などについて調査する必要があります。それらを一般化して定理の導出を試みています。
- (4) マウス軌跡情報等の履歴情報に注目し、解答時に発生する「迷い」を取得するモジュールの開発を行っています。さらに、迷いが発生している可能性が高い履歴データを抽出するだけでなく、履歴データ内における迷いの発生個所の特定化を目指します。これにより、教師および学習者が履歴データに対する学習者自身の理解度をより正確に把握が可能となることが期待されます。
- (5) 技術英文書を作成する際に実際に論文で使われた文を参照することを可能とする Web アプ

リケーションを構築しています。本アプリケーションは、参照する英文の複雑さを考慮した上で構造的に簡略化する機能や、ユーザに対して参考になる可能性が高い例文をリコメンドする機能等も含まれます。利用者の使用機能の履歴を集め、データ分析も行います。

(6) リーディング学習を目的とした Web アプリケーションを開発することで、リーダビリティ（テキストの可読性を示す尺度、値）の概念を利用して、自身の読解力に適合すると判断されたテキストを学習者に提供しています。個々の学習者の学習履歴より、式に使用すべきパラメータを自動予測する機能を有します。e-Learning は孤独な学習であり、ドロップアウト率も高いことから、希望するテキストの提供を実現することで、学習者の学習継続に有効となることを目指します。

(7) Can-do を表す文章（例文）を与えることで CEFR（ヨーロッパ言語共通参照枠）中の対応 CDS の項目番号を付与する分類を、機械学習の技術を用いて行い、テキストコーパス作成を支援します。さらに、このテキストコーパスを利用することで、レベル決定に寄与する要因の抽出を実現させることを目指します。

#### 【 今後の展開 】

PC を用いて得られる情報は様々です。また、大量のデータを処理するデータ・サイエンティストの育成が急務であることが各所で論じられています。現在、当研究室では教育、数値解析の方面での応用を考えていますが、将来的には、多くの異分野とコラボレーションしていくことが必要ではないかと考えています。逆に、学際的な分野でも一般的に活用可能なデータの取得方法や分析法などについても確立していきたいと考えています。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Y. Miyazaki, S. Suzuki, Building Personalized Readability Equation and English Vocabulary List for Continued Reading Study in Comparison among Differently Proposed Algorithms, *International Journal of Learning Technologies and Learning Environments (IJLTLE)*, Vol. 2, No. 1, pp. 53–63 (2019).
- 2) 鈴木 竣丸, 宮崎 佳典, 最適な難易度の英語テキスト提供を目指すための学習者の英単語語彙推測アルゴリズムの考案, *日本 e-Learning 学会論文誌*, Vol.19, pp. 53-61 (2019).
- 3) 中村 泰之, 樋口 三郎, 吉富 賢太郎, 宮崎 佳典, 市川 裕子, 中原 敬広, 数学 eラーニングシステム STACK を用いた計算問題の誤答分析, *JSiSE 研究報告*, Vol.34, No.2, pp. 105-108 (2019).
- 4) 池田 善博, 中野 愛実, 宮崎 佳典, 他者の参考例文のレコメンドを行う例示型英文書作成支援ツールの試作, *統計数理研究所共同研究レポート* (2020), to appear.
- 5) 谷 誠司, 宮崎 佳典, 安 志英, 元 裕璟, CEFR 読解指標に基づく日本語能力テスト開発の試み, *常葉大学大学院紀要*, (2020), to appear.

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 2019 IEEE Intl. Conf. on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE) など 6 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 情報処理学会第 82 回全国大会 など 1 3 件

#### 【 受賞・表彰 】

- ・ 脇 弘太, 宮崎 佳典, 代数的変形に対応した変形依拠公式提示ツールの開発, 情報処理学会第 82 回全国大会, 2020 年 3 月, 学生奨励賞受賞
- ・ 白須 直樹, 宮崎 佳典, オンライン英文多読学習を通じた学習者用語彙リストの推定と評価, 2019 年度 JSiSE 学生研究発表会 (東海地区), 2020 年 3 月, 優秀発表賞受賞
- ・ 池田 善博, 宮崎 佳典, 田中 省作, 例示型英文書作成支援ツールにおける例文のレコメンドシステム, 2019 年度 JSiSE 学生研究発表会 (東海地区), 2020 年 3 月, 優秀発表賞受賞
- ・ 脇 弘太, 宮崎 佳典, 代数的変形に対応した拡張数式検索システムの提案, 日本 e-Learning 学会 2019 年度学術講演会, 2019 年 11 月, 優秀賞受賞 (学生セッション)

## 計算集団動力学

兼担・准教授 一ノ瀬 元喜 (ICHINOSE Genki)  
情報科学専攻 (主担当：工学部 数理システム工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 数理システム工学コース)  
専門分野： 複雑系、ネットワーク科学、進化ゲーム  
e-mail address: [ichinose.genki@shizuoka.ac.jp](mailto:ichinose.genki@shizuoka.ac.jp)  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/ichinose/>  
<https://sites.google.com/site/igenki/>



### 【 研究室組織 】

教 員：一ノ瀬 元喜  
博士課程：鈴木 睦代 (創造科技院 D1)  
修士課程：M1 (2名)  
学 部 生：B4 (5名)

### 【 研究目標 】

人間や生物の集団での複雑な振舞いについて、コンピュータ上に計算モデルを構築して、シミュレーションや数理解析を通して理解し、現実社会に応用することを目標としている。特に、個体同士の協力、騙し合い、駆け引きなどがどのようなゲーム的状况で生まれてくるか、また集団が見せる群れの特徴的なパターン等の創発について研究している。これらを理解することで、協力社会実現や交通渋滞の解消、緊急時の避難時間短縮に役立てることを目指している。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 適応的長距離移動の協力進化への重要性

自分を時には犠牲にしても他者を助ける協力的行動は、そうしない非協力(裏切り)行動より適応度上の不利益が生じるため、協力的行動がなぜ進化したのかは学問上未解決な問題である。協力者が固まっていれば、お互いに助け合うことで協力が進化するという一つの有力な説明がある。協力同士が固まるためには、個体の移動が必要となるが、個体の単純な移動では移動先に再度裏切り者がいた場合、搾取されてしまうという問題が知られていた。そこで我々は適応的長距離移動というアイデアを考案し、これを進化シミュレーションに組み込んだ結果、裏切り者から遠く離れて移動できると協力の固まりと裏切りの固まりが分離し、協力が顕著に促進されることを発見した。先行研究では移動はランダムなものが主であり、現実のヒトの移動パターンとは大きなずれがあった。本研究では、この移動の非ランダム性に注目し、適応的な長距離移動というこれまでにないアイデアを持ち込み、共進化ゲームにおける移動の役割を大いに前進させた。

#### (2) アリロボット群の譲り合い交通ルールによる衝突の解消

社会性昆虫であるアリは、道しるべフェロモンによって間接的に餌の位置情報を他個体に伝えることで、効率的な集団採餌を実現している。ただし、大規模な採餌行列を形成するアリでは、フェロモン上に個体が偏ることによって衝突が起こるため、この「渋滞」を防ぐための「交通規則(他個体に道を譲る)」もフェロモンと同様に効率的な集団採餌には重要であると考えられる。我々は実際に開発したアリの群ロボットをコンピュータ上で忠実に再現したシミュレーションロボットに集団採餌のタスクを実行させた。集団採餌においてより重要な道しるべフェロモンの利用(根幹システム)が進化的に先に現れ、補助的な交通規則(調節メカニズム)が後から進化すると思われたが、実際のシミュレーションの結果では、多数の試行で調節メカニズムである交通規則のほうが先に進化することを明らかにした。この知見は、現実の交通渋滞の解消にも適用できる可能性がある。

#### 【 今後の展開 】

今後は集団での複雑な振舞いに関する数理モデルやシミュレーションの研究だけではなく、実際のヒトや生物のビッグデータを分析することで、集団の行動規則を明らかにする研究も同時並行的に進める。具体的には、集団スポーツ競技における選手同士の駆け引き、ソフトウェア開発過程におけるユーザ間の協力行動、SNS の文章分析による感染症の初動検知等のビッグデータの解析研究を進めていく予定である。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) T. Nagatani and G. Ichinose, Traffic flow in scale-free hierarchical directed networks, *Journal of the Physical Society of Japan* 89, 043002, 2020.
- 2) M. A. Pulungan, S. Suzuki, M. K. A. Gavina, J. M. Tubay, H. Ito, M. Nii, G. Ichinose, T. Okabe, A. Ishida, M. Shiyomi, T. Togashi, J. Yoshimura, and S. Morita, Grazing enhances species diversity in grassland communities, *Scientific Reports* 9, 11201, 2019.
- 3) A. Mamiya and G. Ichinose, Strategies that enforce linear payoff relationships under observation errors in Repeated Prisoner's Dilemma game, *Journal of Theoretical Biology* 477, 63-76, 2019.
- 4) T. Otsuki, D. Uka, H. Ito, G. Ichinose, M. Nii, S. Morita, T. Sakamoto, M. Nishiko, H. Tabunoki, K. Kobayashi, K. Matsuura, K. Iwabuchi, and J. Yoshimura, Mass killing by female soldier larvae is adaptive for the killed male larvae in a polyembryonic wasp, *Scientific Reports* 9, 7357, 2019.
- 5) T. Nagatani, G. Ichinose, and Y. Katsumata, Allee effect with time-varying migration on heterogeneous graphs, *Physica A* 527, 121276, 2019.

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) G. Ichinose and H. Sayama, Sensitivity and Levy flights in spatial cooperation, *NetSci-X* 2020, 2020.
- 2) R. Fujisawa, G. Ichinose, and S. Dobata, Regulatory mechanism predates the evolution of self-organizing capacity in simulated ant-like robots, *SWARM 2019: The 3rd International Symposium on Swarm Behavior and Bio-Inspired Robotics*, P20, 2019.
- 3) A. Mamiya and G. Ichinose, Only two types of strategies enforce linear payoff relationships under observation errors in repeated Prisoner's dilemma games, *Conference on Complex Systems 2019 (CCS 2019)*, 2019.
- 4) G. Ichinose, Zero-determinant strategies and their relation to agent-based modelling, *2019 International Workshop on Agent-Based Modelling of Human Behaviour (ABMHuB)*, 2019.
- 5) A. Mamiya and G. Ichinose, Only two types of strategies enforce linear payoff relationships under observation errors in Repeated Prisoner's Dilemma Games, *Proceedings of the 2019 Conference on Artificial Life (ALIFE 2019)*, 161-162, 2019.

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ ゲーム理論ワークショップ 2020 など 7 件

## コンピュータシヨナルイメージングと三次元計測

兼担・准教授 臼杵 深 (USUKI Shin)  
情報科学専攻 (主担当: 工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野: 光工学、精密工学  
e-mail address: usuki@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://ktm11.eng.shizuoka.ac.jp/profile/usuki/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員: 臼杵 深

修士課程: M2 (2名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

高速イメージスタッキング技術と三次元変調照明による超解像技術を高度に融合することによって、全く新しい三次元光学顕微鏡を開発し、マイクロ加工、リソグラフィ、3D プリンタ等により生産された超精密部品の立体形状を高速かつ高い空間分解能で計測するための基盤技術を確立することを目標とする。本研究により、次世代の超精密部品の生産加工現場において、ナノ・マイクロ形状モデルを高速に生成することが可能となるため、外観検査や欠陥検査と共に計算機シミュレーションによるインライン機能評価が実現する。

### 【 主な研究成果 】

従来はミラーに取り付けたピエゾアクチュエータにより制御していた構造化照明を空間光位相変調器により制御することについて取り組んだ。これにより、構造化照明生成のためのレーザ干渉計における振動の影響を大幅に抑制することができた。構造化照明顕微鏡の画像処理結果におけるアーティファクトやピッチばらつきなどの誤差を低減させた。

サブ波長集光を目的としたデジタル位相共役鏡の開発を進めた。位相計測のための位相シフト干渉計の構築と、空間光位相変調器による位相共役光の発生システムの構築を行った。

### 【 今後の展開 】

今後は、現在構築中であるデジタル位相共役鏡を利用した新しい光パターンニング技術の開発に取り組む。光パターンニング技術は広い応用範囲(加工、計測、マニピュレーション)から、生産加工、ナノテクノロジー、バイオテクノロジー、など多くの分野から注目が集まるため、国際的に最も競争の激しい研究トピックの1つである。従来手法として、スピードに特化した対物レンズ(光結像)によるパターンニング、空間分解能に特化した近接場光学プローブによるパターンニングが挙げられるが、スピードと空間分解能を兼ね備えた技術は未だ確立されていない。そこで、位相共役散乱レンズによる光パターンニング手法(Ryuら2016)を近接場光学に拡張し、近接場光位相共役散乱レンズを提案する。本提案手法により、高空間分解能(0.1 $\mu$ m以下)、広いパターン生成範囲(10mm $\times$ 10mm以上)、機械的運動を伴わずに高速パターンニング(毎秒30パターン以上)が実現可能となる。

### 【 学術論文・著書 】

1) Kazumichi Yagi, Sho Suzuki, Shin Usuki, Kenjiro T. Miura, G1 Hermite Interpolating with Discrete Log-aesthetic Curves and Surfaces, Computer-Aided Design and Applications, Vol.17, Issue 3,

pp.607-620, 2019.

**【 国際会議発表件数 】**

- 1) Shin Usuki, Gaku Shibata and Kenjiro T. Miura, Measurement of patterned surfaces with non-fluorescent structured illumination microscope, SPIE Optics + Photonics 2019, San Diego, 2019.
- 他 5 件

**【 国内学会発表件数 】**

- ・ 精密工学会など 11 件

**【 招待講演件数 】**

- ・ Shin Usuki and Kenjiro T. Miura, Light-field acquisition and super-resolution with structured illumination, BISC2019, Yokohama, 2019.

## 音声言語情報処理とその応用システムの研究

兼担・准教授 甲斐 充彦 (KAI Atsuhiko)  
情報科学専攻 (主担当: 工学部 数理システム工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 数理システム工学コース)  
専門分野: 音声工学、音声情報処理  
e-mail address: kai.atsuhiko@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://higo.sys.eng.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 甲斐 充彦

博士課程: エス・エム・ラウフン・ナハル (創造科技院 D3)

修士課程: M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

人の音声に含まれる言語的情報の認識・理解の側面に焦点を当てた音声言語情報処理技術やその応用システムの研究を行う。特に様々な話者や方言など含む音声言語知識のモデル化や様々な収録環境で利用できる音声言語応用システムの実用化を目指して、確率モデルや機械学習(人工知能)技術を基盤とした音声言語処理技術の開発に取り組んでいる。

- (1) 大規模な音声言語資料からの音声言語知識や表現変換の自動獲得に基づく音声認識・理解・知識獲得・検索のための音声言語処理モデルや対話的インタフェースの開発
- (2) 会議、講義や電話などの実環境下での収録音声や遠隔収録のマルチメディアデータなどを対象とした、雑音・残響・複数話者の存在に対して頑健な音声言語処理技術の開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 音声ドキュメントの検索技術の改善

ユーザが音声やテキストとして与える検索要求(クエリ)に対して、その発話区間を検出する音声検索語検出技術の開発および改善を進めている。大語彙音声認識システムによる認識誤りや未知語に対する検出漏れを軽減するため、下記(2)への応用を想定して人手による修正語フィードバックを用いた検索改善手法の開発を進めた。

#### (2) 人手支援を想定した低コストなオンライン音声字幕化(講義聴講支援)システムの改善

講義・講演の字幕化では今日の音声認識技術においても人手修正が不要なシステムを実現することが難しい。前年度に引き続き自動音声認識による字幕を低コストに半自動修正する仕組みを音声ドキュメント検索技術との組み合わせによって実現し、改善を進めた。

#### (3) 実環境向けの音声認識技術および話者認識技術

話者とマイクロフォンが離れた状況での多様な室内環境での自動音声認識や話者認識での精度改善のため、複数マイクロフォンや深層学習によって雑音残響抑圧や複数話者の混合音声からの音声分離の技術の研究を進めてきた。今年度は講義や会議でのマイクロフォンへの他者音声の回り込み音声の音声認識精度への影響を分析するとともに、注目する話者を指定した音声区間検出を含む End-to-end 型の最適化手法による音声認識精度の改善を進めた。また、背景雑音が大きい状況での音声の基本周波数推定や音声区間検出の問題に対して、前年度に引き続き深層学習のニューラルネットワークモデルを用いる方法の改良を進め、精度の改善を得た。

### 【 今後の展開 】

これまでの研究成果となる要素技術を、音声言語処理技術の実用化のための大きな課題となっている音声言語知識の自動獲得や適応化のために有機的に活用する技術開発を進める。また、近年の雑音残響下の音声処理技術を発展させ、講義室環境をはじめ、会議や電話音声などの実環境で問題となる複数話者の音声の重なりや環境適応化を考慮した技術開発に取り組む。また、利用環境の違いやユーザによる評価の観点を含めてこれらの要素技術の組み合わせを最適化する技術の研究にも力を入れる。実環境下向けの技術開発では、企業との共同研究による大規模データ収録を活用して進めていく。

### 【 国内学会発表 】

- 1) 川村智規, 甲斐 充彦, 中川 聖一, “CNN ベース識別モデルによる F0 推定と伴奏重畳歌唱音声および雑音環境下読み上げ音声における評価”, 日本音響学会 2020 年春季研究発表会講演論文集, 2-Q-17, pp. 959-962 (2020/3).
- 2) 大内一亜, 甲斐充彦, “End-to-end 音声認識における会議音声への適応および回り込み音声の影響軽減”, 電子情報通信学会技術報告, SP2019-60, pp. 59-64 (2020/3).
- 3) 川村智規, 甲斐 充彦, 中川 聖一, “CNN ベース識別モデルによる F0 推定と歌唱および読み上げ音声における評価”, 情報処理学会研究報告, Vol. 2019-SLP-130, No. 7, pp. 1-6 (2019/12).
- 4) 脇屋義也, 福井明日香, 甲斐充彦, “講義音声認識のための回り込み音声の影響分析と DNN 音声分離モデルによる改善の一検討”, 日本音響学会 2019 年秋季研究発表会講演論文集, 1-P-11, pp. 855-858 (2019/9).
- 5) 寺田侑司, 塚本皓斗, 甲斐充彦, “講演音声認識の修正語のオンライン教示による半自動的な修正手法と語彙適応の併用の効果”, 日本音響学会 2019 年秋季研究発表会講演論文集, 1-P-12, pp. 859-862 (2019/9).

## 情報技術・情報を活用したパフォーマンス向上

兼担・准教授 永吉 実武 (NAGAYOSHI Sanetake)  
情報科学専攻 (主担当：情報学部 行動情報学科及び  
大学院総合科学技術研究科 情報学専攻)  
専門分野： 経営情報システム、情報経営、イノベーション  
e-mail address: nagayoshi@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/nagayoshi-lab/>  
[https://www.inf.shizuoka.ac.jp/labs/behavior\\_detail.html?UC=nagayoshi/](https://www.inf.shizuoka.ac.jp/labs/behavior_detail.html?UC=nagayoshi/)



### 【 研究室組織 】

教 員：永吉 実武

研 究 者：Konjenbang Anand (外国人研究者)

修士課程：M2 (1名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

情報システム・情報技術・情報の活用による企業経営のパフォーマンス向上に関する実証的研究を行い、企業や社会等でその成果を還元している。

- (1) 組織的な「失敗からの学び」の成功要因に関する研究
- (2) 浜松地域のアントレプレナーシップ
- (3) 視線計測による組織知・個人知の伝承
- (4) 多次元尺度構成法を用いた組織文化の可視化
- (5) 地域次世代経営者の効果的育成法に関する研究

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 組織的な「失敗からの学び」の成功要因に関する研究

組織的な「失敗からの学び」を得意とする組織は多くはない。個人の失敗であれば、失敗を犯した当事者が反省し、注意することにより多くの同じ失敗を防止することが可能であるが、組織的な失敗の場合は、失敗を犯した当事者が反省しても、組織内の他の構成員が同じ失敗を犯してしまうことがある。これを防ぐためには、失敗の原因を作った当事者がその要因を追究し、他の組織構成員に伝達する必要がある。しかし、これには精神的負担等が大きく、実現が困難であることが多い。本研究では、組織的な「失敗からの学び」を多く実施してきている組織を題材に、失敗談を共有する対象は『組織』か『個人』なのかという観点から研究を行った。この結果、失敗談や失敗防止策に関して個人的にアドバイスを得た経験がある人は、失敗談や失敗防止策に仲間に対して個人的にアドバイスを行う傾向があるということが分かってきた。

#### (2) 浜松地域のアントレプレナーシップ

静岡県西部地域は輸送機械を中心に全国でも有数の産業集積基盤を形成している。この地域には従前から「やらまいか」精神があり、それが企業運営にも反映されていると言われている。これまでも起業家精神に満ちた多くの経営者が地域の産業を担い、世界的な産業に発展したものも見られる。また、当地域は、人口減少を続けており、必ずしも以前ほど産業が発展している状況とは言えず、新たな産業を生み出していくことが期待されている。このため、浜松地域における起業家精神は、他の地域と比較して高いのではないかと推察されるとともに期待されている。この状況を踏まえ、GEM(Global Entrepreneurship Monitor)を援用しながら、日本や諸外国の現状と対比により浜松市の起業家精神を調査したところ、浜松市は日本全国平均と比較して必ずしも高くないという調査結果を得た。しかし、本研究で用いたデータの信ぴょう性や結果については、今後、引き続き検証していく。

#### 【 今後の展開 】

双方の研究共に研究途上のプロジェクトであるため、継続的にデータ収集を行い、結果の信ぴょう性を高めるとともに、一般化を目指す。

#### 【 学術論文・著書 】

1) 田中宏和、永吉 実武、「大学を核にしたエコシステム構築事例」、日本情報経営学会誌、Vol. 39, No. 2. pp. 63-74, 2019.

#### 【 解説・特集等 】

1) 酒井雅裕、永吉実武、村田潔、「日本情報経営学会第 78 回全国大会」、『横幹』第 13 巻第 2 号、2019.

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Sanetake NAGAYOSHI, “Entrepreneurship in an Industrial City in Japan – A Study with GEM Indicators in 2019,” *The International Conference on Business, Economics and Information Technology 2020.*, Sydney, 2020.【Online】
- 2) Sanetake NAGAYOSHI, Jun NAKAMURA, “Sharing Personal Failure Story in Organization: Sharing with Individual or Organization?” *Proceedings of Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2019 IEEE International Conference, 2019. (5 頁)
- 3) Sanetake NAGAYOSHI, Jun NAKAMURA, “How does the computer based repository augment organizational memory of the failure learning activity in the Japanese company?” *Procedia Computer Science (2019), 23rd International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems*, KES2019, 4-6 September 2019, Budapest, Hungary, Elsevier, 2019. (10 頁)
- 4) Jun NAKAMURA, Sanetake NAGAYOSHI, “The pottery skills and tacit knowledge of a maser: An analysis using eye-tracking data” *Procedia Computer Science (2019), 23rd International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems*, KES2019, 4-6 September 2019, Budapest, Hungary, Elsevier, 2019. (9 頁)

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 本橋篤、永吉実武、「動画制作者の意図伝達における字幕とナレーションの効果」、令和元年度経営情報学会東海支部学生研究発表会、経営情報学会、静岡大学浜松キャンパス、2020【Online】
- 2) 太田雄飛、永吉実武、「BGM を付加することによる視聴者が動画から受ける印象の操作に関する研究—川根高校の PR 動画を題材に—」、令和元年度経営情報学会東海支部学生研究発表会、経営情報学会、静岡大学浜松キャンパス、2020【Online】【発表銅賞受賞】
- 3) ネギ ディレジ、永吉実武、「インド中小・中堅 IT 企業の地方進出に関する研究 - ゴーホー・ジャパンの事例研究」、2019 年秋季全国研究発表大会、経営情報学会、静岡大学、2019
- 4) 田中宏和、向日恒喜、赤尾嘉治、増田 靖、永吉 実武、「人間中心のイノベーション」、東海支部&人間尊重のマネジメントの心理・行動的側面研究部会、2019 年春季全国研究発表大会、経営情報学会、千葉工業大学、2019

#### 【 新聞報道等 】

1) 静岡新聞 (2020. 2. 16)

## 近赤外分光法による光生体計測

兼担・准教授 庭山 雅嗣 (NIWAYAMA Masatsugu)  
情報科学専攻 (主担当：大学院光医工学研究科光医工学共同専攻  
及び 工学部 電気電子工学科  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電気電子工学コース)  
専門分野： 光生体計測、近赤外分光法  
e-mail address: niwayama.masatsugu@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/niwayama/>



### 【 研究室組織 】

教 員：庭山 雅嗣

修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

我々は、近赤外分光法を用いた光生体計測技術の基礎から応用までの研究を行なっている。医療や生理学研究の現場でのニーズに基づいて、演算法や装置を新たに開発し、幅広く適用できるようにしながら、「正確度」と「利便性」を向上させることを主要な研究目標としている。

- (1) 超薄型小型プローブによる診断指装着式オキシメトリの開発
- (2) 脳/筋肉/胃/骨組織等の各種組織を対象とした特性計測
- (3) レーザ光 TOF 計測による生体組織散乱係数推定法

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 超小型組織オキシメータの開発と実用化

携帯性、利便性の良い近赤外分光組織酸素計測装置を企業及び浜松医大と連携して開発した。AMED 事業では腸組織、経産省サポイン事業では皮膚、文科省エコシステム事業では胃組織を対象とした実用化研究を推進し、プロトタイプ機の作成など予定通り進めることができた。AMED 事業は中間評価後引き続き継続し、試作実験など予定通り進展した。エコシステム事業は上部消化管での事業化のために、プロトタイプ開発を進め、基本となる基板部を完成させることができた。

#### (2) 小動物用 NIRS プローブの開発

ラット等の脳組織を対象とした血液動態計測を可能とする NIRS プローブを開発した。筋組織や嗅球等の誤差要因の影響を理論的に明らかにし、適切なプローブ配置などの計測条件を示した。これらの知見は、小動物を対象とした脳科学研究や薬物効果判定など多岐にわたる応用にもつながるものである。またミニブタを対象としたプローブの開発と試験を自治医科大学において実施し、有用性が確認された。

#### (3) ラインレーザを用いた血液量分布計測法の開発

顔や四肢等の皮膚組織を対象として組織血液動態を計測する手法として、ラインレーザを用いた一次元分布測定装置を開発し、その高精度化のために信号処理法や装置構成を検討した。吸収係数の推定からヘモグロビン濃度分布を算出することができ、今後表面が曲面の場合に生じる誤差などを補正できれば利便性・定量性に優れた手法になりうる。

#### 【 今後の展開 】

我々は上記のように光生体計測の基礎研究から応用・実用化まで行っており、医大と企業の協力を得て、医療機器の開発を継続している。今後いくつかの国の事業や多施設共同研究を進めるとともにそこから明らかになる問題点の工学的解決にも注力する。また、科研費の研究を含む基礎研究に関しても新たな手法開発と高精度化、利便性向上を重点的に推し進め、医学・生理学面でのニーズを意識しながら健康管理や診断に役立つ手法を確立していきたい。

#### 【 学術論文・著書 】（査読あり）

- 1) 庭山 雅嗣, "多様な生体組織を対象とした近赤外分光オキシメトリ", レーザー研究, 47(10), 594-597, 2019.10
- 2) T. Yamakawa, T. Inoue, M. Niwayama, F. Oka, H. Imoto, S. Nomura, M. Suzuki, : "Implantable Multi-modality Probe for Subdural Simultaneous Measurement of Electrophysiology, Hemodynamics, and Temperature Distribution," IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 66(11), 3204-3211, 2019.11
- 3) S. Takagi, R. Kime, T. Midorikawa, M. Niwayama, S. Sakamoto, T. Katsumura, "Differences in muscle O2 dynamics during treadmill exercise between aerobic capacity-matched overweight and normal-weight adults", Advances in Experimental Medicine and Biology, 1232, 223-229, 2020.1

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ The 41th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Orlando など 10 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 第 30 回日本医学会総会など 6 件

## マルチエージェント基盤技術と セマンティック Web 技術の高度化とその応用

兼担・准教授 福田 直樹 (FUKUTA Naoki)  
情報科学専攻 (主担当：情報学部 行動情報学科及び  
大学院総合科学技術研究科情報学専攻 情報学コース)  
専門分野： マルチエージェント、セマンティックウェブ、AI 応用  
e-mail address: fukuta@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://whitebear.cs.inf.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員：福田 直樹

修士課程：M2 (2名)、M1 (6名)

### 【 研究目標 】

我々は、先端 AI 技術をその基盤に持つマルチエージェント基礎理論・応用技術を起点として、その発展のための重要なもう1つの基盤である高度意味処理 (Semantic Technology) 技術の高度化と、それらの応用システムへの展開を可能にする基礎技術・理論開発を目的として研究を行っている。様々な社会的ニーズを深掘りする社会現象の解析支援技術としてのマルチエージェント最適化・シミュレーション技術から、そこでの動作主体である高度ソフトウェア・エージェントと外界とのやり取りの基盤である意味情報処理基盤、メカニズムデザイン技術・理論、それらを社会で運用するための合意形成にかかわる応用技術までを、幅広く研究展開している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 超大規模高度マルチエージェントシミュレーションのための高スケーラブル実行技術
- (2) 高速推論・オントロジーマッピング技術を基盤とした高度クエリ処理・近似とその応用技術
- (3) 合意形成支援や自動交渉エージェント実現のためのコア技術およびその応用技術の開発
- (4) これらの効率的実装のためのエージェント・プログラミング基盤の高度化技術の開発

### 【 主な研究成果 】

- (1) 合意形成支援や自動交渉エージェント実現のためのコア技術およびその応用技術の開発  
合意形成や納得感のある AI との共存を実現するために、エージェントソフトウェア実装基盤を開発・拡張し、実世界上とサイバースペースを含めた空間内での活動・議論サポートおよび市民共創の場面への適用に向けた考察などを行った。(人工知能学会論文誌掲載, 解説記事執筆など)
- (2) エージェント実装のためのプログラミング基盤・フレームワークの高度化技術の開発  
エージェント間の協調・交渉・学習などといった高度な振る舞いを伴った活動を行う主体間での競合状況下における機構設計について、これまでに開発したエージェントソフトウェア・シミュレーション実装基盤をさらに拡張することで、交通最適化支援や SNS・ネットワークセキュリティ対策支援問題などに適用し、その解析をあわせて行った。(IEEE/IIAI/IT2019 受賞など)
- (3) 推論近似・オントロジーマッピング技術による高速・近似クエリ変換処理技術の開発と応用  
最悪時に大きな計算負荷を伴う意味情報推論を用いた Linked Open Data へのクエリ実行手法を拡張し、異なる種類のクエリ実行への適用可能性を高める手法について、合意形成支援問題などに適用するための検討と考察を行った。(人工知能学会全国大会単著発表など)

### 【 今後の展開 】

我々は上記のように先端 AI 技術を駆使した新しい高度・大規模ソフトウェア実行制御理論・応用技術の実現と、それを通じた社会との接点の構築を目指している。当面の今後の研究展開としては、これらの技術を核とした社会応用として参画する JST CREST プロジェクト（主たる共同研究者として参画）などを通じて市民社会に貢献できる基礎技術の開発とその応用、およびそこで生じる社会の種々の問題の解明と解決に向けて、他分野の研究者とも連携して力を注いでいきたいと考えている。

### 【 学術論文・著書 】

1) 堀田 竜士, 三井 実, 伊藤 孝行, 白松 俊, 藤田 桂英, 福田 直樹, “研究者と市民の共創を生み出す研究会の提案”, 人工知能学会論文誌, Vol. 34, No. 4, 2019.

### 【 解説・特集等 】

(解説)

- 1) 福田直樹, 福島 俊一, 伊藤 孝行, 谷口 忠大, 横尾 真, “複雑化社会における意思決定・合意形成のための AI 技術”, 人工知能学会誌, Vol. 34, No. 6, pp. 863—869, 2019.
- 2) 白松 俊, 伊藤孝行, 福田直樹, 堀田竜士, 三井 実, 藤田桂英, “市民共創知研究会(CCI)——地域課題に立ち向かう知を AI 研究者と市民が共創する場——”, 人工知能学会誌, Vol. 34, No. 5, pp. 616—621, 2019.
- 3) 川村 秀憲, 大知 正直, 清 雄一, 福田直樹, 横山 想一郎, “2050 年の知能システム”, 情報処理, Vol. 61, No. 5, pp. 482—483, 2020. (印刷中)

### 【 国際会議発表件数 】

・ K. Sugiyama, and N. Fukuta, "A Multiagent Learning Approach for Distributed Control of Address Randomization in Communication Destination Anonymization", Proc. of IEEE/IIAI International Congress on Applied Information Technology (IEEE/IIAI AIT2019), 2019 他, 合計 4 件

### 【 国内学会発表件数 】

・ 人工知能学会 全国大会、電子情報通信学会人工知能と知識処理研究会、情報処理学会 知能システム研究会など 14 件

### 【 招待講演件数 】

1) IEEE/IIAI International Congress on Applied Information Technology (IEEE/IIAI AIT2019), Yogyakarta, Indonesia. (2019.11.4)

### 【 受賞・表彰 】

・ (Outstanding Paper Award: 優秀論文賞) K. Sugiyama, and N. Fukuta, "A Multiagent Learning Approach for Distributed Control of Address Randomization in Communication Destination Anonymization", Proc. of IEEE/IIAI International Congress on Applied Information Technology (IEEE/IIAI AIT2019), 2019.

・ Distinguished Reviewer, The 18th International Semantic Web Conference (ISWC2019)

・ その他, 国際会議 18th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS2019), the 28th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI2019), 4th IEEE International Conference on Agents (ICA2019), The 18th International Semantic Web Conference (ISWC2019), The Thirty-Fourth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI2020) などのプログラム委員, 電子情報通信学会 人工知能と知識処理研究専門委員会委員長, 人工知能学会 市民共創知研究会主幹事, 情報処理学会知能システム研究会幹事, 国際論文誌 New Generation Computing 編集委員などを担当。

## ヒトの生理機能の計測・解析

兼担・講師 沖田 善光 (OKITA Yoshimitsu)  
情報科学専攻 (主担当：工学部 電気電子工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電気電子工学コース)  
専門分野： 生体医工学、生理人類学  
e-mail address: okita.yoshimitsu@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員：沖田 善光  
修士課程：M2 (2名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

当研究室では、ヒトの生理機能に関する計測システムの構築から解析ソフトの開発まで行い、現在、その計測・解析システムを用いて機能性食品などのヒトによる生理機能の評価研究を行っている。今後、あらゆる産業(例えば、ストレスを低減するための装置の開発等)から医学診断の広い範囲にわたり応用できるヒトの計測・解析システムの開発研究を進める。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 機能性食品によるヒトの生理機能の計測・解析システムに関する基礎的研究
- (2) 機能性食品によるヒトのストレス計測・解析に関する研究
- (3) 脳のワーキングメモリーに関する基礎的研究
- (4) 疲労からくるストレス計測・解析に関する研究

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 複数人による自律神経系活動の簡易同時計測システムの開発

近年の自律神経活動の計測機器には、主に簡易な単一チャンネルによる心電図、脈波による方法が用いられており、個人をベースにした応用研究に焦点が当てられている。これらの多くの計測機器は、長時間にわたる心電図波形・脈波波形の全波形の記録の対応が無く、かつスマートフォンなどの機器が必要とする場合もある。さらにこれらの計測機器のサンプリング周波数が低い場合が多く、正確に心拍変動性解析(R-R間隔)を実施する上で必要とする1kHzサンプリングに対応していない問題がある。本研究では、複数人の多チャンネル生体信号からの自律神経系活動の簡易同時計測システムを開発する。本計測システムは、心電図センサ、脈波センサ(2ch)、加速度センサ(X, Y, Zの3ch)ならびにArduino・Raspberry Pi 機器から構成した。さらに本計測システムを用いて同一環境内で孤食中および共食中のお粥摂取前後の心電図、脈波の自律神経活動の変化について調べた。

その結果、新しく開発した複数人の多チャンネル生体信号からの自律神経系活動の簡易同時計測システムは、同一環境内で孤食中および共食中のお粥の実験より摂取前・中・後で一拍毎の心電図・脈波の波形成分を正確にリアルタイムで記録しており、次にHRVの信号解析及び心電図と脈波からのPTTの信号解析をスムーズに実行することが可能であった。

#### 【 今後の展開 】

当研究室では、上記のようにヒトの生理機能の計測・解析ソフトの開発を行い、新しい分子生物学的な測定手法を取り入れて、機能性食品によるヒトのミクロな生理機能(リン脂質、DNA レベルの損傷、抗酸化作用の測定等)とマクロな生理機能(中枢神経系・自律神経系の測定などによる脳波、心拍変動性、脈波伝播時間、血圧等)を統合して評価できる研究を目指している。当面の今後の研究展開としては、固相酵素免疫検定法 (ELISA 法: Enzyme-linked immuno-sorbent assay) などの測定方法及びヒトの SNPs による分析方法を組み合わせるリアルタイムにヒトの生理機能の計測・解析を行う計画である。

#### 【 国際会議発表件数 】

1) A simple system for ambulatory monitoring of autonomic nerve activity and its application, (A.Yoshino, K.Kojima, K.Ohara, Y.Okita, H.Nakamura), The 24<sup>th</sup> Shizuoka Forum on Health and Longevity 2019, Shizuoka, Japan, p.130 (2019-11-9 to 2019-11-10)

#### 【 国内学会発表件数 】

・ 日本栄養・食糧学会など 3 件

#### 【 受賞・表彰 】

・ 第 24 回 静岡健康・長寿学術フォーラム ポスター発表賞 (2019 年 11 月)

## 気づきを促す情報インタラクション

兼任・講師 山本 祐輔 (YAMAMOTO Yusuke)  
情報科学専攻 (主担当：情報学部 行動情報学科及び  
大学院総合科学技術研究科情報学専攻 情報学コース)  
専門分野： 情報検索、HCI  
e-mail address: yamamoto@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://hontolab.org/>  
<https://design.inf.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員：山本 祐輔

修士課程：M2 (2名)、M1 (4名)

### 【 研究目標 】

Slow Informatics というコンセプトのもと、情報技術による自動化・効率化が進む社会において、人々に気づきを与え、じっくりと情報処理を行う機会を提供する情報インタラクション技術や方法論について研究開発を行っている。具体的には、以下のテーマに取り組んでいる。

- ・先入観に囚われない、注意深い情報探索
- ・クリエイティブな作業・知識獲得活動を刺激する情報インタラクション
- ・じっくりとした活動を行うための精神的健康の促進

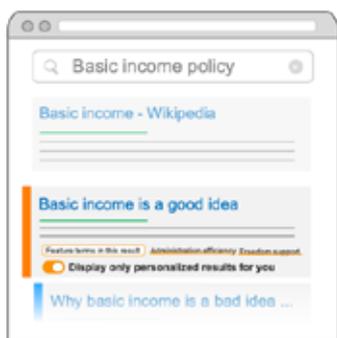
### 【 主な研究成果 】

#### (1) 言葉を濁した表現に警告を促すウェブブラウザ Weasel Finder の開発

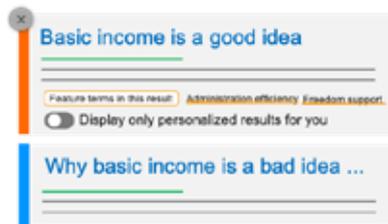


誰が言ったか分からないが、さも一般的な事実のように書かれている文章には注意を払う必要がある。そこで、ウェブページを見ているときに、機械学習技術を駆使して言葉を濁した表現を自動検出し、読み手に注意を促す Weasel Finder (いたち表現ファインダー) を開発した。不正確なウェブ情報の取得を防ぐには、ユーザがウェブコンテンツ中の誤った情報や紛らわしい情報の存在を認識し、注意深いウェブ探索の必要性を認識することも重要である。Weasel Finder は、言葉を濁した表現をハイライトすることで、注意深いウェブ探索を促進する。

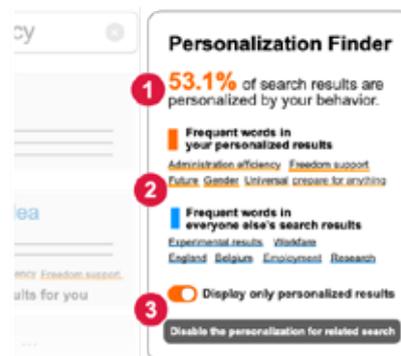
#### (2) 検索結果の隠れた個人最適化を顕在化させる PERSONALIZATION FINDER



(a) Highlighting of personalized search results on SERPs.



(b) Disclose of Web search results hidden by the personalization.



(c) Providing various functions to grasp the personalization effect on a side bar.

ウェブ検索結果ランキングにおいて、ユーザに最適化された検索結果とそうでない検索結果を可視化することで、フィルターバブルの影響を低減させるシステム PERSONALIZATION FINDER を開発した。既存のウェブ検索エンジンは、特に政治や経済のトピックでは個人の好みにあわ

せて提示される検索結果が調整されている。政治・経済トピックは先入観をなくして情報を閲覧しなければ、偏った意見を助長する恐れがある。PERSONALIZATION FINDERによって、批判的な情報閲覧行動が促進されることが期待される。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Yusuke Yamamoto and Takehiro Yamamoto, “Personalization Finder: A Search Interface for Identifying and Self-controlling Web Search Personalization”, Proceedings of the 20th ACM/IEEE on Joint Conference on Digital Libraries (JCDL 2020), August 2020.
- 2) 山本岳洋, 山本祐輔, 藤田澄男, 「信頼できる情報獲得に対する心がけとウェブ検索行動の分析」, 情報処理学会論文誌: データベース (TOD85), April 2020.
- 3) Suppanut Pothirattanachaiikul, Takehiro Yamamoto, Yusuke Yamamoto and Masatoshi Yoshikawa: Analyzing the Effects of Document's Opinion and Credibility on Search Behaviors and Belief Dynamics, Proceedings of the 28th ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2019), Beijing, China, November 2019.
- 4) Fumiaki Saito, Yoshiyuki Shoji and Yusuke Yamamoto: Highlighting Weasel Sentences for Promoting Critical Information Seeking on the Web Proceedings of the 20th International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE 2019), pp.1-15, Hong Kong, China, November 2019.
- 5) Rabin Maharjan, Koichi Shiraishi, Takehiro Yamamoto, Yusuke Yamamoto and Hiroaki Ohshima: Development of IoT Monitoring Device and Prediction of Daily Life Behavior, Proceedings of the 21st International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS2019), December 2019.
- 6) Hiroo Umeda and Yusuke Yamamoto: Query Recommendation to Draw a Laugh from Web Searchers, Proceedings of the 21st International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS2019), December 2019.
- 7) Yusuke Nakano, Hiroaki Ohshima and Yusuke Yamamoto: Film Genre Prediction Based on Film Content and Screenplay Structure, Proceedings of the 21st International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS2019), December 2019 (short paper).

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Yusuke Yamamoto and Takehiro Yamamoto, “Personalization Finder: A Search Interface for Identifying and Self-controlling Web Search Personalization”, Proceedings of the 20th ACM/IEEE on Joint Conference on Digital Libraries (JCDL 2020), August 2020.
- 2) Suppanut Pothirattanachaiikul, Takehiro Yamamoto, Yusuke Yamamoto and Masatoshi Yoshikawa: Analyzing the Effects of Document's Opinion and Credibility on Search Behaviors and Belief Dynamics, Proceedings of the 28th ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2019), Beijing, China, November 2019.
- 3) Fumiaki Saito, Yoshiyuki Shoji and Yusuke Yamamoto: Highlighting Weasel Sentences for Promoting Critical Information Seeking on the Web Proceedings of the 20th International Conference on Web Information Systems Engineering (WISE 2019), pp.1-15, Hong Kong, China, November 2019.
- 4) Rabin Maharjan, Koichi Shiraishi, Takehiro Yamamoto, Yusuke Yamamoto and Hiroaki Ohshima: Development of IoT Monitoring Device and Prediction of Daily Life Behavior, Proceedings of the 21st International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS2019), December 2019. ほかに2件

#### 【 国内学会発表件数 】

・情報処理学会など9件

#### 【 受賞・表彰 】

・情報処理学会論文誌(TOD80, Vol.12, No.1)に採択された「批判的なウェブ検索を促進するクエリプライミング」が評価され、WebDB フォーラム 2019にて最優秀論文賞を授賞した。

## 身体・運動・脳・認知の相互作用の解明

兼任・助教 板口 典弘 (ITAGUCHI Yoshihiro)  
情報科学専攻 (主担当: 情報学部 情報科学科及び  
大学院総合科学技術研究科情報学先行 情報学コース)  
専門分野: 実験心理学・認知神経心理学・運動計算論  
e-mail address: itaguchi-y@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://sites.google.com/site/yoshihiroitaguchi/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 板口 典弘

### 【 研究目標 】

健常者/患者さんの身体・運動・認知の相互作用に関する脳機能について、心理学実験・身体動作解析・生理学的計測を組み合わせて検討しています。応用的側面としては、神経心理学的症状(脳損傷による機能障害)のメカニズムの解明およびリハビリ方法の開発を視野に入れていきます。

- (1) 上肢の感覚運動機能
- (2) 認知と運動の相互作用
- (3) 身体の道具性
- (4) 言語・上肢運動に関する高次脳機能障害
- (5) 機械学習を用いた認知症患者・高齢者の意味構造解析

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 空書の視覚フィードバックが言語課題に与える影響を解明

空書と呼ばれる指による自発的書字運動において、運動感覚フィードバックではなく視覚フィードバックこそが認知処理を促進する重要な役割を担っていることを明らかにした。この知見は、健常若年者において明らかにされてきたが、今回新たに高齢者に対する実験的検討においても実証された。また、感覚失語をもつ卒中患者に対する症例検討によってもこの仮説は支持されている。

#### (2) 視覚刺激による運動実行への自動的影響の高い順応性を明らかに

私たちは、網膜から受け取る視覚情報に応じて、自在に身体を動かすことができる。しかしながら、この視覚・運動の対応関係は、生まれてから現在まで、長年かけて獲得してきたものであり、生得的に与えられていたわけではない。本研究では、その長期間かけて獲得された視覚と運動の対応関係が、無意識的なレベルにおいても簡単に上書きされてしまうことを、実験的に明らかにした。この知見は、私たちの視覚と身体運動の対応関係は一意に決定されているわけではなく、状況に応じ適応的に変容していく性質を持つものであることを示唆する。

### 【 今後の展開 】

本研究室では、身体・運動・認知の相互作用について、脳機能的観点から検討している。今後は、TMS(経頭蓋磁気刺激)や筋電図等の生理学的手法とバーチャルリアリティ(VR)技術を統合させ、運動学的な側面からヒトを考察していく。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Itaguchi Y., Yamada C., and Fukuzawa K. (2019) Writing in the air: facilitative effects of finger writing in older adults. *PLOS ONE*, 14(12): e0226832.
- 2) 板口典弘・森真由子・内山由美子・吉澤浩志・小池康晴・福澤一吉 (2019) 書字障害の定量的

評価：タブレットを用いた位置と時間の解析. *高次脳機能研究*, 39(4), 436-443.

- 3) 板口典弘. (2019) 神経心理学と統計, 統計的仮説検定における効果量と検出力の問題. *認知リハビリテーション*, 24(1), 2-9.
- 4) Yamada C., Itaguchi Y., and Fukuzawa K. (2019) Effects of the amount of practice and time interval between practice sessions on the retention of internal models. *PLOS ONE*, 14(4): e0215331.
- 5) Itaguchi Y. and Fukuzawa K. (2019) Adaptive changes in automatic motor responses based on acquired visuomotor correspondence. *Experimental Brain Research*, 237(1), 147-159.

**【 国際会議発表件数 】**

- 1) Itaguchi Y., Yoshioka D., Miyazaki M. (2019) Stimulus onset synchrony and automatic modulation of motor response induced by a visual distractor. Society for Neuroscience 2019. Chicago, USA, Oct, 2019.
- 2) Itaguchi Y. (2019) The proficiency and strategy in tool-use grasping. The 29th Annual Meeting of Society for the Neural Control of Movement, Toyama, Japan, Apr, 2019.

ほか 10 件

**【 国内学会発表件数 】**

- 1) 板口典弘, 松村朋花. (2019) VR 環境における到達把持運動において視覚・触覚 FB が与える影響の検討. 日本基礎心理学会第 38 回大会, 神戸, 2019 年 11 月. (ポスター発表)
- 2) 平田輝, 山田千晴, 板口典弘, 桂誠一郎, 吉澤浩志, 福澤一吉. (2019) 左右対称運動の動作方法が自己主体感や身体所有感に与える影響. 第 43 回日本高次脳機能障害学会学術総会, 仙台, 2019 年 11 月. (ポスター発表)

ほか 19 件

**【 招待講演件数 】**

- 1) 臨床研究に役立つ統計デザイン. 十勝リハビリテーションセンター, 帯広, 2020 年 2 月
- 2) リハビリに活かす研究デザイン法, 北海道医療大学サテライトキャンパス, 札幌, 2020 年 2 月
- 3) Finger writing movement and language processing in Kanji-culture individuals. Symposium Radial Embodied Cognition, East and West, Tokyo, Aug, 2019.

**【 受賞・表彰 】**

- 1) 情報学シンポジウム 2019 優秀賞 (共著) 2019 年 12 月
- 2) WiNF2019 (Workshop on Informatics) 奨励賞 (共著) 2019 年 11 月

## (4) ナノマテリアル部門

部門長 間瀬 暢之

### 1. 部門の目標・活動方針

ナノマテリアル部門は19名の教員から構成されている。ナノマテリアルの研究分野は分野融合・領域横断の要素が強く、研究対象は大別すると有機・無機材料となる。詳しく見ると、強誘電体、磁性体、セラミックス、高分子材料あるいは生体物質など、きわめて幅広い物質が研究対象である。これらの材料を構成する物質の分子・原子レベルでの配列と構造を制御し、材料開発と機能開発を、実験的・理論的に行うことが部門としての目標である。

本部門では、ナノマテリアルをベースとして、(1) ナノ構造を有する微粒子、薄膜、クラスター材料などの機能性材料、金属材料、有機材料及び複合材料の微細構造と機能の高度発現と機能制御、ナノ構造高分子材料の界面の物理的解析などの研究、(2) 光電変換材料、エネルギー変換素子の情報機器への応用および計算による理論的解析、(3) 超伝導材料、発光デバイス材料の開発、(4) 医療用高機能微小機器、生体画像技術、生体関連材料あるいは医療材料など、基礎から応用に関する広い範囲の研究を行っている。

### 2. 教員名と主なテーマ(◎はコア教員)

◎間瀬 暢之：グリーンケミストリーとプロセス化学に基づいた有機化学における反応・合成手法の開発と応用

- ・喜多隆介：酸化物超伝導材料のナノエンジニアリング
- ・久保野敦史：有機低分子・高分子凝集体の構造と物性
- ・近藤 淳：表面波を用いたセンサ・アクチュエータの研究
- ・昆野昭則：有機-無機ハイブリッド太陽電池の高性能化
- ・鈴木久男：ナノマテリアルのケミカルプロセッシング
- ・田坂 茂：高分子材料の表面・界面での新たな構造発現
- ・立岡浩一：シリサイド系半導体とナノ構造材料プロセス
- ・平川和貴：光化学の医学および生命科学への応用
- ・符 徳勝：新規機能性酸化物の開発
- ・藤間信久：ナノ物質の原子構造・物性の第一原理計算
- ・脇谷尚樹：気相法による機能性セラミックス薄膜の創成
- ・奥谷昌之：光機能性酸化物薄膜の形成と応用
- ・田中康隆：リチウムイオン二次電池の有機電解質合成
- ・富田靖正：無機機能性材料開発・二次電池への応用
- ・中村篤志：複合酸化物・ナノカーボン材料応用
- ・鳴海哲夫：創薬を指向したケミカルバイオロジー研究
- ・松田靖弘：溶液中およびゲル中の高分子の構造解析
- ・モラル ダニエル：Si ナノ構造を用いたドーパント原子デバイス

### 3. 部門の活動

#### (1) 主な研究成果

ナノマテリアル部門所属教員の2019年度の主な研究成果を以下に記す。詳細は各教員の報告を参照。

- ① Yasuhiro Matsuda et al. “Elevation of the flow temperature of gels formed by nano fibers of Poly(Llactic acid) by surface crystallization induced by block copolymers” *Polymer*, 181, 121768 (2019.10).
- ② D. Moraru et al. “Single-charge band-to-band tunneling via multiple-dopant clusters in nanoscale Si Esaki diodes”, *Applied Physics Letters*, 114/24, 243502\_1-5 (2019.6).
- ③ Kazutaka Hirakawa et al. “Controlled Photodynamic Action of Axial Fluorinated DiethoxyP(V)tetrakis(p-methoxyphenyl)porphyrin through Self-aggregation”, *Chemical Research in Toxicology*, 32/8, 1638-1645 (2019.8).
- ④ Naoki Wakiya et al. “Superparamagnetic magnesium ferrite/silica core-shell nanospheres: A controllable SiO<sub>2</sub> coating process for potential magnetic hyperthermia application”, *Advanced Powder Technology*, 30, 3171-3181 (2019.10).
- ⑤ Mase, N. et al. “Epimerization-suppressed organocatalytic synthesis of poly-l-lactide in supercritical carbon dioxide under plasticizing conditions” *Tetrahedron Letters*, 60/34, 150987 (2019.8)
- ⑥ Atsushi Nakamura et al. “An actuator-sensor hybrid device of carbon-based polymer composite for self-sensing systems”, *AIP Advances* (2019.5).
- ⑦ Atsushi Kubono et al. “Electrical properties of crosslinking aliphatic polyurea thin films prepared by Vapor Deposition Polymerization”, *Japanese Journal of Applied Physics*, 59/3, 036502- (2020.2).

#### (2) 招待講演

- ① Kazutaka Hirakawa, “Relaxation of S<sub>2</sub> Excited meso-Phenanthrylporphyrin Zinc Complex” International Conference on Photocatalysis and Photoenergy 2019 (2019.5.23).
- ② Tetsuo Narumi, “Amide-to-Alkene Isosteric Switch Strategy: Peptidomimetic Synthesis and Their Application to Study on Amyloid Fibril Formation” 第23回韓国ペプチドタンパク質学会シンポジウム (2019.7.1).
- ③ Jun Kondoh, Hikaru Sakata, Teguh Handoyo, “Integration of localized surface plasmon resonance and electrochemical sensors on interdigital electrode for liquid environmental monitoring”, The 18th International Conference on Global Research and Education for Engineering for Sustainable future, Inter-Academia 2019 (2019.9.4).
- ④ 符 徳勝, “On the size effects in BaTiO<sub>3</sub> ceramics”, The 11th China and Japan Symposium on Ferroelectric Materials and Their Applications (2019.9.23).
- ⑤ D. Moraru, “Control and Observation of Single-electron Tunneling via Dopants in Si Nanoscale Devices”, The 1st International Symposium on Single Atom Electronics (2019.10.13).

## グリーンケミストリーとプロセス化学に基づいた有機化学における反応・合成手法の開発と応用

兼担・教授 間瀬 暢之 (MASE Nobuyuki)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：グリーン科学技術研究所  
グリーンエネルギー研究部門)  
(副担当：工学部 化学バイオ工学科及び大学院総合科学技術研究科)  
専門分野： 有機化学、グリーンケミストリー、プロセス化学  
e-mail address: mase.nobuyuki@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wwp.shizuoka.ac.jp/mase/>

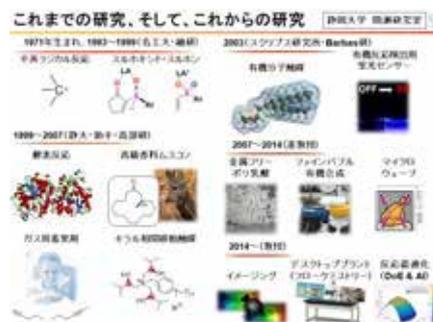


### 【 研究室組織 】

教 員：間瀬 暢之、佐藤 浩平 (工学部助教)  
博士課程：Hoque Mohammed Jabedul (創造科技学院 D3)  
修士課程：M2 (3名)、M1 (2名)  
学 部 生：B4 (3名)

### 【 研究目標 】

豊かな生活を持続する上でグリーンサステイナブルケミストリー概念、すなわち「物質を設計し、合成し、応用するときに有害物を使わない／出さない化学」が不可欠であることは言うまでもありません。しかし、その概念を具現化するには、物質の製造法に焦点を当てたプロセス化学の実践が重要になります。例えば、物質合成において「 $A (1 \text{ mol}) + B (1 \text{ mol}) \rightarrow C (1 \text{ mol})$ 」となる反応は限られており、実際の合成では過剰な試薬／副生成物／共生生成物など多種多様な副産物が生成します。特に生理活性分子や機能性物質の合成において汎用される直線型合成では、大量の副産物を生じ、その廃棄は常に問題となります。そのため優れた工業的合成法を確立することをゴールとするプロセス化学が必要であり、基礎研究の段階から取り入れることが21世紀型のモノづくりにつながります。以上の背景より、私はグリーンサステイナブルケミストリーとプロセス化学に基づいた有機化学における反応／合成手法の開発と応用について研究しており、有機化学と学生さんの力によって解決困難な課題を克服することを目指しています。



### 【 主な研究成果 】

- (1) ファインバブル (FB) を用いた新規有機合成手法の開発  
～ 発想の転換による常圧気相-液相反応 ～
- (2) 連続フロー合成によるファインケミカルズ合成  
～ 研究室におけるデスクトッププラントの構築 ～
- (3) 超臨界 CO<sub>2</sub> と有機触媒によるポリ乳酸の高純度合成技術  
～ 安全性と反応性を両立する合成手法の開発 ～
- (4) 有機触媒による環境調和型物質合成  
～ 水中でも不斉有機合成反応を実現する触媒 ～

### 【 今後の展開 】

日本では化成品・石油製品・製薬・農薬・香料などの化学産業が古くから発展している。しかしながら、日本の化学産業が生き残りをかけていくために、クリーンで安全な環境調和型合成プロセスへシフトしていくことが強く望まれている。そのためには、既存の技術を踏まえた新規な技術・方法論が必要となる。これまで私はグリーンケミストリー、プロセス化学、触媒化学の力を結集することにより、有機化学における反応・合成手法の開発と応用を研究してきた。本研究結果が化学産業の持続的発展に貢献できることを信じ、今後も研究を続ける。

【 学術論文・著書 】

- 1) Vámosi, P.; Matsuo, K.; Masuda, T.; Sato, K.; Narumi, T.; Takeda, K.; Mase, N. "Rapid Optimization of Reaction Conditions Based on Comprehensive Reaction Analysis Using a Continuous Flow Microwave Reactor" *The Chemical Record* **2019**, *19* (1), 77-84.
- 2) Uddin, M. N.; Siddique, Z. A.; Mase, N.; Uzzaman, M.; Shumi, W. "Oxotitanium(IV) complexes of some bis-unsymmetric Schiff bases: Synthesis, structural elucidation and biomedical applications" *Applied Organometallic Chemistry* **2019**, e4876.
- 3) Takeda, K.; Yanagi, N.; Nonaka, K.; Mase, N. "Estimation of Outlet Temperature of a Flow Reactor Heated by Microwave Irradiation" *The Chemical Record* **2019**, *19* (1), 140-145.
- 4) Mase, N.; Moniruzzaman; Yamamoto, S.; Sato, K.; Narumi, T.; Yanai, H. "Epimerization-suppressed organocatalytic synthesis of poly-L-lactide in supercritical carbon dioxide under plasticizing conditions" *Tetrahedron Letters* **2019**, *60* (34), 150987.
- 5) Ide, R.; Kyan, R.; Le, T. P.; Kitagawa, Y.; Sato, K.; Mase, N.; Narumi, T. "Chemoselective Umpolung of Enals for Asymmetric Homoenoate Cross-Annulation of Enals and Aldehydes Catalyzed by N-Heterocyclic Carbene" *Organic Letters* **2019**, *21* (22), 9119-9123.
- 6) Mase, N.; Sato, K. In *Green Science and Technology*; Chapter 5, Catalytic Green Organic Synthesis in Unique Reaction Environments; Park, E. Y., Saito, T., Kawagishi, H., Hara, M., Eds.; CRC Press, 2019, pp 65-82.
- 7) 間瀬暢之 In *化学プロセスのスケールアップ、連続化*; 第8章 フロー合成によるプロセスの連続化技術; 3節 フロー型マイクロ波装置を用いた実験計画法に基づく反応条件の迅速最適化; 技術情報協会, 2019.

【 解説・特集等 】

- 1) 間瀬暢之・武田和宏・佐藤浩平, "マイクロ波グリーン有機化学: デスクトッププラントを指して" *ケミカルエンジニアリング* **2019**, *64* (6), 395-402.

【 国際会議発表件数 】 5 件

【 国内学会発表件数 】 13 件

【 招待講演件数 】

- 1) 間瀬暢之「デスクトッププラントの開発: フロー型マイクロ波合成装置と機械学習による条件最適化」第402回生存圏シンポジウム、京都大学生存圏研究所、2019/12/18
- 2) 間瀬暢之「ファインバブル有機合成: 10年経って、何ができるようになったか?」第9回CSJ化学フェスタ2019「泡は小粒でもぴりりと辛い ~用途広がるファインバブルの世界~」、タワーホール船堀(東京都江戸川区)、D1-09、2019/10/15
- 3) 間瀬暢之「化学工学的データ解析による有機反応最適化: 合成屋と解析屋のコラボレーション」「AIと有機合成化学」研究部会-第3回勉強会、中央大学、2019/6/21
- 4) 間瀬暢之「特殊反応場における連続合成: マイクロウェーブ・ファインバブル・フロー手法の融合」新学術領域研究「反応集積化が導く中分子戦略: 高次生物機能分子の創製」第8回成果報告会、A03-4、京都大学桂キャンパス、2019/6/1

【 新聞報道等 】 1 件

【 受賞・表彰 】

- 1) GSC ポスター賞 (指導学生 松尾圭哉) JACI 公益社団法人新化学技術推進協会

## 酸化物超伝導材料のナノエンジニアリング

兼任・教授 喜多 隆介 (KITA Ryusuke)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：工学部 電気電子工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電気電子工学コース)  
専門分野： 酸化物超伝導材料、薄膜作製プロセス  
e-mail address: kita.ryusuke@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://www.shizuoka.ac.jp/kitaken/>



### 【 研究室組織 】

教 員：喜多 隆介

修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

我々は、電力輸送、エネルギー利用、医療分野、環境分野等への酸化物高温超伝導材料の応用を目的として、ナノ構造を制御することにより高品質の超伝導薄膜を形成するプロセスの研究を行っている。高機能化・低コスト化を目的とした薄膜作製プロセスの研究以外にも、新規人工エピニングセンター材料の探索などの研究を展開している。現在の研究目標を以下に列記する。

- (1) ナノ構造を導入した高機能高温超伝導薄膜材料の開発
- (2) 化学溶液塗布法を用いた低コスト超伝導薄膜作製プロセスの開発
- (3) ナノ構造形成に適した新規人工エピニングセンター材料の探索
- (4) 超伝導薄膜材料および形成プロセスの最適化

### 【 主な研究成果 】

#### (1) ナノ構造を導入した高機能高温超伝導薄膜材料の開発

ナノサイズで導入した人工エピニングセンターBaHfO<sub>3</sub>に捕捉された量子磁束の振る舞いについて研究を進めた(学術論文1)。

#### (2) 化学溶液塗布法を用いた低コスト超伝導薄膜作製プロセスの開発

フッ素フリーMOD法を用いた酸化物超伝導薄膜形成において液相をアシストとして用いた新規プロセスにより超伝導薄膜の厚膜化及び高特性化を達成した(学術論文2、2019秋季応用物理学会発表)。

#### (3) 新規人工エピニングセンター材料の探索

高特性ピニング材料であるCe及びHfがMOD用人工ピン材料として優れた特性を持つことを明らかにした(第31回ISS、第26回ICMT及び2019秋季応用物理学会発表)。

#### (4) 超伝導薄膜材料および形成プロセスの最適化

超低酸素分圧フッ素フリーMOD法を用いた酸化物超伝導薄膜形成において共ドーピングの効果、新規LPA法及び希土類混晶化効果について明らかにした(2019秋季応用物理学会発表)。

#### 【 今後の展開 】

高温超伝導材料の電力輸送用線材・強磁場発生材料への応用を目指し、ナノ構造や結晶化条件を制御することにより高品質の超伝導薄膜を開発すること、およびフッ素フリーMOD法を用いた低コストで高品質の超伝導薄膜の量産化技術開発、および新規超伝導薄膜の高特性化・厚膜化プロセスの開発に注力する。また、超伝導材料に限らず、幅広く酸化物材料のナノ構造制御や酸化物薄膜の応用に本技術を適用して、高機能酸化物デバイスの創出にも展開していきたいと考えている。

#### 【 学術論文・著書等 】

- 1) 成膜温度を変化させて作製した  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}+\text{BaHfO}_3$  薄膜の磁束ピンニング特性、堀出朋哉、鳥越健太、喜多隆介、中村 亮太、石丸学、淡路智、松本 要、日本金属学会誌 83 巻 9 号 (2019) 320-326.
- 2) Improvement of  $J_c$  properties for Hf and La co-doped Gd123 films fabricated by fluorine-free MOD method, J. Fukui, O. Miura, R. Kita, IEEE Trans. on Appl. Supercon. 29(2019) 052601-052605.

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Improvement of  $J_c$  properties for Hf and La co-doped Gd123 films fabricated by fluorine-free MOD method, J. Fukui, R. Kita, O. Miura (2019 年 9 月 22 日、26th International Conference on Magnet Technology, Vancouver, Canada)
- 2) Improvement of critical current densities for Ce, Hf doped Gd123 thin film fabricated by fluorine-free MOD method, T. Hatano, J. Fukui, R. Kita, O. Miura (2019 年 12 月 18 日、ISS2019、京都、みやこメッセ)

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 液相アシスト MOD 法を用いた超伝導薄膜成長における混晶化効果、鈴木琢真、喜多隆介、福井 盛一郎、三浦大介 (2019 年秋季第 80 回応用物理学会学術講演会、2019 年 9 月 19 日、北海道大学)
- 2) FF - MOD 法による Gd 系超伝導薄膜作製における Eu, Ho, Dy 混晶化効果、横井宏太、喜多隆介、福井 盛一郎、三浦大介 (2019 年秋季第 80 回応用物理学会学術講演会、2019 年 9 月 19 日、北海道大学)
- 3) フッ素フリーMOD-REBCO 膜作製における Zr 及び RE 共添加効果、杉浦吉将、喜多隆介、福井 盛一郎、三浦大介 (2019 年秋季第 80 回応用物理学会学術講演会、2019 年 9 月 19 日、北海道大学)
- 4)  $\text{Ba}_2\text{YbNbO}_6$  および  $\text{Ba}_2\text{LuNbO}_6$  ナノロッドを導入した YBCO 膜の磁束ピンニング特性、吉田 悠雅、堀出 朋哉、喜多 隆介、松本 要 (第 67 回応用物理学会春季学術講演会、2020 年 3 月 19 日、上智大学)

## 表面波を用いたセンサ・アクチュエータの研究

兼担・教授 近藤 淳 (KONDOH Jun)  
光・ナノ物質機能専攻(主担当：工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野： 表面波動エレクトロニクス、超音波工学、センサ工学  
e-mail address: kondoh.jun@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/kondoh-lab/>



### 【 研究室組織 】

教 員：近藤 淳

博士課程：Teguh Handoyo (創造科技院 D3)、叶 浩司(創造科技院 D2)、Teguh Firmansyah Talam (創造科技院 D1)

修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

我々の研究室では「新しいイノベーションを創造し、その研究成果の社会への還元すること」を目的とし、これを実現するために「1. 研究成果の実用化、2. 新しい機能素子の開発」を目標として研究活動を行っている。1はこれまで得られた成果の実用化であり、現在の研究テーマでは弾性表面波(SAW)センサを用いた液体の濃度計測法の開発が相当する。2はこれまでに研究室で培われてきた様々な技術を基に新しい機能素子を開発することである。具体的には、一つの基板上に液滴搬送・混合・温度制御・計測を集積化したマイクロ流体システム、局在表面プラズモンセンサ、ワイヤレス弾性表面波センサおよび電界と弾性波の相互作用の研究である。

### 【 主な研究成果 】

- (1) 貴金属微粒子作成に急冷法を適用し、その最適条件を実験的に見いだした。これにより、微小電極や SAW センサなど他のセンサ上に微粒子を作成する際のセンサ特性劣化を防ぐことが可能となった。
- (2) 液体/板/液体に対する Rayleigh-Lamb の式を用いた解析と液体中への縦波放射角度測定から推測した弾性波伝搬速度の比較により、我々が提案している使い捨て可能なガラス/液体/圧電結晶構造を用いたデジタル式マイクロ流体システムを伝搬する弾性波モードを明らかにすることができた。
- (3) 大型構造物ヘルスマonitoringのためのインピーダンス負荷 SAW センサ応答評価に Wavelet 解析を導入し、その有効性を確認できた。また、有限要素法と実験の比較のために新しい指標を導入することができた。
- (4) パッシブ・ワイヤレス SAW センサの質量負荷効果に基づく素子認識法を提案し、摂動法並びに実験により有効性を確認することができた。(特許出願済)
- (5) SAW による液滴搬送のための新しい表面処理方法を導入した。また、2つの液滴を衝突させたときの混合の仕方が液体の粘度により大きく異なることを実験的に見いだした。

**【 学術論文・著書 】**

- 1) S. D. Barskou, J. Kondoh, S. A. Kakhomov, “Features of electro-induced periodical structures in LiTaO<sub>3</sub> single crystal and their interaction with surface acoustic wave,” *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2019, 9020637 (2019).
- 2) H. Sano, J. Kondoh, “A study of interaction surface acoustic wave with localized surface plasmon resonance,” *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 58, No. SG, SGGA02 (2019).
- 3) 近藤淳, 工藤すばる, “弾性表面波・圧電振動型センサ(音響テクノロジーシリーズ 23)” コロナ社(2019).
- 4) 近藤淳, “異物の分析、検出事例集, 第5章 11節 横波型弾性表面波センサを用いた液体中の粒子検出”(下部)技術情報協会, pp. 470-488 (2020).

**【 解説・特集等 】**

- 1) 近藤淳, “弾性表面波デバイスを用いたデジタル式マイクロ流体システム,” *湯空圧技術*, vol. 58, No. 8, pp. 27-32 (2020).

**【 国際会議発表件数 】**

- ・ IEEE Int. Ultrasonics Symposium など計7件

**【 国内学会発表件数 】**

- ・ 応用物理学会など計21件

**【 招待講演件数 】**

- 1) J. Kondoh, H. Sakata, T. Handoyo, “Integration of localized surface plasmon resonance and electrochemical sensors on interdigital electrode for liquid environmental monitoring,” *The 18th International Conference on Global Research and Education for Engineering for Sustainable future, Inter-Academia 2019* (2019).

**【 受賞・表彰 】**

- 1) Best Paper Award (H. Sakata, H. Sano, T. Handoyo, J. Kondoh, “Integration of localized surface plasmon resonance and electrochemical sensors for liquid environmental monitoring,” *Quality in Research 2019*).

## ナノマテリアルのケミカルプロセッシング

兼担・教授 鈴木 久男 (SUZUKI Hisao)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：電子工学研究所  
ナノマテリアル研究部門)  
専門分野： 無機材料科学 (薄膜及びナノ粒子の合成と物性評価)  
e-mail address: suzuki.hisao@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~tnsakam/>



### 【 研究室組織 】

教 員：鈴木 久男  
博士課程：D1 (1名)  
修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)  
学 部 生：B4 (4名)  
連携教員：脇谷 尚樹教授、坂元 尚紀准教授、川口 昂彦助教

### 【 研究目標 】

セラミック薄膜やナノ粒子の物性は、そのナノ構造や残留応力あるいは電子状態などに大きな影響を受ける。そこで、GSD (化学溶液) 法により薄膜やナノ粒子のナノ構造や応力状態を制御し、新規物性を発現できるナノマテリアルの開発を目指している。さらに、数年前から新規革新電池の実現のための材料開発も進めている。主なテーマは以下の通り。

- (1) Si 基板上の強誘電体薄膜のストレスエンジニアリング
- (2) ゴルゲル法による $\alpha$ -アルミナの低温合成
- (3) 新規革新型全固体電池材料の開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) Si 基板上の強誘電体薄膜のストレスエンジニアリング

強誘電体の電気特性は、組成や結晶性などに影響されるが、実用化に有利な Si 基板上の強誘電体薄膜の電気特性には結晶向性以外に作製した膜に残留する応力が大きな影響を及ぼす。本研究では、Si 基板上に形成する酸化物電極薄膜のナノ構造を制御することで、酸化物電極上に形成する強誘電体薄膜の電気特性を飛躍的に向上させるための基盤研究を行っている。

本年度は、PZT 前駆体溶液の分子設計が Si 基板上に成長させた PZT 圧電体薄膜の電気特性に及ぼす影響について検討した。その結果、前駆体構造が組成の均質性に大きな影響を与えるため、前駆体の分子設計により著しい特性の改善が可能であることが明らかとなった。さらに、工業化を目指して PZT 薄膜の低温結晶化についても検討した。その結果、550°C 付近の比較的低温で結晶化させることが可能となった。これは、TFT ガラス基板上での製膜が可能であることを示しており、幅広い応用が可能になると期待される。

#### (2) ゴルゲル法による $\alpha$ -アルミナの低温合成

$\alpha$ -アルミナは工業的に広く応用されているが、1000°C 以上の高温でしか結晶化しない。例えば、切削工具の表面コーティングには CVD 法などで成膜されているが、切削工具用の超鋼材料の耐熱温度は 800°C 以下であり、特殊な表面処理を行った後に $\alpha$ -アルミナのコーティングがなされている。そこで、800°C 以下での $\alpha$ -アルミナの低温合成が可能となれば、非常に多くの応用が期待される。本研究では、アルコキシドの分子設計により 500°C での粉体の低温合成を実現した。また、分子設計の方法により得られる前駆体構造が変化して、結晶化の活性化エネルギーも変化することを明らかにした。

#### (3) 新規革新型電池材料の開発

現在の Li イオンバッテリーは大容量化に問題があることが理論的にわかっている。そこで、

新規革新全固体型電池材料の開発は必要不可欠な社会的要求となっている。本研究では、全固体型高性能二次電池の開発に不可欠な薄膜固体電解質として最も有望な  $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$  (LLZO) ナノ粒子の低温合成と特性制御を試みている。また、種々のドーパントの効果と Li-PAA との複合化膜を作製することで、室温付近での固体電解質膜の合成に成功した。

#### 【 今後の展開 】

今後は優れた特性を示す機能性薄膜やナノ粒子のさらなる特性の改善のためのよりよいケミカルプロセスを探求するとともに、圧電体薄膜のデバイス化と工業化を目指す。さらに、全世界で求められるエネルギー分野への応用を目指したエネルギー材料の研究を引き続き試みて行く。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Shigeto Hirai, Tomoya Ohno, Ren Uemura, Takahiro Maruyama, Masaya Furunaka, Ryo Fukunaga, Wei-Tin Chen, Hisao Suzuki, Takeshi Matsuda and Shunsuke Yagi, “ $\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x\text{RuO}_3$  perovskite at the metal-insulator boundary as a highly active oxygen evolution catalyst”, *Journal of Materials Chemistry A* (2019) c9ta03789f その他 3 件

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) “Precursor-Structure of Low-Temperature Crystallized Cubic  $\text{Li}_7\text{La}_2\text{Zr}_{1.75}\text{Ta}_{0.25}\text{O}_{12}$  (LLZTO) for All Ceramic Li-ion Battery-”, Hisao SUZUKI, Tatsuya Yamazaki, Tomoya OHNO, Shigeto HIRAI, Takahiko KAWAGUCHI, Naonori SAKAMOTO, and Naoki WAKIYA. The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (PACRIM13), October 27<sup>th</sup> -November 1<sup>st</sup>, Okinawa Convention Center, Okinawa, Japan 他 4 0 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・日本セラミックス協会、粉体工学会、磁気学会、粉体粉末冶金協会など 4 0 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) “Stress Induced Effect on Piezoelectric Thin Films -Residual Stress Control by Hybrid Integration for Giant Piezoelectricity-”, Hisao Suzuki, T. OHNO, T. ARAI, N. SAKAMOTO, N. WAKIYA, The 5th International Conference on Advanced Electromaterials (ICAE2019), November 5th -November 8th, Ramaza Plaza Jeju Hotel, Jeju, Korea
- 2) “Impact of Molecular Design for Precursor Solutions on Properties of CSD-derived Piezoelectric PZT Thin Films”, Hisao Suzuki, A. KONAGAYA, T. YAMADA, T. ARAI, T. OHNO, T. KAWAGUCHI, N. SAKAMOTO, N. WAKIYA. 2019 IEEE International Symposium on Applications of Ferroelectrics (ISAF) (F2CP2) Wednesday, July 17th, 2019, Swiss Tech Convention Center, Lausanne, Switzerland
- 3) 分子設計された前駆体溶液からの高性能圧電体薄膜の形成, 鈴木久男, 大野智也, 第 39 回電子材料研究討論会, 11 月 28 日, 29 日, 2019 年, ウィンク愛知, 名古屋, 日本 他 2 件

#### 【 受賞 】

- 1) Poster Award, “Synthesis of Flexible Oxide Solid Electrolyte Composite Film by Adding Plasticizer”, Munehiko SHIMA, Jeevan Kumar Padarti, Takahiko KAWAGUCHI, Naonori SAKAMOTO, Naoki WAKIYA, Shigeto HIRAI, Tomoya OHNO, Hisao SUZUKI, The 36th International Japan-Korea Seminar on Ceramics, November 20th – 23rd, 2019 - Tottori, Japan
- 2) Poster Award, “Influence of molecular-design and buffer layers on low temperature deposition of CSD-derived PZT thin films”, Ayako HAKAMADA, Takahiko KAWAGUCHI, Naonori SAKAMOTO, Naoki WAKIYA, Hisao SUZUKI, The 36th International Japan-Korea Seminar on Ceramics, November 20th – 23rd, 2019 - Tottori, Japan その他 2 件

## シリサイド系半導体とナノ構造材料プロセス

兼任・教授 立岡 浩一 (TATSUOKA Hirokazu)  
光ナノ物質機能専攻 (主担当: 工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合化学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)  
専門分野: 半導体工学、結晶工学  
e-mail address: tatsuoka.hirokazu@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/tatsuoka/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 立岡 浩一

博士課程 : Ye Li (創造科技院 D1)、Yalei Huang (創造科技院 D3)

修士課程 : M2 (4名 (うち ABP 1名))、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

我々は、シリサイド系半導体と関連物質の基礎物性の解明と応用についての研究を行っている。シリサイド半導体と関連物質の作製方法と成長装置の開発、シリサイド系半導体を用いた光電デバイス及び熱電デバイスの開発までの研究を幅広く研究を展開している。また酸化物、半導体、金属を材料としたナノスケール材料における新しい物性の発現を実現するとともに、ナノ構造材料の形状制御技術を応用し、発電素子、光電素子の性能の向上と、環境・医療分野への応用を目指している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) シリサイド系半導体の成長方法の開発と系統的な物性の解明
- (2) シリサイド系半導体薄膜・バルク結晶及びナノ構造体の作製と赤外光電デバイス及び熱電発電素子への応用
- (3) Si 系及び酸化物系のナノマテリアルの作製と形状制御
- (4) ナノマテリアルの発電素子、二次電池、環境・医療分野への応用

### 【 主な研究成果 】

#### (1) シリサイド系ナノシート束の作製と微細構造及び熱電特性評価

CaSi<sub>2</sub>粉末を MgCl<sub>2</sub> 及び Mg とともに熱処理を施す事により Mg<sub>2</sub>Si ナノシート束を作製し、その熱電特性を測定した。超格子を内包したナノシート束が得られ、低い熱伝導率を示した (第 67 回応用物理学会春季学術講演会)。この他、Ge ナノシート束 (Jpn. J. Appl. Phys. 59, SGGK08 (2020))、ナノワイヤ/ナノシート複合体 (Jpn. J. Appl. Phys. 59, SFFD01 (2020)) を作製し、それらの微細構造を明らかにした。さらに MnSi<sub>1.7</sub>/Si ナノコンポジット ナノシート束を作製し、生成メカニズムを明らかにした (第 67 回応用物理学会春季学術講演会)。今後これらのナノシート束の熱電発電機への応用を試みる。

#### (2) Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> シリケート及び CaF<sub>2</sub> ナノシート束の作製と構造的評価

生体適合性のある Mg<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub> ナノシート束 (Jpn. J. Appl. Phys. 59, SFFD02 (2020)) 及び CaF<sub>2</sub> ナノシート束 (Jpn. J. Appl. Phys. Conf. Proc., Accepted) を作製し、微細構造およびその成長条件依存性を明らか位にし、生成メカニズムを考察した。今後医療分野、環境分野への応用を試みる。

### 【 今後の展開 】

材料科学の立場から新しいシリサイド半導体と関連物質の探索と系統的な物性解明を行う。またシリサイド半導体や酸化物ナノ構造を利用した熱電発電素子、低価格太陽電池、熱光電池の開発を行う。さらに今後は金属ナノ構造の作製も行い、それらの環境、医療分野への応用を試みていきたい。

### 【 学術論文・著書等 】

- 1) Synthesis of  $\text{CaF}_2$  nanostructures from calcium silicide powders in diluted aqueous HF solution, Y. Ono, R. Ogino, M. Sakaida, K. Sasaki, N. Atsumi, Y. Numazawa, S. Itoh, T. Koga, Y. Huang, Y. Shimura, H. Tatsuoka, and N. Takahashi, Jpn. J. Appl. Phys. Conf. Proc., Accepted.
- 2) Topological synthesis of Mg-based silicate nanosheet bundles from  $\text{CaSi}_2$  crystal powders, Y. Numazawa, S. Itoh, Y. Ono, Y. Huang, Y. Shimura, Y. Hayakawa, and H. Tatsuoka, Jpn. J. Appl. Phys. 59, SFFD02 (2020).
- 3) Synthesis of Ge-based nanosheet bundles using calcium germanides as templates in IP6 aqueous solution, V. Saxena, N. Atsumi, Y. Shimura, and H. Tatsuoka, Jpn. J. Appl. Phys. 59, SGGK08 (2020).
- 4) Synthesis of Si nanowire/nanosheet complexes from  $\text{CaSi}_2$  crystals by thermal annealing under  $\text{MnCl}_2/\text{NH}_4\text{Cl}$  vapors, S. Itoh, Y. Numazawa, Y. Ono, Y. Huang, Y. Shimura, N. Takahashi and H. Tatsuoka, Jpn. J. Appl. Phys. 59, SFFD01 (2020).
- 5) Synthesis, Structural and Photoluminescence Properties of  $\text{Mg}_2\text{Si}/\text{Si}$  Nanocomposites Consisting of Si Nanosheet Bundles and  $\text{Mg}_2\text{Si}$  Deposits, Y. Huang, R. Tamaki, P. Yuan, Y. Kumazawa, N. Atsumi, V. Saxena, N. Ahsan, Y. Okada, Y. Hayakawa and H. Tatsuoka, Jpn. J. Appl. Phys. 58, SBBK04 (2019).

### 【 特許等 】

- ・特許願 熱電変換素子及び熱電変換素子の製造方法, 特願 2019-160450, 令 1.9.3

### 【 国際会議発表件数 】

- ・APAC-Silicide 2019, SSDM2019 など 6 件

### 【 国内学会発表件数 】

- ・応用物理学会学術講演会, 「材料シンポジウム」ワークショップなど 5 件

### 【 受賞・表彰 】

- ・沼澤 有信 (総合科学技術研究科修士 2 年) 若手ポスター賞, 結晶成長討論会, 日本結晶成長学会, 2019 年 8 月

## 光化学の医学および生命科学への応用

兼任・教授 平川 和貴 (HIRAKAWA Kazutaka)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：工学部 化学バイオ工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)  
専門分野： 光化学、物理化学、生物分子科学、ナノ材料科学  
e-mail address: hirakawa.kazutaka@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/hirakawa/>



### 【 研究室組織 】

教 員：平川 和貴  
博士課程：長谷川 仁子 (創造科技院 D3、社会人)  
修士課程：M2 (3名)、M1 (2名)  
学 部 生：B4 (4名)、B3 (3名)

### 【 研究目標 】

主に、がんを低侵襲かつ低コストで治療できる光線力学的療法 (光治療) の治療効果向上を目的とした研究を行なっている。従来機構の課題を解決するため、治療原理の根本的見直しを続け、新たな電子移動光増感剤を報告してきた。さらに、ターゲットやがん細胞内の環境を利用した活性制御に挑戦している。これらの研究において、光励起状態からの緩和過程における新たな発見等、光化学や物理化学、生体分子化学の基礎研究においても成果をあげている。現在の主な研究目標を以下に列記する。

- (1) 酸素に依存しないがん光治療用光増感剤の開発
- (2) ターゲット (がん細胞) 選択的に作用する光増感剤の開発
- (3) 高次励起状態における分子内電子移動の解析
- (4) 光殺菌 (抗菌光線力学的療法) におけるメカニズムの解明
- (5) 生体内光増感物質が示す光毒性防護機構獲得の解明 (生命における分子進化)

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 酸素に依存しない光増感剤の活性制御 1：自己凝集とターゲット認識による解離

がん光治療用薬剤候補として、ポルフィリンの P(V) 錯体の研究を続けている。ポルフィリンの P(V) 錯体は、低酸素条件でも電子移動で生体分子を酸化損傷できるため、光線力学的療法における新たなメカニズムとして期待できる。今回、ポルフィリン P(V) 錯体の自己凝集 (濃度消光で活性 OFF) とタンパク質認識 (凝集が解離して活性 ON) を利用して活性制御可能となる光増感剤を開発した (*Chem. Res. Toxicol.* 2019, Cover Art)。分子レベルの研究でタンパク質光損傷を評価し、培養細胞レベルでも活性を確認した。

#### (2) 酸素に依存しない光増感剤の活性制御 2：pH による活性制御

がん細胞選択性を示す光増感剤を開発する目的で、活性制御を研究してきた。今回、上記のポルフィリン P(V) 錯体にアミン類の電子ドナーを導入することで、プロトン化による活性制御 (OFF→ON) に成功した (*Chem. Phys. Lett.* 2020)。通常の状態では、分子内電子移動で光励起状態が失活する光増感剤であるが、がん細胞内のようなわずかに酸性度が高い環境でスイッチが入り、タンパク質や細胞内還元物質を光誘起電子移動や活性酸素生成で酸化損傷できることを明らかにした。

#### (3) 高次励起状態における分子内電子移動

電子ドナーを亜鉛ポルフィリンのリングに直結した分子を合成した。ポルフィリンの第二励起状態の寿命は、数ピコ秒以内と非常に短い、電子ドナーから高速の電子移動が起こることを明らかにした (*Chem. Phys. Lett.* 2019)。また、分子周囲の極性に依存して、励起錯体の形成を介した緩和が起こることも明らかにした。

### 【 今後の展開 】

がん光治療の研究では、低酸素状態でも活性を維持できる電子移動光増感剤を中心に研究を進める。これまでに成功した自己凝集と解離、pH変化によるプロトン化を利用した活性制御を応用し、がん細胞選択的に作用できる光増感剤を開発する。特に、わずかな pH の差で鋭敏に活性が変わる光増感剤の開発を目指して、分子の設計と合成、物性評価を行う。また、生体内還元物質は、電子移動機構で酸化を受ける重要なターゲットとなり得るため、その酸化機構を特にラジカル連鎖反応に着目して解析する。期待される成果は、がん細胞内における光増感剤の作用機構の解明のみならず、感染症対策として研究されている光殺菌剤のメカニズムの解明にもつながる。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Kazutaka Hirakawa, Yusuke Onishi, Dongyan Ouyang, Hiroaki Horiuchi, Shigetoshi Okazaki, “pH-Dependent photodynamic activity of bis(6-methyl-3-pyridylmethoxy)P(V)tetrakis(*p*-methoxyphenyl)porphyrin”, *Chemical Physics Letters*, 746, 137315 (2020).
- 2) Kazutaka Hirakawa, Mariko Yamada, Shigetoshi Okazaki, Morihiko Hamada, Yasuhiro Kobori, “Electrostatic interaction with anionic polymer activates berberine photosensitizer”, *Photomedicine and Photobiology*, 41, 4-7 (2020).
- 3) Kazutaka Hirakawa, Yume Hosokawa, Yoshinobu Nishimura, Shigetoshi Okazaki, “Relaxation process of S<sub>2</sub> excited zinc porphyrin through interaction with a directly connected phenanthryl group”, *Chemical Physics Letters*, 732, 136652 (2019).
- 4) Kazutaka Hirakawa, Ayaka Suzuki, Dongyan Ouyang, Shigetoshi Okazaki, Yuko Ibuki, Jotaro Nakazaki, Hiroshi Segawa, “Controlled photodynamic action of axial fluorinated diethoxyP(V)tetrakis(*p*-methoxyphenyl)porphyrin through self-aggregation”, *Chemical Research in Toxicology*, 32, 1638-1645 (2019) (Cover Art).
- 5) Kazutaka Hirakawa, Akiko Kitagawa, Shigetoshi Okazaki, Fumitoshi Ema, Yasuhiro Kobori, “Photosensitizing activity of berberine-cyclodextrin inclusion complexes”, *Photomedicine and Photobiology*, 40, 7-10 (2019).
- 6) Hiroaki Horiuchi, Masataka Isogai, Kazutaka Hirakawa, Tetsuo Okutsu, “Improvement of the ON/OFF switching performance of a pH-activatable porphyrin derivative by the introduction of phosphorus(V)”, *ChemPhotoChem*, 5, 138-144 (2019).
- 7) Kazutaka Hirakawa, “Evaluation of photodynamic agent activity using human serum albumin” in *Human Serum Albumin: Structure, Binding and Activity*, ed. by Dianne Cohen, Nova Science Publishers, New York, Chapter 3 (2019).

### 【 解説・特集等 】

- 1) 平川和貴・岡崎茂俊・村上浩雄・金山尚裕, “がん選択性と治療効果向上を志向した電子移動光増感剤”, *日本レーザー医学会誌 (Journal of Japan Society for Laser Surgery and Medicine)*, in press.

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) International Conference on Photocatalysis and Photoenergy 2019 (2019.5.24) など 3 件

### 【 国内学会発表件数 】

・第 41 回日本光医学・光生物学会、2019 年光化学討論会、第 29 回日本光線力学学会学術講演会 など 1 2 件

### 【 招待講演件数 】

- 1) The 4<sup>th</sup> International Symposium on Biomedical Engineering (2019. 11. 15)
- 2) 第 29 回日本光線力学学会学術講演会 (2019. 9. 21)
- 3) International Conference on Photocatalysis and Photoenergy 2019 (2019. 5. 24), 他 1 件

## ナノ物質の原子構造・物性の第一原理計算

兼担・教授 藤間 信久 (FUJIMA Nobuhisa)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当:工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)  
専門分野: 物性理論、第一原理計算  
e-mail address: fujima.nobuhisa@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://phys.eng.shizuoka.ac.jp/~fujima/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員: 藤間 信久、星野 敏春 (静岡大学 名誉教授)

博士課程: 村上 拓 (創造科技学院 1年)

修士課程: M1 (1名)

### 【 研究目標 】

近年の計算機の高速化・大規模化と密度汎関数法を基盤とする第一原理計算手法の進歩により、原子数が $10^3$ 個以上の物質系の構造・諸物性を、実験結果に匹敵する精度で計算機上に再現することが可能となった。

また、ナノテクノロジーの発展により、新しい非晶質材料 (金属ガラス等) や特異な積層構造をもつ合金等が次々に創製され、従来の結晶材料にはない新機能・高品質の工業材料として期待されている。これらの非晶質材料の諸物性や安定性は、結晶では存在し得ない局所原子構造 (ナノサイズ、サブナノサイズの構造) に由来すると考えられる。

$10^3$ 個程度の原子系について第一原理計算が可能になったということは、周期性がなく多くの原子を考慮する必要がある非晶質系や不純物系について、計算機上でその局所構造や物性を再現しうることを意味する。我々の研究目的は、「非晶質材料の局所原子構造・電子構造を第一原理計算により明らかにし、さらに第一原理計算から得られる相互作用エネルギー等を用いて、原子構造や物性の発現メカニズムを明らかにすること」である。本研究での理論計算には、第一原理分子動力学計算 (VASP)、FPKRR 法等の計算プログラムを使用する。平成 31 年度 (令和元年度) の具体的な研究テーマは以下のとおりである。

- (1) Mg-Al-Y 合金中の長周期構造への溶質元素間の相互作用に基づくクラスター構造の解明  
(仙台高専 今野グループとの共同研究)
- (2) アモルファスアルミナ表面における空孔構造と電荷分布  
(東北大福原グループとの共同研究)
- (3) Al 合金中の溶質元素の局所構造や溶解濃度限を規定する不純物 (H~1 Sn) の 2 体~4 体相互作用エネルギーとその温度依存性の決定

### 【 主な研究成果 】

- (1) Mg 合金の特異な構造の 1 つである長周期積層型規則 (LPSO) 構造において、最近、仙台高専の今野ら明らかにした Mg-Al-Y 合金中について、クラスターを構成する溶質元素間の相互作用エネルギーを計算することにより、そのクラスターの発現メカニズムについて明らかにした。また、溶質元素間相互作用エネルギーを原子間ポテンシャルに置き換え、分子動力学

- 計算を行うことにより、簡単なモデルによりクラスターの構造が再現しうることを示した。
- (2) 第一原理分子動力学計算により、 $\gamma$ -アルミナを基本構造とするアモルファスアルミナの空隙構造とそのまわりの局所電荷分布を明らかにし、新たな蓄電電極材料としてのアモルファスアルミナにおける電気2重層等の蓄電メカニズムを提案した。
  - (3) Al合金中における種々の不純物(1s~4d元素)の振る舞いについて、基本的な性質と元素依存性の基本プロファイル(価電子数依存性と温度依存性)について明らかにした。これはAl合金全般の平衡状態図を理論的に明らかにする基本データになるものである。

#### 【 今後の展開 】

- (1) Mg-Al-Y LPSO 構造合金中の Al-Y クラスター間の構造やクラスター濃化層の構造について、2体の相互作用エネルギーに基づくクラスター間ポテンシャルや濃化層間ポテンシャル(粗視化ポテンシャル)を構築し、分子動力学計算により LPSO 合金の発現メカニズムを統一的に研究できる計算手法を確立する。
- (2) ナノポーラス構造をもつ蓄電材料として、アモルファスアルミナとともに Na-カルボン酸を含むセルロースナノファイバーの電子状態を計算し、局所構造と局所電荷について解明する。
- (3) Al合金中の相互作用エネルギーに基づき、不純物の溶解度限等、具体的な熱力学所量を計算し、平衡状態図の構築につなげる。

#### 【 学術論文 】

- 1) Full-potential KKR Calculations for Interaction Energies in Al-rich AlX (X=H~Sn) alloys: I. Fundamental Features and Thermal Electronic Contribution due to Fermi-Dirac distribution, M. Asato, C.Liu, N. Fujima, T. Hoshino, T. Mohri, Mater. Trans. 61, 94-103(2020)
- 2) Pair interaction energy in stacking-faulted Mg matrices and formation mechanism of stacking order in LPSO Mg alloys, T. Murakami, N. Fujima, T. Hoshino, M. Takeda, K. Konno, Proceedings of PRICM10, 536-540, (2019).
- 3) Accuracy of Real Space Cluster Expansion for Total Energies of Pd-rich PdX (X=Rh, Ru) Alloys, based on Full-Potential KKR Calculations for Perfect and Impurity Systems. M. Asato, C.Liu, N. Fujima, T. Hoshino, Y. Chen, T. Mohri, MATEC web of conference, 264, 03002 (2019).

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) 10th Pacific Rim International Conference on Advance Materials and Processing August 18-22 西安 (中国)

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本金属学会など 3件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 固体蓄電材料セミナー(東北大学 2019. 12. 4)

## 気相法による機能性セラミックス薄膜の創成

兼担・教授 脇谷 尚樹 (WAKIYA Naoki)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)  
専門分野：セラミックス薄膜、セラミックプロセッシング  
e-mail address: wakiya.naoki@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/ceramics/>



### 【 研究室組織 】

教 員：鈴木 久男、脇谷 尚樹、坂元 尚紀、川口 昂彦

研 究 員：ジーワン・クマーラ

博士課程：スリーデービー・ミーナッチシュンドラム (創造科技院 D3、国費)、スリーラマ・ジャンシー・ラクシュミー (創造科技院 D1、私費)

修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

我々は機能性ナノマテリアル (主にセラミックス薄膜) の合成 (セラミックプロセッシング) と構造 (結晶構造、微構造、ナノ構造および電子構造) が物性に与える影響の解明を行っている。このうち、脇谷は主に気相法 (PLD 法、RF マグネトロンスパッタリング法) による合成を行っている。主な研究テーマを以下に記す。

- (1) 磁場中での PLD 法による新規セラミックス薄膜の創成
- (2) ポーラスシリコンをプラットフォームに用いた機能性セラミックス薄膜の創成
- (3) 単分散高分子球をテンプレートに用いたセラミックス薄膜の作製

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 磁場中でも PLD 法による新規セラミックス薄膜の創成

RHEED を搭載したチャンバー中に電磁石を導入した新しいダイナミックオーロラ PLD 装置を開発した。この装置を用いて磁場中成膜における自発的な超格子構造の生成過程を明らかにしつつある

#### (2) ポーラスシリコンをプラットフォームに用いた機能性セラミックス薄膜の創成

基板の表面から裏側まで垂直な孔が貫通し、基板として使える厚さを有する貫通型ポーラスシリコンの作製条件を明らかにするとともに、この上に YSZ 薄膜や NdSZ 薄膜がエピタキシャル成長することを明らかにした。この構造は将来の薄膜 SOFC に道を拓くものである。また、ポーラスシリコン基板上に作製した亜鉛フェライト薄膜は通常のシリコン基板上に作製した亜鉛フェライト薄膜よりも高いガスセンサー特性を示すことが明らかになり、ポーラスシリコンの基板としての有用性が示された。

#### (3) ポーラスシリコンをプラットフォームに用いた機能性セラミックス薄膜の創成 2次元周期構造を有する球殻状セラミックス薄膜の作製

2次元に最密充填させた単分散高分子球をテンプレートに用いることにより、2次元周期構造を有する球殻状セラミックス薄膜 (マルチフェロイック薄膜) の作製に成功した。

### 【 今後の展開 】

国際および国内の共同研究を発展させ、さらに材料科学の発展に少しでも貢献したい。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) “Superparamagnetic magnesium ferrite/silica core-shell nanospheres: A controllable SiO<sub>2</sub> coating process for potential magnetic hyperthermia application”, Harinarayan Das, Nipa Debnath, Takashi Arai, Takahiko Kawaguchi, Naonori Sakamoto, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya, *Adv. Powder Technol.*, **30**, 3171-3181 (2019).
- 2) “Interface structure of Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub>/MgO(001) epitaxial thin film in early stage of Stranski–Krastanov growth mode”, Takanori Kiguchi, Yumiko Kodama, Takumi Shimizu, Takahisa Shiraishi, Naoki Wakiya, and Toyohiko J. Konno, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **58**, SLLA08/1-10 (2019).
- 3) “Low temperature and fast growth of one-directionally grown AlN film by atmospheric pressure halide CVD method”, Naonori Sakamoto, Takaya Suzuki, Takahiko Kawaguchi, Naoki Wakiya and Hisao Suzuki, *J. Ceram. Soc. Jpn.*, **127**, 612-616 (2019).
- 4) “Effect of deposition conditions and buffer layers on amorphous or polytype phase formation in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> thin films by chemical vapor deposition using tri-methyl aluminum”, Chunfu Lin, Takashi Tanaka, Akio Nishiyama, Tadashi Shiota, Osamu Sakurai, Naoki Wakiya, Kazuo Shinozaki and Kouichi Yasuda *J. Ceram. Soc. Jpn.*, **127**, 443-450 (2019).
- 5) “Properties of MgFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles Synthesized by Ultrasonic Aerosol Pyrolysis for Biomedical Applications”, A. S. Kamzin, A. A. Valiullin, V. G. Semenov, Harinarayan Das, and Naoki Wakiya *Phys. Solid State*, **61**, 1113-1121 (2019).
- 6) “Magnetoelectric effect in Free-standing Multiferroic Thin Film”, Sridevi Meenachisundaram, Hironori Mori, Takahiko Kawaguchi, Parthasarathi Gangopadhyay, Naonori Sakamoto, Kazuo Shinozaki, Chellamuthu Muthamizhchelvan, Suruttaiyudaiyar Ponnusamy, Hisao Suzuki, and Naoki Wakiya *J. Alloy Compd.*, **787**, 1128-1135 (2019).
- 7) “Influence of Particle Size on the Spin Pinning Effect in the fcc-FePt Nanoparticles”, Jing Yu, Dong Han, Yao Ying, Liang Qiao, Jingwu Zheng, Wangchang Li, Juan Li, Wei Cai, Shenglei Che, Naoki Wakiya, Hisao Suzuki, *J. Supercond. Novel Magn.*, **32**, 1501-1505 (2019).

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) J. L. Sreerama, E. Hamada, T. Kawaguchi, N. Sakamoto, K. Shinozaki, H. Suzuki, N. Wakiya, “Epitaxial Growth of Nd Stabilized Zirconia Thin Films on Si Substrate”, PACRIM13 (Okinawa)
  - 2) M. Yoshida, T. Kawaguchi, N. Sakamoto, K. Shinozaki, H. Suzuki, N. Wakiya, “RHEED Observation on Phase Separation in Sr-Ti-O Epitaxial Thin Film by Dynamic Aurora PLD”, PACRIM13 (Okinawa)
- 他 2 6 件

### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 石上 大貴, 川口 昂彦, 坂元 尚紀, 篠崎 和夫, 鈴木 久男, 脇谷 尚樹  
“ポーラスシリコン基板上への Ni-Zn フェライト薄膜の作製とガスセンサー特性評価”  
第 3 9 回電子材料研究討論会  
他 2 6 件

### 【 指導学生の受賞 】

修士課程学生 : 4 件

## 光機能性酸化物薄膜の形成と応用

兼任・准教授 奥谷 昌之 (OKUYA Masayuki)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)  
専門分野：無機材料、太陽電池、プラズマ化学  
e-mail address: temokuy@shizuoka.ac.jp  
homepage: http://okuyalab.sakura.ne.jp/



### 【 研究室組織 】

教 員：奥谷 昌之  
修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

#### (1) 色素増感太陽電池の開発

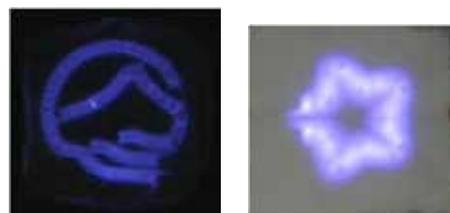
SPD法による薄膜形成技術を利用し、安価で人体に影響の少ない元素から構成される化合物半導体薄膜を形成することにより、環境保全に適した色素増感太陽電池の開発を試みています。本研究により、環境にやさしいクリーンエネルギーとしての太陽電池の量産化が期待され、新エネルギーの実用化へとつながっていきます。



色素増感太陽電池の実演

#### (2) 沿面放電 (平面プラズマ) を利用したダイレクトパターンニング製膜

誘電体バリア放電に分類される沿面放電に着目し、プラズマを平面状に発生させます。有機金属や無機金属の原料を基板に塗布した後、このプラズマを照射することにより酸化物を中心とした製膜を行います。さらに、下の図に示すようなパターン化されたプラズマを発生させることにより、薄膜のダイレクトパターンニング形成が可能になります。本研究ではこの技術を確認し、沿面放電 (平面プラズマ) による製膜及びそのエレクトロニクスデバイスへの応用を目指しています。



沿面放電 (平面プラズマ) の発光パターン例：(左：星型、右：静岡大校章 (富士山と駿河湾))

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 色素増感太陽電池への応用に関する研究

従来の酸化スズを透明導電膜として使用する代わりに、酸化チタン透明導電膜を導入し、ホモ接合による色素増感太陽電池の作製に成功しました。また、電池特性の解析により、従来法に比べ光電子の失活の低減が確認され、高効率化に向けての指針が得られました。同時に、透明導電膜の表面形態制御による入射光の有効利用を実現し、光吸収率の増加に伴う光電変換効率の向上を達成しました。

#### (2) 機能性透明導電膜の新規作成法の開発

平面状のプラズマに新規に磁場を印加することにより空間的な制御を試み、さらにこれを効率的に金属酸化物前駆体へ照射した。この手法により、酸化スズや酸化チタンの製膜に成功し、形成膜の評価とともにデバイスへの応用を行いました。

#### 【 今後の展開 】

薄膜形成とその光学素子への応用の研究を継続する。特に、電磁波を利用した製膜では従来にない興味深い結果が得られており、企業との共同研究も含め、実用を念頭に置いた研究を推進していきます。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) S. Attanayake, M. Okuya, and K. Murakami, “Spray angle dependence for the growth of terrace-truncated nanocone structure of gallium doped zinc oxide by advanced spray pyrolysis deposition technique”, International J. Tech., Vol.11, pp.81-90 (2020).
- 2) A. Bramantyo, N. R. Poespawati, A. Udhiarto, K. Murakami, and M. Okuya, “Complete coverage of perovskite materials over ZnO Nanorods with Multiwalled Carbon Nanotubes (MWCNTs) as Hole Transport Material (HTM)”, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 715, 012057 (2020).
- 3) A. Bramantyo, N. R. Poespawati, A. Udhiarto, K. Murakami, and M. Okuya, “Growth of Zinc Oxide Nanorods with Thickness of Less than or Equal to 1  $\mu\text{m}$  through Zinc Acetate or Zinc Nitrate for Perovskite Solar Cell Applications”, J. Engineering, Vol. 2019, 2793853 (2019).
- 4) S. Attanayake, M. Okuya, and K. Murakami, “Synthesis and characterization of Al doped ZnO terrace-truncated nanocone structure by advanced spray pyrolysis deposition technique”, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 58, 080904 (2019).
- 5) A. Bramantyo, K. Murakami, M. Okuya, N. R. Poespawati, and A. Udhiarto, “Morphological and Structural Studies on Vertically Aligned Zinc Oxide Nanorods Grown on Spin Coated Seed Layers”, International J. Tech., Vol.10, pp.611-622 (2019).

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、日本セラミックス協会など 8 件

## 複合酸化物・ナノカーボン材料応用

兼担・准教授 中村 篤志 (NAKAMURA Atsushi)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：工学部機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野： 結晶工学、半導体工学、光物性  
e-mail address: nakamura.atsushi@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://nakamura-lab.webnode.jp//>



### 【 研究室組織 】

教 員：中村 篤志  
修士課程：M2 (2名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

我々は、結晶成長技術を基盤とするナノマテリアルの基礎研究から産業応用までを目的として研究を行っている。様々な社会的ニーズに応える新規ナノマテリアルの創製から、生体応用技術の開発まで、幅広く研究を展開している。

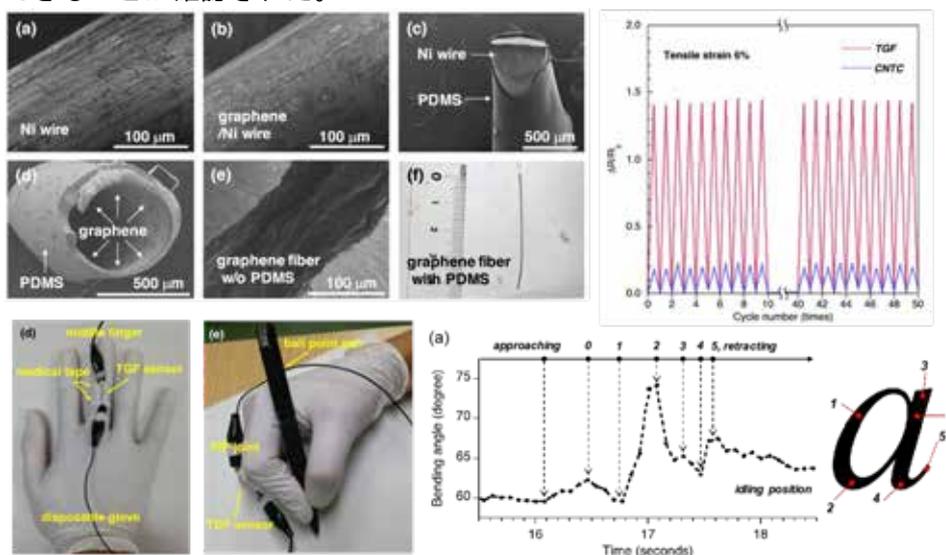
当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) ナノカーボン・グラフェンコンポジット材料の開発と医療・環境分野への応用
- (2) 二次元層状材料の CVD 成長
- (3) グラフェン FET バイオセンサの開発
- (4) フレキシブル・ウェアラブルアクチュエータ&センサの開発
- (5) プリンテッドエレクトロニクスバイオセンサシステムの構築

### 【 主な研究成果 】

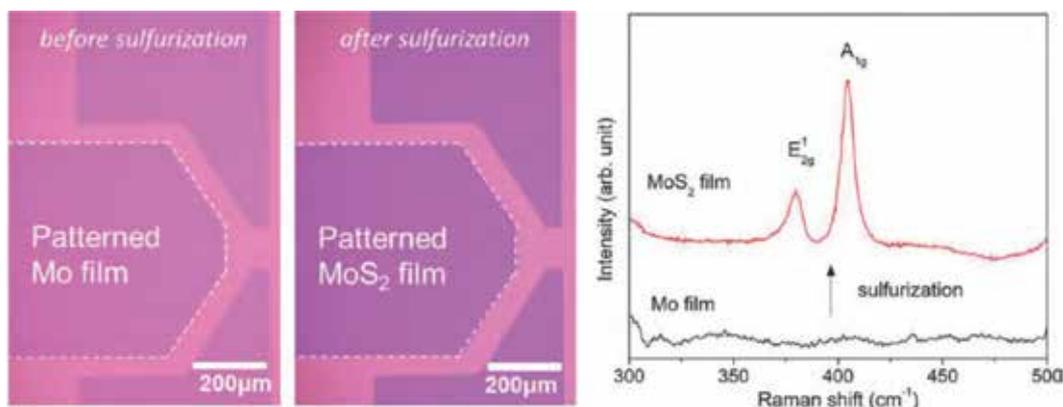
#### (1) ナノカーボン・グラフェンコンポジット材料の開発と医療・環境分野への応用

中空円筒状のグラフェンファイバーを形成し、人体に装着可能なひずみセンサを開発した。実際に筆記モニターを行ったところ、記入したアルファベットの形状に特有なスペクトルを確認でき、そのスペクトルから計算した角度を再構成することで、記入したアルファベット文字に復元できることが確認された。



## (2) 二次元層状材料の CVD 成長

触媒を用いないグラフェン層の直接成長技術を確立した。高品質化に成功し、FET の作製ならびにバイオセンサ応用に展開した。新規に二硫化モリブデン (MoS<sub>2</sub>)、二硫化スズ (SnS<sub>2</sub>) 薄膜の大面积結晶成長に展開した。本成長方法の新規性は、基板にあらかじめモリブデン、スズ薄膜を所望のデバイスパターンに蒸着により堆積させ、その後 CVD チャンバー内で硫化を行うことで、大面积で、転写プロセスが不要となり、安価で高品質なセンサ材料を提供することが出来る点である。



### 【 今後の展開 】

我々は上記のように結晶成長技術を駆使した新しい材料の創製と応用を目指している。当面の今後の研究展開としては、人体ならびに生物を模倣したセンサ応用に力を注いでいきたいと考えている。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) R. Shinzawa, A. Otsuka, A. Nakamura, “Growth of glassy carbon thin films and its pH sensor applications”. SN Applied Sciences, 1(2), 171, (2019). <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0181-5>.
- 2) N. Yoshii, A. Nakamura, S. Hosaka, J. Temmyo, “Controlled Structure of Zinc Oxide by Means of Side Flow Type MOCVD”. ECS Transactions, 16(12), 3–11, (2019). <https://doi.org/10.1149/1.2985837>.
- 3) A. Nakamura, S. Kawakami, “An actuator–sensor hybrid device made of carbon-based polymer composite for self-sensing systems”. AIP Advances, 9(6), 065311, (2019). <https://doi.org/10.1063/1.5100110>.

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、発光型／非発光型ディスプレイ合同研究会など 5 件

## 創薬を指向したケミカルバイオロジー研究

兼担・准教授 鳴海 哲夫 (NARUMI Tetsuo)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：工学部 化学バイオ工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)  
専門分野： 医薬品化学、有機合成化学、ペプチド化学  
e-mail address: narumi.tetsuo@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/tenarumi/>



### 【 研究室組織 】

教 員：鳴海 哲夫

博士課程：喜屋武 龍二 (創造科技院 D3)、児玉 有輝 (創造科技院 D1)

修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

学 部 生：B4 (4名)

### 【 研究目標 】

我々は、独創性の高い分子設計技術、拡張性のある有機合成技術を基盤として、創薬を指向した生理活性分子や機能性分子の創製研究を中心に、有機合成における新たな方法論の開拓や創薬を指向した実用的反応の開発、そしてこれらを応用したケミカルバイオロジー研究を展開している。当面の目標を以下に列記する。

- (1) 等価置換に基づくペプチドミメティックの創製研究
- (2) HIV 細胞侵入過程を標的とした創薬研究
- (3) 新規アゾリウム塩の創製と有機分子触媒としての応用
- (4) アミロイド線維を標的とするケミカルバイオロジー研究

### 【 主な研究成果 】

#### (1) クロロアルケン型ペプチド結合等価体の $\beta$ -ストランドミミック効果

ペプチド結合をクロロアルケン骨格に置換したクロロアルケン型ペプチドミメティックを合成し、その機能性を評価した結果、クロロアルケン型ペプチド結合等価体は、 $\beta$ -ストランドミミック効果を示すことを明らかにした。また、クロロアルケン型ペプチド結合等価体を計算化学的に解析したところ、塩素原子の負電荷は原子側面に展開されており、この局所的な負電荷帯を起点とした分子内水素結合が $\beta$ -ストランドミミック効果に重要であることが示唆された。本研究成果は、クロロアルケン型ペプチド結合等価体の新たな可能性を見出したものであり、ペプチド創薬研究の進展に資するものである。

#### (2) アルデヒド類の化学選択的極性転換を起点とする $\gamma$ -ブチロラク톤の触媒的不斉合成

これまでに我々は含窒素複素環式カルベンと $\alpha, \beta$ -不飽和アルデヒドから生成する共役型 Breslow 中間体の速度論的特性を明らかにし、N-アリアル基の構造最適化によって、ホモエノラート付加反応における触媒活性の向上に成功している (OL, 2017)。我々は NHC 触媒が注目される契機となった $\alpha, \beta$ -不飽和アルデヒドと芳香族アルデヒドからなる $\gamma$ -ブチロラクトン合成法の不斉触媒化が達成されていないことに着目し、二つのアルデヒド種を見分け、 $\alpha, \beta$ -不飽和アルデヒドを化学選択的に極性転換する触媒を見出し、本分子変換の不斉触媒化を達成し

た。さらに詳細な反応機構解析の結果、新規に見出した触媒構造のうち、エトキシ基がエナンチオ選択性および化学選択性に重要な構造因子であることを明らかにした。本研究成果は、生理活性分子にしばしば含まれる $\gamma$ ブチロラクトン骨格の不斉合成を可能にすることから、創薬研究の進展に資するものである。

#### 【 今後の展開 】

我々はオリジナルな有機分子を駆使した分子科学研究を展開し、HIV、アルツハイマー病、がんなどの難治性疾患を標的とした実践的な創薬研究に力を注いでいる。分子のチカラを最大限に引き出し、さらに深化させることで、人類の健康と福祉に有機化学で貢献していきたい。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) R. Ide, R. Kyan, T. P. Le, Y. Kitagawa, K. Sato, N. Mase, T. Narumi “Chemoselective Umpolung of Enals for Asymmetric Homoenolate Cross-Annulation of Enals and Aldehydes Catalyzed by N-Heterocyclic Carbene”, *Org. Lett.* 21, 9119-9123 (2019).

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 12th Asian Federation for Medicinal Chemistry (AFMC) International Medicinal Chemistry Symposium (AFMC-AIMECS 2019)など 3 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本薬学会第 140 回年会（京都）、ケミカルバイオロジー学会第 14 回年会など 30 件

#### 【 招待講演件数 】

- ・ 第 23 回韓国ペプチドタンパク質学会シンポジウム（2019. 7. 1）、7th International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences (iPoPS2020)（2020. 2. 29）など 5 件

#### 【 受賞・表彰 】

- ・ 児玉有輝（D1）、第 45 回反応と合成の進歩シンポジウム、優秀発表賞（ポスター発表の部）（2019. 10. 25）「塩素原子の静電ポテンシャルに着目した p 型水素結合のミミック効果」
- ・ 児玉有輝（D1）、第 56 回ペプチド討論会、若手口頭発表優秀賞（2019. 10. 29）「(Z)-Chloroalkene dipeptide isostere can mimic intraresidue hydrogen bonding interaction」

## 溶液中およびゲル中の高分子の構造解析

兼担・准教授 松田 靖弘 (MATSUDA Yasuhiro)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：工学部 化学バイオ工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)  
専門分野： 高分子溶液学、生体親和性高分子  
e-mail address: matsuda.yasuhiro@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://www.shizuoka.ac.jp/matsuda-yasuhiro/>



### 【 研究室組織 】

教 員： 田坂 茂、松田 靖弘

修士課程： M2 (2名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

高分子は固体状態だけではなく、溶解した溶液状態、溶媒を含んだゲルの状態でも使用されている。これらの状態での高分子の構造を知るとは実用上も重要である。具体的には以下に示す研究テーマに取り組んでいる。

- (1) 増粘多糖類・キサンタンの熱変性・再性に伴う構造解析
- (2) 環境調和型高分子ポリ乳酸の結晶状態制御によるゲル化
- (3) 高生体親和性高分子の高分子間会合体の特性解析
- (4) 高分子表面耐擦傷性向上を目的としたハードコート液の構造評価
- (5) ポリカーボネートの極性構造の解明

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 増粘多糖類・キサンタンの熱変性・再性に伴う構造解析

食品用の増粘剤として用いられているキサンタンは二重らせん構造を持つ多糖類である。この二重らせん構造は加熱によって解れ、冷却によって巻き戻る。それに伴い増粘作用も変化するため、変性・再性構造の解明は重要である。これまでにキサンタンの濃度、分子量を変化させることで多様な変性・再性体を形成することを示した。2020年度は希薄・中性溶液中での変性・再性挙動に関する研究を進め、招待講演を行い、科学研究費助成金(基盤研究B)が採択された。

#### (2) 環境調和型高分子ポリ乳酸の結晶状態制御によるゲル化

ポリ乳酸はカーボンニュートラルで環境調和型の高分子である。ポリ乳酸は種々の結晶形を有することでも知られ、結晶形を制御することで容易にゲル化させることが可能である。2020年度にはポストレン-ポリ乳酸ブロック共重合体を導入した際の流動温度の上昇と構造の変化を調べた論文(2)を発表した。

#### (3) 高生体親和性高分子の高分子間会合体の特性解析

ポリエチルオキサゾリンは高い生体親和性を有する高分子であり、ポリメタクリル酸と高分子間会合体を形成するためにドラッグデリバリーシステム等への応用が期待されている。2020年度は主に幅広いpHでの高分子間会合体の構造と粘性を調べた。

#### (4) 高分子表面耐擦傷性向上を目的としたハードコート液の構造評価

ポリカーボネートのような透明性の高いエンジニアリングプラスチックも表面の擦傷性は低いため、表面でシラン系化合物を反応させて硬いコート膜を作って実用している。このコー

ト液が反応のごく初期においてどのような構造を形成するか調べている。2020年度は主に拡散波分光測定を用いてハードコート液中の構造を評価し、学会発表を行い、学術雑誌に論文を投稿・審査中である。

#### 【(5) ポリカーボネートの極性構造の解明】

ポリカーボネートは高い透明性、耐衝撃性を有する高分子として広く使用されている。極性が高いカーボネート基を持ち、これらを配向させることが物性を制御する上で重要である。2020年度はポリカーボネートに電場を印加させた際の構造・物性の変化に注目して研究し、論文(1)を発表し、学生が発表賞を受賞した。

#### 【今後の展開】

溶液中、ゲル中においても高分子鎖は多様な相互作用を受けて、複雑な構造を形成している。それらの解明は実用上重要なだけでなく、高分子の構造を知る学術的な意味も大きい。我々は当面、前述のテーマを推し進めることで、溶液中、ゲル中における高分子の構造解明に寄与していきたいと考えている。

#### 【学術論文・著書】

- 1) “Crystallization Behavior of Bisphenol-A Polycarbonate on Nanoparticle Surface” Matsuyama, Kazuma. Aso, Masashi. Matsuda, Yasuhiro. Tasaka, Shigeru. Journal of Fiber Science and Technology (2020) 76, 113-118.
- 2) “Elevation of the flow temperature of gels formed by nano fibers of Poly(L-lactic acid) by surface crystallization induced by block copolymers” Matsuda, Yasuhiro. Fukui, Takahiro. Ishima, Shun-ich. Takahara, Atsushi. Tasaka, Shigeru. Polymer (2019) 181, 121768.
- 3) “Ferroelectric behavior in vinylidene chloride copolymers” Barique, Mohammad Abdul. Matsuda, Yasuhiro. Matsuyama, Kazuma. Tasaka, Shigeru. Ferroelectric Letters Section (2019) 46(1-3) 1-7.
- 4) “Crystalline Structure and Unusual Dielectric Behavior of Nylon 93” Matsuda, Yasuhiro. Oishi, Takuya. Barique, Mohammad Abdul. Tasaka, Shigeru. Polymer Journal (2019) 51(4), 433-438.

#### 【国際会議における招待講演】

- ・ “Change of Structure and Viscosity Enhancement of a Double-helical Polysaccharide, Xanthan Induced by Thermal Renaturation” Yasuhiro Matsuda, Advances in Polymer Science and Rubber Technology, 25 September 2019.

#### 【国内会議における招待講演】

- ・ 「キサントンの酸性化での熱変性・再性」 松田靖弘, 第12回PJゼオン賞受賞者座談会

#### 【国内学会発表件数】

- ・ 高分子学会、繊維学会、日本レオロジー会など15件

#### 【受賞・表彰】

- ・ 松山和馬, 第169回東海高分子研究会講演会優秀ポスター賞 “ポリカーボネートに観測される2つの非晶状態” 高分子学会東海支部

## (5) エネルギーシステム部門

部門長 二又 裕之

### 1. 部門の目標・活動方針

エネルギーシステム部門は 13 名の教員から構成されている。本部門では、持続的成長が可能な社会を構築するために必要な産業技術の基盤となる生産システムとプロセス制御技術、ゼロエミッション技術、新・省エネルギー技術、ならびに環境影響評価技術等の研究開発を行う。

経済のグローバル化が進む半面、主要各国の財政基盤の脆弱化、ナショナリズムの台頭による内向き志向が一部の国では具体化・顕著化され、その影響が波及する中で世界情勢の不安定さは増大傾向にある。化石エネルギーの需給状況は原油価格が落ち着いたものの、世界的に未だ化石燃料への依存度は高い。先進各国においては再生可能エネルギーの開発・実用化が進むものの、水素エネルギーの社会実装は大きくは進んでいない。従来型天然ガスの価格低下からシェールガスの開発は足踏み状態にある。一方、大気中二酸化炭素濃度は上昇を続け、地球温暖化と考えられる異常気象が顕在化している。エネルギーのグリーン化、経済の拡大、ならびに化石燃料の消費に伴う二酸化炭素の排出をどう抑制するか、また原発事故後の困難な問題に科学・技術者としてどう貢献できるかなど、研究者・技術者に課せられた責任は極めて大きい。広い視野を持つとともに、愚直とも言える日々の研究への取り組みが重要である。化石燃料の大量消費による地球環境破壊を回避するために、各専門分野に深く切り込むとともに、領域を超えた発想により各専門分野の深いところでイノベーションを創出し、かつ実用化を見据えて各分野間の連携・融合を促進する本部門の基調を継続して実施している。この考えの下、例えば『電力変換器におけるスイッチングアシスト技術の基盤確立と応用展開(科研費基盤 B、平成 28 年～平成 30 年)』や『産業排出 CO<sub>2</sub> ガスの高度で高効率な資源変換を図る革新型触媒反応システムの開拓(科研費基盤 B、平成 29 年～平成 31 年)』を推進してきた。さらに、『半導体レーザー維持プラズマの高効率化機構の解明と宇宙推進機への応用(科研費基盤 A、平成 30 年～R3 年)』、『超効率的嫌気廃水処理を誘導する微生物電子共生系の解明(科研費基盤 B、平成 30 年～R2 年)』さらに、SATREPS 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム『地方電化及び副産物の付加価値を目指した作物残渣からの革新的油脂抽出技術の開発と普及』も国際規模で展開されている。これらの成果を広く世界と地域に還元し、イノベーションの創出を目指す。

### 2. 教員名と主なテーマ(◎はコア教員)

- ◎二又 裕之：微生物生態系を用いた環境浄化とエネルギー生産
- ・大岩 孝 彰：超精密な機械の実現を目指して
- ・桑原不二朗：多孔質体理論に基づく熱移動プロセス
- ・孔 昌 一：超臨界流体物性測定およびナノ炭素材料の創製
- ・島村 佳 伸：ナノ・グリーン複合材料の強度と破壊
- ・野口 敏 彦：高パワー密度電力変換器とモータドライブ
- ◎早川 邦 夫：塑性加工における材料挙動・損傷・破壊の解明
- ・福田 充 宏：環境負荷の小さな冷凍機および流体機械の研究
- ・福原 長 寿：創エネルギーの新技术－構造体触媒システム開発
- ・朝間 淳 一：精密磁気浮上技術の開発とその省エネ技術への応用

- ・ 真田 俊之 : 分散性混相流の微細構造解明と産業応用
- ・ 松井 信 : レーザーを用いた宇宙工学への応用
- ・ Mobedi Moghtada : Heat transfer enhancement

### 3. 主な研究活動

- (1) 国際学会発表 94 件以上、国内学会発表 173 件以上、論文数 74 編以上を発表した。科研費基盤 A を 1 件、基盤 B を 6 件、基盤 C を 2 件、挑戦的萌芽研究 2 件(以上、代表者としての獲得件数)、企業との共同研究 25 件以上、経産関連の研究費を得るなど、活発に研究活動を実施した。
- (2) 経済産業省中小企業経営支援等対策費補助金(戦略的基盤技術高度化支援事業)「自動車及び産業機械分野を含む構造部品軽量化の為に繊維強化熱可塑複合材料の引抜き成形技術の確立及び製品化」(副総括研究代表者: 島村教員)
- (3) 第7回 超領域国際シンポジウム  
令和2年3月5日 The 6th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2020 の開催に協力した。
- (4) 国際連携
  - ・ 令和元年 10 月にインドにおいてIITハイデラーバード校での大学フェアに参加し、教員間ネットワークの構築を図った。
  - ・ 令和元年 11 月 IITH 新学長が浜松キャンパスに来訪され、創造大学院と DDSP を締結した。
- (5) 受賞
  - ・ 複数の研究室が、国際国内学会において 20 件以上受賞。
- (6) 社会貢献
  - ・ 浜松地域 CFRP 事業化研究会 副会長(島村教員)。
  - ・ 日本溶接協会原子力小委員会疲労ナレッジQ&A小委員会(Phase3) 中立委員(島村教員)。

### 4. 今後の展開

我々は農工情連携による持続可能な循環型社会の実現を目指し、エネルギーシステム部門、環境サイエンス部門、統合バイオサイエンス部門といったグループと分野横断的な協力しながら研究開発を進めている。特に、グリーン科学技術研究所との連携を強化するとともに、地方自治体や地域産業界と一体となった実用化研究を進める。今後も、産学官連携を強力に推進し、地域、世界のために貢献する。

## 超精密な機械の実現を目指して

兼担・教授 大岩 孝彰 (OIWA Takaaki)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野： 精密機構、精密計測、精密メカトロニクス  
email: oiwa@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://ars.eng.shizuoka.ac.jp/~oiwa/>



### 【 研究室組織 】

教 員：大岩 孝彰  
博士課程：1名 (創造科技院)  
修士課程：M2 (2名)、M1 (2名)  
学 部 生：B4 (4名)

### 【 研究目標 】

現在「ナノテク」により精緻なものを作る技術が確立されつつあるが、人類の生活に必要な1 cm～1 m 程度の大きさの部品をナノメートルオーダの精度 [相対不確かさ： $10^{-7} \sim 10^{-9}$  (ナノ)] で加工や計測を行うための手法は開発途上にある。このように精密な加工機や測定機を実現するためには、正確に運動し高剛性なメカニズムが必要となるが、現実には機械要素の運動誤差や内・外乱 (力・振動・熱) などのために、運動精度の向上は非常に困難である。本研究室では、アッペの原理に代表される精密機械の基本原則を遵守しつつ適切な計測制御技術を応用することにより、6自由度完全相対運動を実現する超精密メカニズムの開発を目指している。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) ワーク・ツール間の6自由度完全相対運動を目指した超精密機械の開発

機械の運動を乱す内・外乱例えば内外力や室温変動などの影響を排除・低減するため、工作物 (ワーク) とツール (刃物またはプローブなど) の間の6自由度相対運動 (位置・姿勢) を計測するフィードバックセンサとして6自由度パラレルメカニズムを用い、機械の運動を補正する新しい概念の機械を創製する (科研費基盤C)。

#### (2) パラレルメカニズムを用いた精密機構に関する研究

パラレルメカニズムは高速・高剛性・高精度という特長の他、6自由度の運動をコントロール (計測・駆動) できるため、アッペの原理を満足させるメカニズムが可能になり、姿勢誤差の影響を排除することが可能になる。このメカニズムを三次元座標測定機等に応用し、キャリブレーション (校正) に関する研究、ジョイントとリンクの運動誤差 & 熱的伸縮の補正、およびフレーム部の弾性変形と熱的変形の補正などに関する研究を行っている。

#### (3) 光ファイバを用いた高感度3Dタッチトリガープローブの研究

三次元座標測定に用いるタッチプローブの高精度化のために、先端球の変位と方向をスタイラスに内蔵した3台の光ファイバ変位計で検出し、プリトラベルの短縮化を実現する。

#### (4) 超音波振動を用いたリニアボールガイドの摩擦低減に関する研究

転がりボールガイドの転動体と軌道面の間を相対的に加振し、位置決め精度向上と整定時間短縮を目指す。

### 【 今後の展開 】

上記のように超精密に運動する機械要素、センサ、メカニズムおよび制御技術などを開発する

ことにより、超精密な機械システムの実現を目指す。

【 学術論文・著書 】

- 1) 森洸太郎, 朝間淳一, 大岩孝彰, 鳥居孝夫 : 2 自由度制御形磁気浮上モータにおける d 軸電流を用いた共振回避法, 日本機械学会論文集 Vol. 85, No. 872 (2019)pp18-00417.
- 2) J. Asama, T. Oiwa, T. Shinshi, and A. Chiba, “Experimental Evaluation for Core Loss Reduction of a Consequent-Pole Bearingless Disk Motor Using Soft Magnetic Composites”, IEEE Transactions on Energy Conversion. Volume: 33 Issue 1,(2018.3) pp.324 - 332.

【 国際会議発表件数 】

- 1) Shivagurumoorthy.S.S, Takaaki Oiwa: Estimation of Frequency Response of Laser-Interferometric Displacement Measurement Tracking System, The 6th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University (ISFAR-SU2020), pp.95.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 精密工学会春季大会学術講演会 : 2 件

【 受賞・表彰 】

- ・ 精密工学会東海支部 第 67 期支部賞 2020. 3. 13

【 その他 】

- ・ 文科省科研費基盤 C 研究代表者 継続
- ・ 公益財団法人浜松地域イノベーション推進機構 A-SAP 産学官金連携イノベーション推進事業
- ・ 2019 年度精密工学会秋季大会実行委員長, 2019. 9. 4~6, 静岡大学浜松キャンパス

## 超臨界流体物性測定およびナノ炭素材料の創製

兼担・教授 孔 昌一 (KONG Chang Yi)  
 環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 工学部 化学バイオ工学科及び  
 大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)  
 専門分野: 超臨界流体、熱物性、炭素ナノ材料  
 e-mail address: kong.changyi@shizuoka.ac.jp  
 homepage: http://cheme.eng.shizuoka.ac.jp/chemsys/koulab.html



### 【 研究室組織 】

教 員 : 孔 昌一、三宅 浩史 (工学部助教)  
 博士課程 : JIAOJIAO MA (創造科技学院 D2)  
 修士課程 : M2 (4名)、M1 (4名)

### 【 研究目標 】

持続可能な社会の構築には、地球環境汚染問題の改善やエネルギーの有効利用の実現が、今後とも急務となっていくと考えられる。温度・圧力は臨界温度・臨界圧力を越えた流体は、超臨界流体であり、有害な有機溶媒や溶媒性能が物足りない有機媒体の代わりとして期待され、その応用分野は近年急速に広がりつつある。本研究室では、超臨界流体中の輸送物性および溶平衡物性の実測および理論に関する基礎研究を行うと共に、エネルギーの有効利用に関わる次世代高機能性材料の創製を目的とした応用研究も行っている。一方、二次元炭素材料グラフェン (sp<sup>2</sup> 結合によりハニカム構造を形成し、C 原子 1 層分厚さをもつ) は高熱伝導性・高電気伝導性・高機械的・高光学的特性をもち、次世代エレクトロニクス材料として注目されている。本研究室では、酸化還元法について研究を行い、低温かつ高品質なグラフェンや多孔体炭素材料の創製技術の開発も試みる。当面の研究目標を以下に列記する:

- (1) 超臨界流体中の拡散係数の測定と相関、(2) 超臨界流体クロマトグラフィーを用いた部分モル体積や溶解度測定法の開発、(3) 酸化グラフェンの合成、(4) 環境に優しい還元型グラフェンの創製とその応用展開、(5) 多孔体の創製とその応用展開

(1) CO<sub>2</sub>, (2) pump, (3) pressure gauge, (4) injector, (5) sample, (6) preheating column, (7) coated column, (8) packed column, (9) water bath, (10) PC, (11) UV detector, (12) flow meter, (13) pressure regulator.

$D_{12} T, 10^{-11} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$\eta, 10^{-6} \text{ Pa s}$

Legend for CO<sub>2</sub>:  
 ● 298.15 K  
 ▲ 303.15 K  
 ▼ 308.15 K  
 ◆ 313.15 K  
 △ 318.15 K  
 ▽ 323.15 K  
 ◇ 328.15 K  
 ○ 333.15 K  
 ◊ 343.15 K

Legend for ethanol:  
 ● 298.15 K  
 ▲ 303.15 K  
 ▼ 308.15 K  
 ◆ 313.15 K  
 △ 318.15 K  
 ▽ 323.15 K  
 ◇ 328.15 K  
 ○ 333.15 K  
 ◊ 343.15 K

近年超臨界流体技術を用いて金属ナノ材料や医薬品製造に関する研究が盛んに行われている。ここでは、装置設計・最適化・スケールアップなどには不可欠な超臨界流体中の拡散や溶解度などの熱物性の実測を行っている。

Heater, Substrate, Argon atmosphere, Ejected Cu atoms, magnetic factor, layer (Cu), Power source, Vacuum pump, Ar, H<sub>2</sub>.

CO<sub>2</sub>, GO, rGO, Shirley Substrate, HI(l) → HI(g), Hot plate.

GO

還元

rGO

グラフェンは、次世代エレクトロニクス材料として注目され、我々は黒鉛からグラフェンの量産化技術の開発を行っている。

## 【 主な研究成果 】

### (1) 超臨界流体クロマトグラフィーを用い、薬物の拡散係数と部分モル体積の測定

超臨界二酸化炭素中におけるイブプロフェンの拡散係数と部分モル体積を、GIR法を用いて幅広い温度・圧力範囲で正確に測定できた。

### (2) 多孔体の材料の創製法の開発

黒鉛から酸化することにより、酸化グラフェンを合成した。それから、大気圧下で、低温処理手法により環境に優しい酸化グラフェンの還元手法を開発した。

## 【 今後の展開 】

未だに地球環境汚染問題の改善が見られない中、今後も環境に優しい新もの作り技術の開発が急務となっていくと考えられる。超臨界流体は有害な有機溶媒や性能が物足りない有機溶媒の代わりとして用いられ、その応用分野は近年急速に広がりつつある。私はグリーンケミストリーである超臨界流体技術について継続して研究していく。具体的には液体から超臨界状態まで幅広い粘度範囲での輸送物性・平衡物性に関する基礎研究と多孔体炭素材料創製に関する応用研究について勢力的に行う。同時に、外部資金の獲得や企業との共同研究にも力を入れたいと考えている。

## 【 学術論文・著書 】

- 1) C. Y. Kong, K. Sugiura, T. Funazukuri, K. Miyake, I. Okajima, S. Badhulika, T. Sako, The retention factors and partial molar volumes of ibuprofen at infinite dilution in supercritical carbon dioxide at T=(308.15, 313.15, 323.15, 333.15, 343.15 and 353.15) K, *Journal of Molecular Liquids*, 296, 111849, 2019.
- 2) R. Sankar Ganesh, E. Durgadevi, K. Silambarasan, M. Navaneethan, S. Ponnusamy, C. Y. Kong, C. Muthamizhchelvan, Y. Shimura, Y. Hayakawa, Effect of ethylenediamine on morphology of 2D Co-Mo-S@NG hybrids and their enhanced electrocatalytic activity for DSSCs application, *Mater. Sci. Semicond. Process.*, 105, 104725, 2020.
- 3) L. Durai, C. Y. Kong, S. Badhulika, One-step solvothermal synthesis of nanoflake-nanorod WS<sub>2</sub> hybrid for non-enzymatic detection of uric acid and quercetin in blood serum, *Materials Science and Engineering C*, 107, 110217 (11pp), 2020.
- 4) C. Y. Kong, K. Sugiura, S. Natsume, J. Sakabe, T. Funazukuri, K. Miyake, I. Okajima, S. Badhulika, T. Sako, Measurements and correlation of diffusion coefficients of ibuprofen in both liquid and supercritical fluids, *J. Supercrit. Fluids*, 159, 104776, 2020.

他 8 件

## 【 国際会議発表件数 】

- 1) J. J. Ma, K. Miyake, C. Y. Kong: "Synthesis of reduced graphene oxide composites using microwave treatment as high-performance electrodes for supercapacitor devices", the 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering Congress (18th APPChE), Sapporo, Japan, September, 23-27, 2019.

他 6 件

## 【 国内学会発表件数 】

- ・ 化学工学会、高圧力学会、分離技術会など 5 件

## 先進複合材料の強度と破壊、金属疲労

兼担・教授 島村 佳伸 (SHIMAMURA Yoshinobu)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野： 複合材料工学、材料強度学、材料力学  
e-mail address: shimamura.yoshinobu@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://mechmat.eng.shizuoka.ac.jp>



### 【 研究室組織 】

教 員：島村 佳伸、東郷 敬一郎 (副学長・理事)、藤井 朋之 (工学部准教授)

博士課程：Devendran Thirunavukarasu (創造科技学院 D3)

修士課程：M2 (4名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

複合材料・金属材料の強度と破壊に関して、基礎研究とその産業的応用を含めた研究を両立させながら研究を遂行していくことで、知の創造とイノベーションへの貢献をすることを目標とする。

- (1) カーボンナノチューブ集合体の複合材料応用に関する研究
- (2) セルロースナノファイバーを用いた複合材料の住設部材への適用に関する研究
- (3) 超音波疲労試験機を用いた高強度金属の超高サイクル疲労に関する研究
- (4) 超音波疲労試験機を用いた炭素繊維強化プラスチックの超高サイクル疲労試験法の開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) カーボンナノチューブ集合体の複合材料応用に関する研究

電子物質科学科 井上翼教員と共同で、カーボンナノチューブ集合体 (シートならびに紡績糸) の複合材料応用に関する研究を実施した。本年度はカーボンナノチューブ糸の細径化と熱処理がそのカーボンナノチューブの引張特性に及ぼす影響について主に検討した。

#### (2) セルロースナノファイバーを用いた複合材料の住設部材への適用に関する研究

環境省プロジェクト1件に参画し、セルロースナノファイバーを用いた複合材料の住設部材への適用に関する研究を実施した。

#### (3) 超音波疲労試験機を用いた高強度金属の超高サイクル疲労に関する研究

超音波ねじり疲労試験機を用いたフレッチング疲労試験手法の開発を継続して実施した。また、平均ねじり応力が作用可能な超音波ねじり疲労試験機を用いた高強度鋼の疲労試験を実施した。

#### (4) 超音波疲労試験機を用いた炭素繊維強化プラスチックの超高サイクル疲労試験法の開発

本研究室で開発した、超音波引張圧縮疲労試験機を用いた軸荷重疲労試験手法により、炭素繊維強化プラスチック積層板の超高サイクル域までの軸荷重疲労試験を実施した。

### 【 今後の展開 】

カーボンナノチューブ集合体を用いた高強度ナノ複合材料に関する研究開発を今後もすすめて、カーボンナノチューブが持つポテンシャルを最大限に活用できる複合材料の開発を目指していきたい。また社会の安全・安心を保つため、金属材料、先進複合材料の疲労に関する研究により社会貢献を果たしていきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) Infrared-driven Poly(vinylidene difluoride)/tungsten Oxide Pyroelectric Generator for Non-contact Energy Harvesting, Chang-Mou Wu, Min-Hui Chou, Tolesa Fita Chala, Yoshinobu Shimamura, and Ri-ichi Murakami, Composites Science and Technology, 178, pp.26-32 (2019)
- 2) Property Improvement of CNT Spun Yarns and Their Composites Through Pressing, Stretching and Tensioning, Tran Huu Nam, Ken Goto, Yoshinobu Shimamura, Yoku Inoue, and Shinji Ogihara, Advanced Composite Materials, 28(5), pp.507-524 (2019), DOI:10.1080/09243046.2019.1610586
- 3) Feasibility Study on Application of Synchrotron Radiation  $\mu$ CT Imaging to Alloy Steel for Non-Destructive Inspection of Inclusions (Communiaton), Yoshinobu Shimamura, Shinya Matsushita, Tomoyuki Fujii, Keiichiro Tohgo, Koichi Akita, Takahisa Shobu and Ayumi Shiro, Metals, 9(5), 527 (2019)
- 4) Improved Mechanical Properties of Aligned Multi-Walled Carbon Nanotube/Thermoplastic Polyimide Composites by Hot Stretching, Tran Huu Nam, Ken Goto, Toshiki Kamei, Yoshinobu Shimamura, Yoku Inoue, Satoshi Kobayashi, Shinji Ogihara, Journal of Composite Materials, 53(9), pp.1241-1253 (2019)

他 3 件

【 国際会議発表件数 】

- 1) Fretting Fatigue Behaviour of Alloy Steel in the Very High Cycle Region, Yoshinobu Shimamura, Reo Kasahara, Hitoshi Ishii, Keiichiro Tohgo, Tomoyuki Fujii, Toru Yagasaki and Soichiro Sumida, The 12th International Conference on Multiaxial Fatigue and Fracture (ICMFF12), 18002(5p), (2019), Bordeaux, France
- 2) Very High Cycle Fagitue of CFRP Laminate, Yoshinobu Shimamura, Takuya Hayashi, Hitoshi Miyazaki, Keiichiro Tohgo and Tomoyuki Fujii, The 2nd International Conference on Nanomaterials & Advanced Composites, p.46 (2019), Taipei, Taiwan (Invited)

他 4 件

【 国内学会発表件数 】

日本機械学会、日本材料学会、日本複合材料学会など 9 件

【 招待講演件数 】

- 1) 日本材料学会第 68 期学術講演会 信頼性フォーラム (2019. 5. 26)
- 2) The 2nd International Conference on Nanomaterials & Advanced Composites (2019.8.10)
- 3) 日本複合材料学会 東北・北海道支部 特別講演会 (2019. 12. 18)

【 受賞・表彰 】

- 1) Devendran Thirunavukarasu (D3), Best (Student) Paper Award, The 12th Korea-Japan Symposium on Composite Materials (2019.12.6), 「Preparation and Mechanical Characterization of Cellulose Nanofiber Reinforced Epoxy Films Using Solution Dipping Technique」

## 塑性加工における材料挙動・損傷・破壊の解明

専任・教授 早川 邦夫 (HAYAKAWA Kunio)  
環境・エネルギーシステム専攻 (副担当: 工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野: 塑性加工学  
e-mail address: hayakawa.kunio@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://plasticity.html.xdomain.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 早川 邦夫  
博士課程: 渡邊 敦夫、王 思聰、楊 昊 (D2)、Arunagiri Azhagar (D1)  
修士課程: M2 (3名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

塑性加工における精密な数値解析のための、材料挙動の精密な評価、損傷・破壊を考慮した解析手法の確立、工具損傷の実験的検出・予知技術の確立を目指している。また、各種塑性加工用潤滑剤の潤滑性能評価手法についての研究を行っている。

- (1) 異方損傷モデルによる冷間鍛造における延性破壊の予測手法の開発
- (2) 電解作用を用いた超硬合金のミーリング加工
- (3) NiTi 合金の切削加工特性の解明に関する研究
- (4) 冷間鍛造における環境対応潤滑剤の性能評価および性能向上
- (5) 熱可塑性樹脂炭素繊維複合材料を用いた塑性加工

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 異方損傷モデルによる冷間鍛造における延性破壊の予測手法の研究

冷間鍛造における延性破壊の予測精度向上と損傷現象の解明を目的とし、異方損傷モデルを開発した。延性破壊の主要な機構であるせん断方向の割れを表現できる様な改良を施し、実際の加工部品における割れの予測に適用した。

#### (2) 電解作用を用いた超硬合金のミーリング加工

超硬合金冷間鍛造金型を高速・高精度・高品位に加工する技術を開発するため、電解機械複合加工について注目している。電解現象を利用することで、超硬合金の切削抵抗を大幅に低減できた。さらに、複合加工する場合に超硬合金の結合剤である Co が電解作用により除去され、効率的な加工ができていたことがわかった。

#### (3) NiTi 合金の切削加工特性の解明に関する研究

機能性金属材料である NiTi 合金の切削加工後の寸法精度や切削加工面の品質等の特性が良好でない原因として、超弾性がこれらの切削加工特性に大きな影響を与えることが解明された。

#### (4) 冷間鍛造における環境対応潤滑剤の性能評価および性能向上

冷間鍛造に用いられる環境対応潤滑剤の潤滑性評価のための試験法について、速度依存性を正確に予測することを目的とした実験および解析を実施した。

### 【 今後の展開 】

プレス成形、冷間鍛造の省エネルギー化としては、最適なプロセス設計、潤滑性能の解明とその性能向上、材料の特性を生かした高強度部材の製造などがあり、精密な実験および数値解析が不可欠である。当研究室では、その分野における基礎的研究を推進し、日本のものづくり技術を支えていきたいと考えている。また、引き続き、地域企業との産学連携にも積極的に取り組んでいきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) 渡邊敦夫, 早川邦夫, 藤川真一郎, 志賀則幸: 異方損傷モデルによる冷間鍛造における延性破壊の予測手法の提案, 塑性と加工, 60-703 (2019), 221-227.
- 2) S. Narita, K. Hayakawa, T. Uemori, Y. Kubota: Evaluation of strength of stainless steel bolt without heat treatment considering Bauschinger effect during manufacturing process, Journal of Materials Processing Technology, 278 (2019), 116481.
- 3) A. Subrahmanyam, R. Lingam, K. Hayakawa, S. Tanaka, N. V. Reddy: Experimental and Numerical Investigation of Residual Stresses in Incremental Forming, MATERIALS TRANSACTIONS, 61-2 (2020), 228-233.
- 4) A. B. Aripin, M. Nishi, K. Suzuki, K. Hayakawa: Evaluation of the Mechanical and Electromagnetic Shielding Properties of Carbon Fiber Reinforced Thermoplastics Sheet Made of Unidirectional Tape, MATERIALS TRANSACTIONS, 61-2 (2020), 251-255.
- 5) A. Azhagar, K. Hayakawa: Effects of Tool Surface Geometry on Temperature Distribution and Material Properties of an Aluminum Alloy in Friction Stir Welding, MATERIALS TRANSACTIONS, 61-2 (2020), 276-281.
- 6) I. Takahashi, K. Hayakawa, Y. Kubota, I. Ishibashi, T. Nakamura: Effect of Production Rate on Lubrication Performance of Environmentally-Friendly Lubricant in Combined Forward-Can and Backward-Can Cold Extrusion Test of Aluminum Alloy, MATERIALS TRANSACTIONS, 61-2 (2020), 289-294.
- 7) 王思聰, 後藤昭弘, 小土橋陽平, 中田篤史, 陳俊達, 陳彦東, 早川邦夫: Cr を含む鋼材の電解加工における鉄イオン添加電解液による六価クロム生成防止の研究, 電気加工学会誌, 54-135 (2020), 2-9.
- 8) 王思聰, 後藤昭弘, 中田篤史, 白井康介, 脇川祐介, 坂部晃紀, 陳俊達, 早川邦夫: 電解現象を利用した超硬合金のミーリング加工の研究 一切削抵抗の測定と加工現象の調査一, 電気加工学会誌, 54-135 (2020), 22-30.
- 9) A. B. Aripin, T. Yamamoto, M. Nishi, K. Hayakawa: Electromagnetic shielding property of laminated carbon fiber tape reinforced thermoplastics, Polymer-Plastics Technology and Materials, 59-12 (2020), 1308-1316.

【 国際会議発表件数 】

- 1) The 2nd Asian Pacific Symposium on Technology of Plasticity APSTP 2019, Tokyo, Japan, July 31st – Aug. 3rd, 2019 (5件)
- 2) The 52<sup>nd</sup> International Cold Forging Group, ICFG2019, Donostia-San Sebastian, Spain, Sept. 15th – 18th
- 3) 5th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2019, March 5, 2020, Shizuoka, Japan 計7件

【 国内学会発表件数 】

- ・平成31年度塑性加工春季講演会, 第59回塑性加工連合講演会, 日本鉄鋼協会第176回講演大会, 計6件

【 受賞・表彰 】

- 1) Best Paper Award, I. Takahashi, K. Hayakawa, Y. Kubota, I. Ishibashi, T. Nakamura, 2019.8.3, “Effect of Deformation Rate on Lubrication Performance of Environmentally Friendly Lubricant in Cold Forward Can – Backward Can Combined Extrusion”, APSTP2019
- 2) 西山記念賞, 早川邦夫, 鉄鋼材料の塑性加工プロセス解析の高精度化, 2020.3.17, 日本鉄鋼協会

## 環境負荷の小さな冷凍機および流体機械の研究

兼担・教授 福田 充宏 (FUKUTA Mitsuhiro)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野： 冷凍工学、流体機械工学  
e-mail address: fukuta.mitsuhiro@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/fluidmech-lab/>



### 【 研究室組織 】

教 員：福田 充宏、本澤 政明(工学領域 准教授)

修士課程：M2 (5名)、M1 (7名)

学 部 生：B4 (7名)

### 【 研究目標 】

冷凍空調システムは生活や工業プロセスになくはならないものであるが、サイクルに使用されている冷媒は地球温暖化係数が大きいもの（フロン冷媒）が多く、また冷凍空調システムで消費されているエネルギーの削減は社会的に大きな課題である。研究室では、以下のようなテーマで冷凍空調システムの高効率化に関する研究を行っている。このような研究をしている公的な研究機関は少なく、当該分野への人材輩出や国内外の企業との共同研究より実績を上げていく。

- (1) 冷凍空調サイクルの心臓部である圧縮機の性能向上や圧縮機内部の流動状態の解明
- (2) 膨張機によるエネルギー回収
- (3) 自然冷媒を用いたサイクルの応用
- (4) 冷凍サイクル内における計測技術の開発
- (5) 冷凍サイクル内におけるナノ流体の物性および挙動解明

### 【 主な研究成果 】

#### (1) スクロール圧縮機のチップシールにおける漏れと摩擦の同時測定

スクロール圧縮機では、圧縮室からの漏れを減少させるため、歯形の先端にチップシールが用いられる。本研究ではチップシール下面の漏れと摩擦を同時かつ高精度で測定できるモデル試験装置の製作を行い、様々なパラメータが漏れと摩擦に与える影響について検討した。その結果、上流圧力が異なる場合には無次元接触荷重を用いることで漏れが一般化でき、チップシールの幅が広いほど漏れと摩擦を同時に低減できることが分かった。油供給量については、接触面の合成表面粗さの3倍のすき間を流れる程度の油を供給することで、実機の条件においてシール性能を確保できる。回転数は漏れへの影響は小さいが、潤滑状態は回転数とともに変化し、実機の運転条件においては混合潤滑領域であると推定された。

#### (2) 圧縮機内の微小すき間における漏れ挙動の検出

冷媒圧縮機では微小すき間における漏れを油によりシールしているが、油の供給量が増えると液圧縮により圧縮機にダメージを与えたり、油のサイクルへの流出によりシステム性能が低下したりするため、実運転時における漏れのシール具合をモニターして、油の給油量と性能との関係を明らかにする必要がある。本研究では圧縮機内の微小すき間部に静電容量センサを設置し、これまでに漏れのボイド率をセンサ出力との関係を明らかとした。今後は実機運転時の微小すき間における漏れ流れについて、運転条件と油による漏れのシール具合との関係を調査する予定である。

#### (3) 冷凍サイクルにおける乾き度測定

インジェクションを伴う冷凍サイクルでは、蒸発器の出口やインジェクションラインにおいて乾き度の測定が望まれているが、一般に気液二相流では気相と液相の間に速度差があるため、乾き度の計測は困難であった。本研究では流れを細管に通してプラグ流化する方法において、細管の本数を増やした場合の精度を確認すると共に、ヘッド内の液面計測のみで大流量への対応が可能な新たな計測法について計測器を試作し、基礎的な特性を明らかとした。

#### 【 今後の展開 】

冷凍空調用圧縮機およびサイクルに関する研究を継続する。また、冷凍サイクルにおける測定装置の開発の他、冷凍装置へのナノ流体の適用を目的とした基礎研究を開始する。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) 福田 充宏・曾谷 健・本澤 政明, スクロール圧縮機のチップシールにおける漏れと摩擦の同時測定, 日本冷凍空調学会論文集, 37-2, 2020. 掲載決定
- 2) M. Motozawa, S. Ishii, M. Fukuta, Experimental Study on Contribution of Clustering Structure to Surface Tension Change of Magnetic Fluid under Magnetic Field, Journal of Magnetism and Magnetic Materials. In Press
- 3) M. Motozawa, N. Nakayama, M. Fukuta, Flow and Heat Transfer of Turbulent Magnetic Fluid Flow in Long Magnetic Field Area, Journal of the Japan Society of Applied Electromagnetics and Mechanics, Vol. 27, No.1 (2019), pp. 115-121, 2019.

#### 【 解説・特集 】

- 1) A. A. Murthy, A. Subiantoro, S. Norris, M., A review on expanders and their performance in vapor compression refrigeration systems, Int. J. of Refrigeration, vol.106, 427-446, 2019.

#### 【 特許等 】

- ・ 稲葉, 福田, 本澤, 藤原, 乾き度計測システム, 特願 2020-040588, 2020. 3. 10

#### 【 国際学会発表件数 】

- ・ S. Ishii, M. Motozawa, M. Fukuta Experimental Study on Contribution of Clustering Structure to Surface Tension Change of Magnetic Fluid under Magnetic Field, 15th International Conference on Magnetic Fluid (ICMF2019), Paris, 2019.7

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 西畑克哉, 福田充宏, 本澤政明, 森下翔太, 牧本直也, 冷凍サイクルにおける乾き度測定法に関する研究(Ⅱ), 2019年度日本冷凍空調学会年次大会, 東京, A233, 2019. 9.
  - ・ 石井壮一郎, 本澤政明, 福田充宏, 印加磁場下における磁性流体内のクラスタ成長が表面張力に及ぼす影響, 2019年度磁性流体連合講演会, 名古屋, pp. 31-32, 2019. 12.
- 他 2 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 企業での工学講座 1 件
- 2) 研究会、学会でのセミナー講演 2 件

#### 【 新聞報道等 】

- ・ 学生フォーミュラプロジェクトのラジオ報道、新聞報道

## 分散性混相流の微細構造解明と産業応用

兼任・准教授 真田 俊之 (SANADA Toshiyuki)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野： 流体工学、混相流  
e-mail address: sanada.toshiyuki@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://ars.eng.shizuoka.ac.jp/~ttsanad/index.html>  
<https://wpp.shizuoka.ac.jp/multiphase/>



### 【 研究室組織 】

教 員：真田 俊之、水嶋 祐基 (学術院工学領域)

博士課程：楠野 宏明 (創造科技院 D3)

修士課程：M2 (2名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

気泡や液滴の詳細挙動といった混相流の微細構造を解明し、産業への応用を目標としている。応用分野として、化学プラントや蒸気発電プラントが挙げられる。また基礎研究を行うだけでなく、これらの研究で培った知見を活かして、様々な実用的な流体工学問題に取り組む。さらに流体の物理的作用を積極的に使用し洗浄液無しの技術の確立に向けた基礎研究と実際の洗浄工程への応用に挑戦する。主に次の研究テーマに取り組んでいる。

- (1) 複数気泡挙動、気泡境界層のモデリング
- (2) 高速液滴衝突挙動の解明
- (3) PVA ブラシ洗浄機構の解明
- (4) 微細構造への効率的な液体侵入法の開発
- (5) 極限状態での液膜厚さや圧力測定法の開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 気泡間相互作用による気泡に働く揚力の解明

鉛直線上を上昇する2気泡の挙動について、実験的および数値的解析によって、気泡に働く揚力を解明した。実験は、前方気泡の後流によって後方気泡が接近した後の挙動に着目するため、中間レイノルズ数領域でかつクリーン気泡の条件下にて実施した。その結果、後方気泡は確かに接近後に後方気泡が逸脱する挙動が確認され、後方気泡のみならず前方気泡にも揚力が働くことが示された。この逸脱のメカニズムは2気泡の僅かな気泡径に依存し、同じ気泡径もしくは後方気泡が若干大きな場合には反発力が働くこと。また後方気泡が小さな場合には後流による速度勾配によって揚力が働き、この力が後方気泡の逸脱の原因であることを示した。

#### (2) 音波照射による液体中での微細構造にトラップされた気体の排出

音波照射によって、液体中の微細孔でトラップされた気体の排出を促進させる手法を開発した。昨年度までに構築した微細孔内部の気柱の固有振動数を利用し、水中スピーカーから発する音波を微細孔に照射することで、微細孔に圧力変動を印加した。その結果、気柱が振動し複数の気泡へと分裂したため、分裂後の気泡の固有振動数を見積もることによって、気柱の固有振動数が分裂後の固有振動数へと変化する音波である周波数挿引を利用することで、気体を完全に排出させることに成功した。

### (3) 相対運動を行う PVA ブラシの変形解析および付着力の測定と評価

真実接触面積可視化法を用いて、水平軸周りに回転しているローラーブラシを鉛直軸回転させ、回転しているウェハと同じ相対挙動を模擬し接触領域の可視化を行った。その結果、ブラシの変形挙動をパターン化して条件とそのパターンのマップを作成した。また昨年度開発した PVA ブラシと表面との付着力測定装置を用いて、様々な材料での付着力測定を行った。その結果、付着力は、特定の高分子で高い値を示すこと、またブラシの使用時間に関連して付着力が減少することが明らかになり、この付着力測定法のブラシモニタリングへの応用の可能性が示唆された。

#### 【 今後の展開 】

気泡挙動の解析においては、数値解析によってより詳細な物理機構を調査する。また気流を用いて高速液滴衝突の実験装置の構築および光ファイバーを用いた衝突時に発生する圧力について直接高応答性で測定する方法開発などに従事する。さらに本年度作成した PVA ブラシの相対運動装置を使用して、ブラシの変形とその際のブラシからの水の給排水について調査を行う。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) H. Kusuno, H. Yamamoto, T. Sanada, "Lift force acting on a pair of clean bubbles rising in-line", *Physics of Fluids*, 31, 072105 (2019).
- 2) K. Yamada, Y. Mizushima, S. Hamada, A. Fukunaga, H. Hiyama, T. Sanada, "Measurement Method for Adhesion Forces between Polyvinyl Acetal Brushes and Flat Surfaces", *ECS Journal of Solid State Science and Technology*, 8(11), P740-749 (2019).
- 3) T. Ashida, M. Watanabe, K. Kobayashi, H. Fujii, T. Sanada, "Hidden prompt splashing by corona splashing at drop impact on a smooth dry surface", *Physical Review Fluids*, 5(1), 011601 (2020).
- 4) 古谷勇貴, 水嶋祐基, 渡部正夫, 真田俊之, 音波照射による閉端円管からの気体排出促進, *混相流*, 34(1), 111-117, (2020).

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) 10th International Conference on Multiphase Flow (ICMF2019), May 19-24, 2019, Rio de Janeiro, Brazil  
他 9 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本混相流学会、日本機械学会、応用物理学会など 1 2 件

#### 【 招待講演件数 】

- ・ 10th International Conference on Multiphase Flow (ICMF2019) (2019.5.20)

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 真田俊之、楠野宏明 (D3)、日本混相流学会論文賞 (2019. 8. 6) 「鉛直線上の 2 気泡間相互作用」
- 2) 楠野宏明 (D3)、日本混相流学会ベストプレゼンテーションアワード (2019. 8. 6) 「軸対称球形気泡周りの速度境界層分布」

## レーザーを用いた宇宙工学への応用

兼担・准教授 松井 信 (MATSUI Makoto)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野: 高温気体力学、プラズマ応用、宇宙推進工学  
e-mail address: matsui.makoto@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://ars.eng.shizuoka.ac.jp/~matsui/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員: 松井 信

修士課程: M2 (3名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

我々は、“プラズマ”と“レーザー”をキーワードとして大気圏突入時の高温気体力学、宇宙推進工学及びエネルギー工学への貢献を目的としている。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 半導体レーザーを用いたレーザー維持プラズマの生成
- (2) 衝撃波管/膨張波管気流診断
- (3) ソノルミネッセンスの発光現象の解明

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 高出力半導体レーザーを用いたクリプトンレーザープラズマの生成

前年度までのレーザープラズマはキセノンを用いていたが、キセノンは高価であるため産業応用には望ましくない。そこで本年度はクリプトンをベースとした純クリプトン、クリプトン/水素、クリプトン/アルゴンをを用いたレーザープラズマの生成条件及び温度等の所得の取得に成功した。

#### (2) 衝撃波管/膨張波管気流診断

CO<sub>2</sub> レーザー及び可視域半導体レーザーを用いて衝撃波前方領域の電子密度計測を可能とする高時間分解能ヘテロダイン型干渉計を構築し、JAXA 調布航空宇宙センターの衝撃波管気流へ適用した。その結果、衝撃波前方のプリカーサー領域及び衝撃波内の電子密度分布を取得することに成功した。

前年度までに開発した酸素分子をターゲットとした半導体レーザー吸収分光システムをマルチパス化することで感度を一桁以上上げることに成功した。開発したシステムを JAXA 宇宙科学研究所にある膨張波管に適用した結果、前方衝撃波による窓のゆらぎを抑えることで感度を維持したまま吸収信号を取得することに成功した。

#### (3) ソノルミネッセンスの発光測定

リン酸を溶媒としてシングルバブルソノルミネッセンスの発光強度を取得し、リン酸濃度 50%、溶存気体をキセノン 10kPa とすることで発光強度を従来の水に比べて一桁以上大きくすることに成功した。また時間分解発光分光計測を行った結果、水に比べ発光時間を 80ps から 690ps まで長くすることに成功した。

### 【 今後の展開 】

これまでは宇宙工学分野におけるプラズマの生成、診断の研究を中心に行っているが、最近ではグリーンエネルギー分野へのプラズマ応用へと幅を広げており今後も他分野との融合を進めていく予定である。そのためには現在工学研究科、グリーン科学技術研究所内の他、東京大学、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) と共同研究を進めているが今後は民間、海外機関とも積極的に進めて

いく。

【 学術論文・著書 】

- 1) Matsui, M., Ono, Y., and Mori, K., “Generating Conditions of Argon Laser-Sustained Plasma by Disk, Fiber and Diode Lasers,” Vacuum, Vol. 167, 2019., pp.490-494.
- 2) Hara, R., and Matsui, M., “Dependence of Phosphoric Acid Concentration on Emission Intensity and Temperature of Single Bubble Sonoluminescence,” Frontier of Applied Plasma Technology, Vol.12, No.1, 2019, pp.19-24.
- 3) 原涼馬, 松井信, “シングルバブルソノルミネセンス発光時間のリン酸濃度依存性,” プラズマ応用科学, Vol.28, No.1, 2020, pp.9-16.
- 4) Okamoto, T., Kobayashi, R., Ikutomo, S., Matsui, M., and Yamada, K., “Evaluation of Sensitivity and Spatial Resolution of Laser Absorption Spectroscopy Using Multi-pass Configuration for Expansion Tube Flows,” Frontier of Applied Plasma Technology, Vol.13, No.1, 2020, pp.39-40.

【 国際会議発表件数 】

- ・ Kamei, T., Niwa, W., Ishikawa, K., Matsui, M., and Mori, K., “Feasibility study of laser propulsion system for launch demonstration and generation of laser sustained plasma as heat source,” AIAA Scitech 2020 Forum, Hyatt Regency Orlando (アメリカ・オーランド), Jan. 6-10, 2020.

他 16 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、流体力学講演会、宇宙科学技術連合講演会など 15 件

【 受賞・表彰 】

- ・ 亀井知己 (M2), 日本機械学会三浦賞
- ・ 原 涼馬 (M2), 日本機械学会三浦賞
- ・ 岡本誉史 (M2), 日本機械学会三浦賞
- ・ 石川知義 (B4), 浜松工業会奨励賞
- ・ 原涼馬, 松井信, “不揮発性酸を使用したシングルバブルソノルミネセンスの発光測定,” 第 56 回関西・中部支部合同秋期大会, 中部支部学生賞, 関西大学, 2019.
- ・ 原涼馬, 松井信, “シングルバブルソノルミネセンス発光強度の溶存気体依存性,” 第 51 回流体力学講演会, 学生優秀賞, 早稲田大学, 2019.

## (6) 統合バイオサイエンス部門

部門長 徳元 俊伸

### 1. 部門の目標・活動方針

統合バイオサイエンス部門は31名の教員から構成され、バイオサイエンス研究分野の独創的な研究を活発に行った(本年度の成果については各教員の活動報告の項を参照)。本部門では、生物と環境の相互の動態、生物多様性のシステムとその適応の統一性を探索し、生命系の成り立ち、その仕組みを理解するため、分子化学と細胞レベル、個体や個体間にまで多彩な生命原理を明らかにし、高次生命活動の多様性に迫る研究を行っている。具体的な標的としては、生体分子集団の構造や機能の空間的、時間的な発現のメカニズムや分子間相互作用、及びシグナル伝達や細胞間相互作用などの高次システムを分子レベルで研究し、生命を司る分子集団の構築原理やそれを担う分子素子の動作原理を解明しようとしている。特に、バイオサイエンスに関連する新しい原理の発見は、本学の重点研究分野の一つであるナノバイオ科学の形成につながり、更に極限画像研究分野と連携を強めている。このような分野横断型の研究は、今後静岡県を中心とした地域の豊かな生物資源と電子・光産業の融合による新規健康、創薬、安全、高機能性食品等の応用開発型研究プロジェクトの形成・実施を促進し、地域生物産業発展の中核となり、独創的な研究成果を世界に発信できる国際的なバイオ拠点を目指している。

### 2. 教員名と主なテーマ(◎はコア教員)

- ◎原 正 和 : 植物における環境ストレスタンパク質
- ◎徳元俊伸 : 卵成熟・受精の分子機構
- ・丑丸敬史 : 老化に関連した細胞内浄化機構の解明
- ・河岸洋和 : キノコの化学・科学
- ・木村洋子 : タンパク質の品質管理とストレス応答
- ・塩尻信義 : 肝臓の発生・分化・再生における細胞社会学
- ・鈴木雅一 : 脊椎動物の環境適応機構と内分泌現象
- ・瀧川雄一 : 植物病原細菌の分類同定および進化
- ・竹之内裕文 : Back to Philosophy——生、死、環境、農、食をめぐって
- ・轟 泰 司 : 植物の機能を制御する小分子の創出
- ・富田因則 : NGS解析に基づく気候危機対応型超多収・大粒・早晚生植物の開発
- ・朴 龍 洙 : 有用遺伝子の発現による生物機能の革新的利用
- ・平井浩文 : 白色腐朽菌を用いた木質バイオリファイナリー及びバイオレメディエーション
- ・本橋令子 : プラスチド分化のメカニズムの解明
- ・森田達也 : ルミナコイド(難消化性糖類)の栄養生理機能の解析
- ・山崎昌一 : 生体膜の生物物理学
- ・山本 歩 : ゲノム動態制御機構の解明
- ・栗井光一郎 : 光合成生物の脂質分子生理学
- ・大西利幸 : 植物化学・植物生化学
- ・加藤竜也 : 効率的組換えタンパク質生産を可能にするカイコバイオテクノロジー
- ・木寄暁子 : 植物の環境応答の分子メカニズム

- ・ 小谷 真也：微生物の産生する生理活性物質
- ・ 茶山 和敏：食品成分によるメタボリックシンドローム発症抑制作用に関する研究、母乳中免疫関連物質の機能性研究
- ・ 新谷 政己：複合微生物系における可動性遺伝因子の動態解析
- ・ 崔 宰 熏：糖質関連酵素の機能解明と生理活性糖鎖分子の構築
- ・ 平田 久笑：植物病原微生物の感染における分子機構
- ・ 村田 健臣：生理活性糖鎖分子の構造と機能に関する研究
- ・ 雪田 聡：骨の形成と維持機構の解明を目指した研究
- ・ 岡田 令子：環境と生体の分子調節機構
- ・ 田代 陽介：微生物を用いたナノバイオテクノロジー
- ・ 成川 礼：光合成微生物の光応答戦略解明とその応用利用

今年度から原 正和先生が教育副部長としてコア教員として活躍されることになった。農学領域から崔 宰熏先生、理学領域から木寄 暁子先生、成川 礼先生が新たに加わった。半年毎のアナウンスがあり、この数年で統合バイオサイエンス部門への参加教員も増えており、特に若手教員の参加は喜ばしい限りである。しかし、今後は退職教員も多くなることから、さらなる参加者の募集が必要である。

### 3. 超領域国際シンポジウム

超領域分野における国際的若手人材育成プログラムの一環として、静岡大学の研究と博士課程学生の教育を牽引している電子工学研究所、グリーン科学技術研究所および創造科学技術大学院の3部局が共同して開催する第6回国際シンポジウム 2020 International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University -Joint International Workshops on Advanced Nanovision Science / Advanced Green Science / Promotion of Global Young Researchers in Shizuoka University- が、令和2年3月5日に静岡大学浜松キャンパスで開催されるべく企画された。バイオサイエンス専攻からはこれまで多くの学生を静岡大学に進学させていただいているバングラデシュのラジャヒー大学から Nurul Islum 教授を国外招待講演者として、国内からは国立遺伝学研究所から相賀裕美子先生を招待する予定であった。Nurul Islum 教授からは主に植物由来の天然成分から殺虫剤や害虫忌避物質を単離する長年の試みについて紹介される予定であった。バイオサイエンス専攻には多くの在生もおり Islum 教授の来日を楽しみにしていたのに残念であった。今後の連携強化に向けて次の機会を企画したい。相賀裕美子先生は哺乳類の生殖細胞研究の世界的権威であり、県内研究機関との連携強化に向けた招待であったが、こちらも残念である。また、今回は浜松開催にも関わらず、バイオサイエンス専攻からも多くの発表エントリーがあったが、発表、議論のチャンスが与えられず残念であった。来年度は開催され研究交流が益々活発になることを願う。

## 植物における環境ストレスタンパク質

兼任・教授 原 正和 (HARA Masakazu)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：グリーン科学技術研究所  
グリーンバイオ研究部門)  
専門分野： 植物生理学  
e-mail address: hara.masakazu@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/abc/envplant/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：原 正和  
博士課程：D3 (1名)  
修士課程：M2 (2名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

本グループにおける最終的な目標は、植物特有の機能を物質レベルで理解し、その機能を有効利用するための学術情報を蓄積し、社会に発信することにあります。具体的には、次の2つの課題を設定し、研究に取り組んでいます。

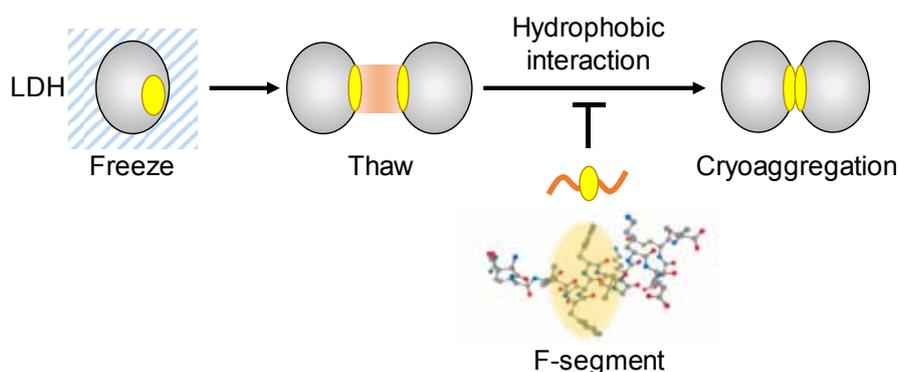
- (1) 植物の低温ストレスタンパク質の機能研究
- (2) 植物の熱耐性を高める資材の研究開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 植物の低温ストレスタンパク質の機能研究

植物は、過酷な環境に耐えるため、LEA タンパク質と呼ばれる一連のタンパク質を合成します。LEA タンパク質は、最近では、植物のみならず、極限環境で生存するセンチュウやクマムシなどにも見いだされ、生物のストレス耐性の根幹を担う重要なタンパク質と目されています。しかし、LEA タンパク質の機能は推測の域を出ておらず、科学的データの蓄積が必要です。私たちは、LEA タンパク質の中でも、デハイドリンに注目し、その機能研究を進めてきました。デハイドリンは、植物に普遍的に存在し、植物のストレスマーカーとして利用される上、種子の保存性に影響を与えているからです。

私たちは、デハイドリンが、低温で失活しやすい酵素（ここでは低温感受性酵素で知られる乳酸脱水素酵素を使用）の保護作用が強いことに着目し、この活性が、デハイドリンの低温における細胞保護作用に関与していると考えました。近年私たちは、デハイドリンの酵素凍結失活抑制作用を示す領域が、デハイドリンの保存配列である K-segment であること、K-segment に4個存在する疎水性アミノ酸のうち、1つを親水性アミノ酸のトレオニンに改変すると活性が低下し、2つ以上を改変すると活性が完全に消失することを見出しました。このことは、デハイドリンの酵素凍結失活抑制作用が、K-segment の疎水性アミノ酸によって規定されることを意味します。さて、K-segment 以外に、酵素凍結失活抑制作用を示す領域がないかを検証したところ、K-segment とは異なる配列にも活性があることを突き止めました。このセグメントは、フェニルアラニン (F) からなる特徴的な配列をもつため、F-segment と呼ばれ、最近、



F-segment of dehydrin shows potent cryoprotective activity for lactate dehydrogenase (LDH)

低温特異的に誘導されるデハイドリンの N 末端側にみられる保存配列として同定されたものでした。興味深いことに、F-segment もまた、疎水性残基を親水性残基に変化させると、活性が消失しました。さらに、デハイドリン全体の疎水性アミノ酸を親水性に変えても、活性が失われることも確認しています。

近年、医薬品に占めるタンパク質製剤の割合が増えていますが、タンパク質製剤には不安定なものが多く、凍結保存中に失活してしまうものも少なくありません。私たちが研究している凍結保護ペプチドは、ごく低濃度でタンパク質を保護することができます。その点で、グリセリンなどの一般的な保護剤とは異なるメカニズムが想定されます。デハイドリンの凍結保護機構を解明し、高性能なタンパク質保護剤の開発につなげたいです。

## (2) 植物の耐熱性を高める資材の研究開発

当研究室では、温暖化に起因する農業問題を克服する技術として、植物耐熱性向上剤 (Heat tolerance enhancers, HTLEs) の開発を行っています。すでに、研究成果の一部は実用化され、2014 年から地域の企業によって商品化されています (サーモザイム® 及びサーモテック®)。この物質は、ケシ科の植物が生産するアルカロイドで、サンギナリンといいます。サンギナリンを植物に投与することにより、様々なクラスの熱ショックタンパク質 (small HSP, HSP70, HSP90) が生成します。熱ショックタンパク質は、細胞のストレスを緩和するタンパク質であり、植物で熱ショックタンパク質が発現すると、耐熱性が高まることが知られています。サンギナリンをシロイヌナズナに与えると、1 時間以内にこれらのタンパク質が生成しはじめ、2 日経っても蓄積された状態を維持しました。このように、本アルカロイドは、植物体内で熱ショックタンパク質の含量を持続的に高め、ストレス下での細胞の保護に役立っているものと考えられます。興味深いことに、サンギナリンの構造がごくわずかに変化した別のアルカロイドでは、この作用が大きく低下します。どうも、アルカロイドであればどれでもよいというわけではないようです。サンギナリンは、コムギのシャペロン活性 (変性しつつある蛋白質を修復する活性) を効果的に阻害します。この阻害反応は、シロイヌナズナの熱ショック応答誘導活性を示すポジティブコントロールのゲルダナマイシンでも起こりましたが、熱ショック応答を誘導しないアルカロイドでは起きませんでした。また、サンギナリンをヒトの HSP70 シャペロンシステムに作用させたところ、効果的に阻害することが判明しました。このことから着想し、近年開発が盛んな HSP70 阻害剤をシロイヌナズナに与えると熱ショックタンパク質が増えたことから、サンギナリンは、植物体内で HSP70 を阻害することにより、熱ショックタンパク質を増やしている可能性が示唆されました。いずれにせよ、植物体内では、シャペロンが熱ショック応答のセンサーになっている可能性があり、それを効果的に刺激することで、熱ショック蛋白質の発現を促し、最終的に耐熱性を高めることができるようです。最近、この仕組みをより効果的に発揮できる HTLEs を薬草成分から見出しました。今後、開発を進めてゆきたいです。

### 【 今後の展開 】

植物におけるストレスや成長に関するタンパク質、植物耐熱性向上剤の研究を発展させ、新しいバイオ素材の創出につなげたい。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Masakazu Hara (2020) Potential use of essential oils to enhance heat tolerance in plants. *Zeitschrift für Naturforschung C* in press
- 2) Tomohiro Ohkubo, Ayuko Kameyama, Keita Kamiya, Mitsuru Kondo, Masakazu Hara (2020) F-segments of Arabidopsis dehydrins show cryoprotective activities for lactate dehydrogenase depending on the hydrophobic residues. *Phytochemistry* in press.
- 3) Erina Matsuoka, Naoki Kato, Masakazu Hara (2019) Induction of the heat shock response in *Arabidopsis* by heat shock protein 70 inhibitor VER-155008. *Functional Plant Biology* 46(10):925-932
- 4) Naoki Kato, Daiki Yamakawa, Naoya Yamauchi, Yoshihisa Hashimoto, Erina Matsuoka, Masakazu Hara (2019) Induction of the heat shock response in *Arabidopsis* by chlorinated 1,4-naphthoquinones. *Plant Growth Regulation* 87:413-420

### 【 国内学会発表件数 】

・ 日本農芸化学会など 計 3 件

## 卵成熟・受精の分子機構

専任・教授 徳元 俊伸 (TOKUMOTO Toshinobu)  
バイオサイエンス専攻 (副担当: 理学部 生物科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)  
専門分野: 生殖生物学  
e-mail address: tokumoto.toshinobu@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.shizuoka.ac.jp/~bio/staffs/tokumoto.html>



### 【 研究室組織 】

教 員: 徳元 俊伸

博士課程: ムハマド モスタフィズール・ラハマン (創造科技院 D3、私費)、アブデュール・ナシエル (創造科技院 D3、私費)、パチャエンスック ティーラヌクン (創造科技院 D2、国費)、ムハマド ルーベル ラナ (創造科技院 D2、国費)、エムディ レザヌッジヤマン (創造科技院 D2、私費 環境リーダー)、ムハマド ハッサン アリ (創造科技院 D1、私費)、ムリチュンジョイ アーチャジー (創造科技院 D1、私費 環境リーダー)

修士課程: M2 (3名) M1 (3名)

### 【 研究目標 】

我々は、魚類、両生類などを材料に卵成熟・排卵の分子機構の解明を目的として研究を行っている。最近では卵成熟誘起ホルモン受容体として同定されたステロイド膜受容体の構造、機能の解明を中心課題としている。また、独自に開発した産卵誘導法により排卵誘発に関わる遺伝子の同定を目指している。一方、魚類生殖に与える内分泌かく乱物質 (環境ホルモン) の影響評価のテーマも継続して進めている。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) ノンゲノミック反応を伝達する新規ステロイド膜受容体の構造と機能に関する研究
- (2) 脊椎動物の排卵誘導機構に関する研究
- (3) 内分泌かく乱物質の卵成熟誘起、阻害作用に関する研究
- (4) プロゲステロン様作用物質の評価技術の開発
- (5) 魚類の性転換のしくみ—未分化生殖幹細胞の分離、同定
- (6) マウステラトーマ原因遺伝子の究明
- (7) サンゴ礁海水中に存在するステロイド膜受容体反応性物質の同定
- (8) 内分泌かく乱物質の多世代にわたる後発影響の原因究明

### 【 主な研究成果 】

#### (1) ノンゲノミック反応を伝達する新規ステロイド膜受容体の構造と機能に関する研究

早稲田大学を中心とする研究グループとの長年の共同研究によりステロイド膜受容体がヒヨコのニューロステロイドであるアロプレグナロンの受容体としてはたらいっていること、このはたらきをブロックする睡眠中断により小脳の発達が阻害されることが明らかになった (学術論文 1)。この研究成果はステロイド膜受容体の仲介するノンゲノミック反応の生理機能を明らかにした重要な成果である。

#### (2) 脊椎動物の排卵誘導機構に関する研究

我々はゼブラフィッシュ生体を用いた簡便な化学物質のアッセイ法を確立している (特許 4501002, 4528973)。この方法はゼブラフィッシュの産卵誘発法としても利用でき、DES やテストステロンを用いることで卵成熟のみを誘導することが可能である。この方法を用いてステロイド膜受容体選択的アゴニストとして知られる OrgOD2 という化合物の活性を検証したところ、予想外に排卵誘導活性を示した。この結果は OrgOD2 が生体内において排卵誘導経路の受

容体である核受容体にも作用することを示している（学術論文投稿中）。

#### （５）魚類の性転換のしくみ—未分化生殖幹細胞の分離、同定

我々はステロイドホルモンの芳香化酵素であるアロマターゼの阻害剤によるゼブラフィッシュの雌から雄への性転換に成功しているが、これまでの餌に混ぜて投薬する方法では５ヶ月以上の投与期間を必要とした。今回、阻害剤を直接注入する方法により投与期間の短縮を試みた。投与量と投与間隔の検討の結果、３ヶ月以内に完全な性転換に成功し、その結果、性転換魚の自然交配にも成功した（学術論文投稿中）。

#### （６）マウステラトーマ原因遺伝子の究明

我々はこれまでに新規マウステラトーマ原因遺伝子候補領域が 18 番染色体上にあることを明らかにし、実験的テラトーマ遺伝子 *ett1* 領域と命名した。さらに *ett1* 領域に含まれる原因遺伝子候補の遺伝子ノックアウト、ノックインマウスの作出に成功した。ノックインマウス系統と従来より知られる Ter 遺伝子との 2 重変異系統を樹立したところ、予想外に卵巣性テラトーマを発症した。この結果は我々の推定した候補遺伝子がテラトーマ発症原因遺伝子の一つであることを強く示唆する。

#### 【 今後の展開 】

長期間を有しているステロイド膜受容体の遺伝子変異動物を用いた機能証明についてゲノム編集技術（CRISPR/Cas9 法）による遺伝子編集も進め機能の証明を目指す。

排卵誘導遺伝子候補として選択できた遺伝子群についてもゲノム編集法による遺伝子ノックアウトフィッシュの作出により同定を目指す。透明金魚系統についてもゲノム編集によるさらなる透明化を進める。

#### 【 学術論文・著書等 】

1) Shogo Haraguchi, Masaki Kamata, Takuma Tokita, Kei-ichiro Tashiro, Miku Sato, Mitsuki, Nozaki, Mayumi Okamoto-Katsuyama, Isao Shimizu, Guofeng Han, Vishwajit S. Chowdhury, Xiao-Feng Lei, Takuro Miyazaki, Joo-ri Kim-Kaneyama, Tomoya Nakamachi, Kouhei Matsuda, Toshinobu Tokumoto, Tetsuya Tachibana, Akira Miyazaki, and Kazuyoshi Tsutsui (2019) Light-at-night exposure affects brain development through pineal allopregnanolone-dependent mechanisms", **eLife** 2019;8:e45306 DOI: [10.7554/eLife.45306](https://doi.org/10.7554/eLife.45306)

#### 【 特許等 】

・ステロイドホルモン膜受容体の精製方法 特許第 6516956 号

#### 【 国内学会発表件数 】

・日本動物学会 2 件  
・静岡実験動物研究会 1 件

#### 【 新聞報道等 】

・SBS ラジオ

## 老化に関連した細胞内浄化機構の解明

兼任・教授 丑丸 敬史 (USHIMARU Takashi)  
バイオサイエンス専攻 (主担当: 理学部 生物科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)  
専門分野: 細胞生物学、分子生物学  
e-mail address: ushimaru.takashi@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/ushimaru-lab/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 丑丸 敬史  
博士課程 : D3 (2名)、D2 (1名)、D1 (1名)  
修士課程 : M1 (2名)  
学 部 生 : B4 (3名)

### 【 研究目標 】

我々は、モデル生物である出芽酵母を用いて細胞増殖および、ストレス耐性の分子制御機構を解析している。現在、主に次のテーマに力を注いでいる。

- (1) オートファジーの分子機構の解析
- (2) TORC1 プロテインキナーゼの活性制御機構の解析

### 【 主な研究成果 】

#### (1) ミクロオートファジー誘導因子の同定

2016年に大隅良典先生がノーベル賞を受賞し脚光を浴びたマクロオートファジーに比べてミクロオートファジー研究は遅れており、その生理学的意義もそれを制御する因子の全体像も不明である。当研究室は、このミクロオートファジー誘導が TORC1 プロテインキナーゼにより制御されることを昨年度報告した (Rahman et al. BBRC)。今年度は、それに引き続き、膜の変形を促進する因子 ESCRT-0 を TORC1 が制御することを見出し報告した (Morshed et al. 2020)。それに引き続き、当研究室が以前マクロオートファジーを誘導する酵素として同定した PP2A フォスファターゼ (Yeasmin et al. 2016 PLOS ONE) が、ミクロオートファジーの誘導にも重要であることを見出した (Sharmin et al. 2020 BBRC)。ミクロオートファジー関連疾病治療につながる重要な知見である。

#### (2) ヌクレオファジーに必要な DNA と核小体の移動の分子基盤

ヌクレオファジーは選択的に核の内容物 (核小体) を分解するオートファジーである。ミクロ型とマクロ型のヌクレオファジーが発見されているが、前者は核と液胞が直接接触している部位 (NVJ) で起こる。しかし、核小体を分解する一方で、染色体 (核小体中に存在する rDNA 領域も含め) を分解しない高度な選択性の仕組みは不明である。当研究室は、この仕組みを解明するために、核小体と rDNA の動態を観察して、ヌクレオファジーが誘導される栄養源飢餓条件では、核小体が NVJ に近づく一方で、rDNA は NVJ から遠ざかることを見出した (Mostofa et al. 2018 JCB)。加えて、rDNA を核膜に繋ぎ止めている因子である CLIP と cohibin がその動きに関与することを明らかにした。さらに、ヌクレオファジーは栄養源飢餓時の核内再構築に重要であることを示した。本年度はこれに続き、コンデンシンと Hmo1 による rDNA の凝縮が rDNA と核小体の移動に必要なことを明らかにした (Mostofa et al. 2019)。ヌクレオファジーは分裂を停止している神経細胞等の老化・死を介して認知症に関与すると予想され、本研究はそれらの疾病研究の重要な基礎データを提供した。

#### (3) 核小体タンパク質の品質管理機構

ある種のタンパク質は多く作られ過ぎると分解されることによりその量が制御されている。しかし、核小体タンパク質に関してはそれがどのように制御されているのかはまだ不明である。当研究室は核小体タンパク質 Nop1 を人工的に過剰量発現した場合には、Def1 依存的にプロテ

アソームで分解されることを示した(Moshed et al. 2019)。核小体は様々なストレスを統御する場であり、その異常はがんや老化をもたらす。本研究は、それらの核小体ストレスを解析する上で極めて重要な情報を提供した。

#### (4) TORC1 のタンパク質変性ストレス応答への関与

変性タンパク質の細胞内蓄積は細胞機能を低下させ、アルツハイマー病等の神経変性疾患を引き起こす。オートファジーは変性タンパク質を分解し細胞内の恒常性を保つために重要である。しかし、変性タンパク質の蓄積がオートファジーを誘導するかどうかに関しては不明であった。当研究室は、酵母とヒト細胞において変性タンパク質の蓄積が TORC1 キナーゼの不活性化を引き起こし、オートファジーを誘導することを明らかにした(Suda et al. 2019 BBRC)。これは、変性タンパク質ストレス応答を理解を大きく進展させるとともに、神経変性疾患の新たな治療法の開発につながる。

#### (5) TORC1 の DNA 修復への関与

DNA ダメージ修復系は細胞にとって必須であり、それが損なわれると DNA 変異を多発し、癌や細胞死を引き起こす。栄養源に応答する TORC1 が DNA 修復に関与するのかわかるとはこれまで不明であった。当研究室は、TORC1 不活性化により DNA ダメージ応答系に関与するタンパク質群が失われることを明らかにした(Miyamoto et al. 2019 BBRC)。さらに、それにより DNA 修復が妨げられ細胞死が増加することを明らかにした。本年度は、それに引き続き DNA ダメージにより TORC1 不活性化が引き起こされること、またその機構について明らかにした(Ueda et al. 2019 Cell Signal)。DNA にダメージをもたらす薬剤が抗がん剤として用いられているが、本研究は、TORC1 阻害剤との組み合わせで、癌細胞死を増加させることができることを示す画期的な発見である。

#### 【 今後の展開 】

我々は、細胞がもつ様々なストレス応答機構を理解し、それとヒトの病気(アルツハイマー病等)とのリンクの理解を目指している。その基盤である基礎生物学的研究を更に発展させる。

#### 【 学術論文・著書等 】

- 1) Tasnuva Sharmin, Shamsul Morshed and Takashi Ushimaru\* (2020) PP2A promotes ESCRT-0 complex formation on vacuolar membranes and microautophagy induction after TORC1 inactivation. **Biochem Biophys Res Commun.** 524(3):614-620. doi: 10.1016/j.bbrc.2020.01.129.
- 2) Shamsul Morshed, Tasnuva Sharmin, Takashi Ushimaru\* (2020) TORC1 regulates ESCRT-0 complex formation on the vacuolar membrane and microautophagy induction in yeast. **Biochem Biophys Res Commun.** 522(1):88-94. doi: 10.1016/j.bbrc.2019.11.064.
- 3) Shamsul Morshed, Takahiro Mochida, Ritsu Shibata, Kisara Ito, Md. Golam Mostofa, Muhammad Arifur Rahman, and Takashi Ushimaru\* (2019) Def1 mediates the degradation of excess nucleolar protein Nop1 in budding yeast. **Biochem Biophys Res Commun.** 519(2):302-308. doi: 10.1016/j.bbrc.2019.09.002.
- 4) Md. Golam Mostofa, Shamsul Morshed, Ritsu Shibata, Yuri Takeichi, Muhammad Arifur Rahman, Shun Hosoyamada, Takehiko Kobayashi, and Takashi Ushimaru\* (2019) rDNA condensation promotes rDNA separation from nucleolar proteins degraded for nucleophagy after TORC1 inactivation. **Cell Rep.** 28(13):3423-3434.e2. doi: 10.1016/j.celrep.2019.08.059.
- 5) Kazuki Suda, Atsuki Kaneko, Mitsugu Shimobayashi, Akio Nakashima, Tatsuya Maeda, Michael N Hall, Takashi Ushimaru\* (2019) TORC1 regulates autophagy induction in response to proteotoxic stress in yeast and human cells. **Biochem Biophys Res Commun.** 511(2):434-439. doi: 10.1016/j.bbrc.2019.02.077. 他、2件

#### 【 国内学会発表件数 】

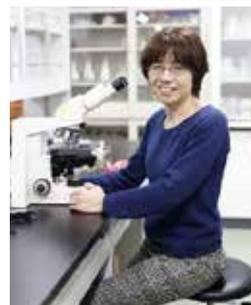
- ・日本分子生物学会等、11件

#### 【 招待講演件数 】

- ・日本分子生物学会第42回大会ワークショップ(2019.12.5)

## タンパク質の品質管理とストレス応答

兼任・教授 木村 洋子 (KIMURA Yoko)  
バイオサイエンス専攻 (主担当: 農学部 応用生命科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 応用生物化学コース)  
専門分野: 細胞生物学、分子生物学  
e-mail address: kimura.yoko@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://kimurapqchs.agr.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 木村 洋子

修士課程 : M2 (2名) M1 (1名)

### 【 研究目標 】

タンパク質はあらゆる生命現象に関わる重要な分子であり、タンパク質が正常に機能するために、細胞内ではタンパク質の品質を管理するシステムが働いている。本研究室ではタンパク質の品質管理とストレス応答の関係を出芽酵母を用いて明らかにすることを目標としている。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 持続的熱ストレス応答の解析
- (2) ユビキチンのホメオスタシスとストレス応答
- (3) ユビキチン関連シャペロン VCP/Cdc48 の機能解析

### 【 主な研究成果 】

地球温暖化状態に対する生体反応を出芽酵母をモデルにして、解析している。現在、酵母に垂致死的な温度を持続的に長時間与える熱ストレスに対する生体の耐性メカニズムを解明している。このストレスに対しては、野生株では比較的高い生存率を示すが、ポリユビキチンの変異株 *ubi4* では感受性を示す。現在までに、持続的熱ストレス後に液胞構造のドラスティックな変化を見出した *atg8* 変異株では熱ストレス後の液胞陥入が亢進することを見だし、また、Ivy1 と呼ばれる膜の曲率を認識する液胞膜タンパク質をコードする遺伝子との2重変異株では常温でも液胞膜の異常陥入が形成されること、さらにそれがストレス感受性になることがわかり、液胞膜の陥入形成の生理学的意義を明らかにした。

### 【 今後の展開 】

液胞膜の陥入形成のさらなる解析、陥入形成と持続的な熱ストレスとの関係をさらに明らかにする。また持続的な熱ストレスによる核膜孔タンパク質の局在変化も見出しているため、その変化の分子メカニズムを解析する。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) 木村洋子 古くて新しい熱ストレス応答 化学と生物 58/ 151-156 (2020年)
- 2) Koyano, F, Yamano, K, Kosako H, Kimura Y, Kimura M, Fujiki, Y, Tanaka, K, and Matuda N. Parkin-mediated ubiquitylation redistributes MITOL/March5 from mitochondria to peroxisomes. EMBO

Reports e47728/ - (2019 年)

3) Ishii A, Kurokawa N, Hotta M, Yoshizaki S, Kurita M, Koyama A, Nakano A, and Kimura Y. Role of Atg8 in the regulation of vacuolar membrane invagination. Scientific Reports 9/14828 - (2019 年)

**【 国内学会発表件数 】**

- ・ 日本分子生物学会、日本生化学会、酵母遺伝学フォーラムなど、5 件

**【 国際学会発表件数 】**

- ・ Gordon Research Conference, Molecular Membrane Biology (2019 年 7 月) 於米国の 1 件

## 肝臓の発生・分化・再生における細胞社会学

兼担・教授 塩尻 信義 (SHIOJIRI Nobuyoshi)  
バイオサイエンス専攻 (主担当: 理学部 生物科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)  
専門分野: 発生生物学、再生医工学  
e-mail address: shiojiri.nobuyoshi@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~sbnshio/NS-Lab-J.html/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 塩尻 信義

博士課程: D3 (2名)、D2 (1名)

修士課程: M2 (2名)

### 【 研究目標 】

我々は、肝臓の発生・分化・再生過程における細胞社会の構築メカニズムを明らかにするとともに、そのメカニズムの再生医療への応用について研究を進めている。特に、肝臓の発生・分化・再生に異常を来したモデルマウスを用いたり、発生過程における肝幹細胞を単離精製し、細胞交代型人工肝臓モデルの開発や細胞移植治療などへの応用を考えている。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 肝幹細胞である肝芽細胞の増殖・分化メカニズムの解明と人工組織化
- (2) 胎生期肝臓を構成する各細胞種間の相互作用の分子基盤の解明
- (3) 遺伝子欠失マウスを用いた胆管上皮細胞分化の分子メカニズムの解明
- (4) 肝再生における HGF などの働きの解明
- (5) 幹細胞からの肝臓誘導

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 肝幹細胞である肝芽細胞の増殖・分化メカニズムの解明

マウス肝臓発生過程で、門脈周囲に位置した肝芽細胞は間充織の誘導を受け、胆管上皮細胞に分化する。このメカニズムとして、間充織で発現する Jag1、細胞増殖因子、細胞外マトリックスが重要とされている。これを検証するために、胎生期肝臓の器官培養を行い、各種細胞増殖因子等を培地に添加しその胆管形成への効果を調べた。結果、特定の細胞増殖因子等により肝芽細胞から肝内胆管上皮細胞への分化が誘導された。しかしまだその分化効率は低く、さらなる条件検討が必要である。また分化した胆管上皮細胞が肝芽細胞由来であることを、Alb-Cre システムを用いて証明する必要がある。

#### (2) 臓側卵黄嚢の分化転換

マウス臓側卵黄嚢は三胚葉由来の奇形腫を発生させることから、未分化な幹細胞が含まれていると考えられている。臓側卵黄嚢より肝臓を含め種々の臓器をインビトロで作出することを企図し、その器官培養を行ったところ、形態的に臓側卵黄嚢や腸管上皮などに似た細胞が生ずることが明らかとなった。RT-PCR 法による遺伝子発現解析でも、これらの組織で発現される

遺伝子発現を示した。今後は細胞分化を誘導しうる種々の細胞増殖因子等を添加し、その効果を探っていきたい。

#### 【 今後の展開 】

我々は上記のように、肝臓の発生・分化・再生における細胞社会学の全貌の解明をめざしており、これを人工組織の作出に応用したいと考えている。当面の課題は、肝芽細胞やそれ以外の非実質細胞の単離精製法の確立に加え、それぞれの細胞のインビトロ増幅や分化・成熟化を制御できる細胞外環境設計である。特に、増殖・分化・組織形成能力の著しい胎生期肝臓の細胞から、成体肝臓の機能レベルまで成熟化させた肝臓組織を構築することが将来的な目標である。また、肝臓変異マウスを利用し、肝臓の発生・分化・再生の分子メカニズムを解明、この成果を肝芽細胞の人工組織化に応用していきたい。主たる専門は発生生物学であるが、医学、工学を融合した学際研究にも挑戦したい。

#### 【 学術論文・著書等 】

- 1) Shiojiri, N., Tanaka, S. and Kawakami, H. (2019) The hepatic architecture of the coelacanth differs from that of the lungfish in portal triad formation. *Okajimas Folia Anat. Jpn.*, 96, 1-11.
- 2) 塩尻信義、太田考陽 (2019) 脊椎動物における肝臓構築の多様性と進化. 肝細胞研究会ホームページ「研究交流」(<http://hepato.umin.jp/kouryu/kouryu49.html>).
- 3) 塩尻信義他編著(2019) 『発生生物学～基礎から応用への展開～』、培風館.

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・肝細胞研究会、日本進化学会等に5件

## Back to Philosophy!

### ——生、死、環境、農、食をめぐる

兼任・教授 竹之内 裕文 (TAKENOUCHI Hirobumi)  
バイオサイエンス専攻 (主担当: 農学部 生物資源科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 共生バイオサイエンスコース)  
専門分野: 哲学、倫理学、死生学  
e-mail address: takenouchi.hirobumi@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wwp.shizuoka.ac.jp/philosophy/>



#### 【研究室組織】

教 員: 竹之内 裕文、藤本 穰彦

博士課程: 鈴木 和光 (創造科技院 D3、社会人)、松原 英治 (創造科技院 D3、社会人)

伊東 さの子 (創造科技院 D1)

学 部 生: B4 (3名)、B3 (3名)

#### 【研究目標】

静岡大学着任 (2007 年) 以前から、看取りの場に足を踏み入れ、「生」と「死」の諸課題に深い関心を寄せてきた。静岡大学で「環境」について集中的に研究するなか、「生命環境倫理学」の構想が生まれる。既存の「生命倫理学」と「環境倫理学」を統合するという野望とともに、「生命環境倫理学」の構築に挑戦してきた。その後、研究の関心は「農」へ、さらに「食」へ広がる。また哲学カフェ (2013 年) と死生学カフェ (2015 年) を創設し、「対話」が研究テーマになる。

このような研究活動の広がりとともに、「生命環境倫理学」という枠組みが窮屈になる。そこで研究対象から研究室の名称を考案するのではなく、「哲学する」(根本から問いなおす) という根本アプローチに立ち戻ることにした。

現在の主要な研究目標は、①「農と食の哲学」の構築、②対話を通じた死生学の再構築、③生命環境倫理学の仕上げである。

#### 【研究費の採択状況 (令和元年度)】

1) 日英国際共同研究 ESRC-AHRC UK-Japan SSH Connections grants、2019-2020、End of life issues in the United Kingdom and Japan – Intersection in cultures, practices, and policy (MITORI PROJECT)、Co-Investigator、研究経費 £52,500

#### 【学術論文・著書】

- 1) 竹之内裕文 (単著)、ポラーノ出版、死とともに生きることを学ぶ 死すべきものたちの哲学、令和元年 7 月 ※第 14 回日本医学哲学・倫理学会賞受賞作
- 2) 科学技術と人間——「技術との自由な関係」をもとめて、『静岡哲学学会 文化と哲学』36 号、2019 年 7 月、37-63 頁
- 3) (書評) ロナルド・L・サンドラー『食物倫理 (フード・エシックス) 入門—食べることの倫理学』、農業と経済 1・2 合併号、2020 年 2 月、119 頁

#### 【学会発表・招待講演】

- 1) Heidegger and Watsuji on the Possibility of Sharing the Other's Death, Husserl in Japan: Global Studies in Philosophy and Religion, Shizuoka University, 2019 年 5 月 30 日 (国際会議・招待)
- 2) 「死生学カフェ」講師、日本コミュニケーション学会 第 49 回年次大会 コミュニケーション教育研究会パネル、二松學大学、令和元年 6 月 8 日 (招待)
- 3) 対話を通して生と死を探求する——死生学カフェという挑戦、第 41 回静岡哲学学会大会、静岡コ

ンベンションアーツセンター（グランシップ）、2019年11月3日（招待）

#### 【新聞報道等】

- 1) 静岡新聞（2019. 7. 22）
- 2) 中国新聞（2019. 12. 27）
- 3) 京都新聞（2019. 12. 28）
- 4) 沖縄タイムズ（2019. 12. 31）
- 5) 毎日新聞（2020. 1. 9）

#### 【その他】

- 1) 〈講師〉東札幌病院研修会、医療法人東札幌病院、2019年6月8日、2020年1月20日
- 2) 〈講師〉死生学カフェ（メメント・モリカフェ）講師、六廣亭、2019年7月6日
- 3) 〈講師〉死すべきものたちのコミュニティ——終末期ケアのモデルチェンジ、メメント・モリカフェ特別講演会、六廣亭、2019年7月6日
- 4) 〈講師〉死生学カフェ春夏秋冬 第1-3回、一般社団法人いいケア研究所・訪問看護ステーションBenny's主催、平塚市、2019年8月24日、11月23日、2020年2月8日
- 5) 〈主宰〉MITORI PROJECT 研究報告会、東静岡オフィスラウンジ、2019年12月5日
- 6) 〈主宰〉死にかかわる家族の役割と責任はなにか？ 特別企画 日本語と英語で死生学カフェ 東静岡オフィスラウンジ、2019年12月4日
- 7) 〈講師〉対話を通して生と死を探究する——死生学カフェという挑戦、稲生会講演会、医療法 稲生会、2020年1月21日
- 8) 〈講師〉対話を通して生と死を探究する——死生学カフェという挑戦、南庄内緩和ケアスキルアップ研修会、鶴岡市立荘内病院、2020年1月24日
- 9) 〈主宰〉定例死生学カフェ（5月、7月、9月11月、1月、3月）
- 10) 〈主宰〉死生学カフェ・ジョイントセミナー（8月18日）
- 11) 〈主宰〉哲学対話塾（4月、6月、10月、12月、2月）

#### 【今後の展開】

2021年度は「生と死」と「食と農」をめぐる学際的な国際共同研究を遂行するため、9月から12月までグラスゴー大学に客員教授として滞在する計画である。同大学学際研究学部は欧州を代表するdeath studiesの研究拠点のひとつであり、同学部が位置する広大なキャンパスには農場もある。同大学を拠点に、欧州の研究者・市民と広く連携することで、1) 対話に基づく死生学の再構築と2) 食農倫理（food and agricultural ethics）の哲学的な基礎づけを学際的な国際共同研究に発展させたい。多様な分野の同僚たちとディスカッションを重ね、共著論文を執筆し、新たな国際共同研究助成を獲得したい。

## 植物の機能を制御する小分子の創出

兼任・教授 轟 泰司 (TODOROKI Yasushi)

バイオサイエンス専攻 (主担当：農学部 応用生命科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 応用生物化学コース)

専門分野： 生物有機化学

e-mail address: [todoroki.yasushi@shizuoka.ac.jp](mailto:todoroki.yasushi@shizuoka.ac.jp)

homepage: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/abc/npchem/index.html>

<http://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/npchem/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：轟 泰司

修士課程：M1 (4名)

### 【 研究目標 】

植物ホルモンの生合成・受容シグナル伝達・代謝不活性化のメカニズムを有機化学のレベルで解明することを目標として、生合成・受容シグナル伝達・代謝不活性化を化学的に制御できる以下の分子の開発とその応用について研究している。

- (1) 化合物を用いたアブシシン酸新規受容体の探索
- (2) アブシシン酸生合成酵素阻害剤の創出

### 【 主な研究成果 】

#### (1) アブシシン酸受容体アンタゴニストを活用した新規アブシシン酸シグナル伝達機構の解明

既存のアブシシン酸受容体 PYL の結晶構造を基盤とした分子設計により、PYL を選択的に阻害する化合物 PANMe の創出に成功した。しかし、PANMe およびその類縁体 (特に PANSF5) はイネに対して ABA と同様の機能をもつことがわかった。そこで、PANSF5 を利用してイネ新規アブシシン酸受容体の探索を実施した。イネ・コアコレクション 109 品種を用いて PANSF5 による伸長阻害率を「形質の値」として GWAS を行い、第 3 染色体に PANs 感受性と関連があると予想される DNA 多型を複数見出した。そのうちの 1 つに着目し、現在異種発現を試みている。

#### (2) アブシシン酸生合成酵素阻害剤の設計と合成

アブシシン酸の生合成の最終工程を触媒する酵素についてホモロジーモデルを構築し、基質ミミック型阻害剤 18 化合物を構造基盤設計した。そのうちの 1 つを合成し、生物活性を調べたところ、アブシシン酸生合成阻害に合致する表現型を弱いながらも示した。現在、他の阻害剤の合成を進めている。

### 【 今後の展開 】

引き続き、植物ホルモンの生合成・受容シグナル伝達・代謝不活性化に関わるタンパク質に対する選択的な阻害剤の開発および応用展開を行っていききたい。我々の開発した阻害剤は、植物の特定の機能を可逆的にノックダウンする化学ツールとして様々な植物科学研究に有用であるだけでなく、植物調節剤として実用化される可能性も大いに秘めていることを、今後さらに示していきたい。

【 学術論文・著書等 】

- 1) Vaidya AS, Helander JDM, Peterson FC, Elzinga D, Dejonghe W, Kaundal A, Park S-U, Xing Z, Mega R, Takeuchi J, Khanderahoo B, Bishay S, Volkman BF, Todoroki Y, Okamoto M, Cutler SR: Dynamic control of plant water use using designed ABA receptor agonists, *Science* **2019**, 366, eaaw8848.
- 2) Müller JT, van Veen H, Bartylla MM, Akman M, Pedersen O, Sun P, Schuurink RC, Takeuchi J, Todoroki Y, Weig AR, Sasidharan R, Mustroph A: Keeping the shoot above water – submergence triggers antithetical growth responses in stems and petioles of watercress (*Nasturtium officinale*), *New Phytologist*, in press.

【 特許等 】

- 1) アブシジン酸誘導体, 轟 泰司, 三村尚毅, 特願 2016-550137, 特許第 6583737 号,  
2019 年 9 月 13 日
- 2) アブシナゾール, 轟 泰司, 久保尻由貴, 特願 2016550138, 特許第 6599342 号,  
2019 年 10 月 11 日

【 国内学会発表件数 】

- ・ 8 件 (植物化学調節学会, 日本農芸化学会)

## NGS 解析に基づく気候危機対応型超多収・大粒・ 早晩生植物の開発

兼担・教授 富田 因則 (TOMITA Motonori)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：グリーン科学技術研究所  
グリーンバイオ研究部門)

専門分野： ゲノム機能解析  
e-mail address: tomita.motonori@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://researchmap.jp/read0015613>



### 【 研究室組織 】

教 員：富田 因則  
修士課程：M2 (1名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

地球温暖化に伴って激化する気候変動のなか、我が国の稲作は、毎年のように、高温登熟障害や多発する豪雨と大型台風による広域的倒伏害に見舞われている。イネの単位面積あたり収量は、半矮性遺伝子 *sd1* の利用により 1960 年代から 1990 年代にかけて倍増したが、それ以降は伸び悩み状態が続いている。今後予想される人口の急増と気候変動に伴う食料不足を回避するためには、イネ品種のさらなる多収化と頑健化が必要であるとの観点から、「コシヒカリ」をベースとして多収・頑健化に資する基礎研究を展開し、大粒、短稈、早晩性等有望形質を連続戻し交雑 (5~7 回) によってコシヒカリの遺伝的背景に導入する過程で当該形質に関与する遺伝子の数や優劣性を解析し、育成した同質遺伝子系統の全ゲノム解析から関与遺伝子を同定した。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 半矮性遺伝子 *d60* の同定

コシヒカリの半矮性突然変異系統「北陸 100 号」の変異遺伝子を解析し、稈を 20 cm 短縮させる有用半矮性遺伝子 *d60* (第 2 染色体短腕 10.3 Mb に座乗) を発見するとともに、この半矮性遺伝子と配偶子致死遺伝子 *gal* (第 5 染色体短腕 7.0 Mb に座乗) が補足的に作用して配偶子致死を誘発し、「コシヒカリ」×「北陸 100 号」の F<sub>2</sub> では 1/9 (長稈：短稈が 8 : 1) の確率で、*D60Gal* ホモ型系統との F<sub>2</sub> では 1/4 の確率で半矮性・正常稈性個体 (*d60d60GalGal*) が出現するという特異な遺伝現象を見出した。

#### (2) 配偶子致死遺伝子 *gal* の同定

*gal* と *d60* を持つ配偶子は、花粉については第一分裂後に栄養核の消失がおり、生殖核の分裂直後に致死する。「コシヒカリ」、「*D60Gal* ホモ型系統」および「コシヒカリ *d60*」をテスターとして 34 品種と交雑して *gal* と *d60* の分布を調べ、*gal* が日印品種を問わず普遍的に存在すること、*d60* は *gal* から配偶子致死作用のない *Gal* への同時変異なくして自然界では得られない貴重な半矮性遺伝子であることを明らかにし、*d60* をもつ唯一の系統北陸 100 号を交配母本として再評価する必要性を示した。

#### (3) 短稈コシヒカリ型同質遺伝子系統の開発

*d60* 保有の同質遺伝子系統「コシヒカリ *d60*」が、*sd1* 保有の「コシヒカリ *sd1*」と変わらぬ収量性を示すことを明らかにし、半矮性遺伝子の遺伝的画一性が指摘される今日、*d60* が *sd1* に代わりうる有用半矮性遺伝子であることを示した。

#### (4) 大粒遺伝子 *Gw2* と *d60* を併せ持つ大粒・短稈コシヒカリの開発

品種「いのちの舌」の大粒遺伝子は第 2 染色体短腕末端 8.1 Mb に座乗する *Gw2* であることを明らかにするとともに、*Gw2* を導入した「コシヒカリ」の大粒同質遺伝子系統が 34% の粒重増と新潟コシヒカリ並みの食味値を示すことを認めた。この大粒化コシヒカリは米国産コシヒカリと明確に区別できるため、この系統を「コシヒカリ駿河 Gg」として品種登録出願した。さらに、*Gw2* と *d60* を併せもつ「コシヒカリ」の大粒・短稈同質遺伝子系統 (BC<sub>5</sub>F<sub>2</sub>) を育成し、「コシヒカリ駿河 *d60Gg*」として品種登録出願した。この系統は、コシヒカリより粒重が 33% 大きい、稈が 20 cm (26%) ほど短く、倒伏に強い頑健・多収型コシヒカリである。

#### 【 今後の展開 】

短稈など頑健要因の遺伝子、大粒など多収要因の遺伝子、早・晩生遺伝子を2~3個。続いて頑健、短稈、大粒、早・晩生遺伝子等を付与・集積した頑健・多収同質遺伝子系統を育成するとともに、それらの同質遺伝子系統について、異なる環境下で、多様なセンサを統合化したフィールドIoT手法を用いて、気温、湿度、日射量、積算温度の計測データ、高精細カメラによる草丈、葉色、葉面積指数や病害虫発生に関する画像データをインターネット経由で取得し、深層強化学習によって最大収量を求めるアルゴリズムを導き、環境に最適な遺伝子型を選定する方法を開発する。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) 富田 因則, 「NGS解析に基づく気候危機対応型超多収・大粒・早晩生コシヒカリの開発」, 科学技術振興機構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 成果集, 2020, p. 39, URL [https://www.jst.go.jp/a-step/seika/pdf/a-step-seika\\_202003.pdf](https://www.jst.go.jp/a-step/seika/pdf/a-step-seika_202003.pdf), (Mar., 2020).
- 2) Islam, MZ, Khalequzzaman, M, Bashar, MK, Ivy, NA, Haque, MM, Mian, MAK, Tomita, M. “Agromorphological characterization of Bangladeshi aromatic rice (*Oryza sativa* L.) germplasm based on qualitative traits”, Bangladesh Rice Journal, Vol. 22, No. 2, pp. 41-54, DOI 10.3329/brj.v22i2.44041 (Mar., 2020).
- 3) Tahmid Hossain Ansari, Montasir Ahmed, Anzuman Ara, MAI Khan, Md. Selim Mian, QSA Zaha, Tomita, M. “Assessment of rice yield loss at different resistance level of bacterial blight”, Bangladesh Journal of Plant Pathology, Vol. 34, No. 1-2, pp. 71-76, (Dec., 2019).
- 4) M. Tomita, T. Tanisaka, “The gametic non-lethal gene *Gal* on chromosome 5 is indispensable for the transmission of co-induced semidwarfing gene *d60* in rice”, Biology, Vol. 8, No. 4, 94, DOI 10.3390/biology8040094, (Dec., 2019).
- 5) M. Tomita, S. Yazawa, Y. Uenishi, “Identification of Rice Large Grain Gene *GW2* by Whole-Genome Sequencing of a Large Grain-Isogenic Line Integrated with Japonica Native Gene and Its Linkage Relationship with the Co-integrated Semidwarf Gene *d60* on Chromosome 2”, International Journal of Molecular Sciences, Vol. 20, No. 21, 5442, DOI 10.3390/ijms20215442, (Oct., 2019).
- 6) M. Tomita, J. Tanaka, “Semidwarf gene *d60* affected by ubiquitous gamete lethal gene *gal* produced rare double dwarf with *d30* via recombination breaking repulsion-phase linkage on rice chromosome 2”, Genes, Vol. 10, No. 11, 874, DOI 10.3390/genes10110874, (Oct., 2019).
- 7) M. Tomita, K. Ishimoto, “Rice novel semidwarfing gene *d60* can be as effective as Green Revolution gene *sd1*”, Plants, Vol. 8, No. 11, 464, DOI 10.3390/plants8110464, (Oct., 2019).

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) R. Tokuyama, M. Tomita, “Whole genome sequencing of isogenic Koshihikari integrated with novel semidwarf gene non-allelic to *sd1*”, The 6th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University (ISFAR-SU2020), Shizuoka Univ., (Mar., 2020).

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 徳山諒太郎, 富田因則, 「コシヒカリの短稈同質遺伝子系統の全ゲノム解析」, 日本育種学会第137回講演会, 東京大学, (Mar., 2020).
- 2) 富田因則, 「気候危機におけるスーパーコシヒカリの開発とゲノム改変関連法令」, 中央大学学外大学教授白門会, 東洋大学, (Dec., 2019). 他5件

#### 【 特許 】

- 1) 富田因則, *Oryza sativa* L. コシヒカリ駿河 BmsGw, 品種登録出願第34615号, (2020年3月31日).
- 2) 富田因則, *Oryza sativa* L. コシヒカリ駿河 d65Gw, 品種登録出願第34597号, (2020年3月30日).
- 3) M. Tomita, Gene for shortening culm of gramineous plant and method for producing short-culmed gramineous plant, United States Patent 10,351,872B2, (2019年7月16日)
- 4) 富田因則, イネの第7染色体にある極早生遺伝子のDNAマーカー選抜方法, 特願2019-108951, (2019年6月11日).
- 5) 富田因則, *Oryza sativa* L. コシヒカリ駿河 d63, 品種登録出願第33971号 (2019年6月5日)

## 有用遺伝子の発現による生物機能の革新的利用

兼任・教授 朴 龍洙 (PARK Enoch Y.)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：グリーン科学技術研究所  
グリーンケミストリー研究部門)  
専門分野： 分子生物学、遺伝子発現  
e-mail address: park.enoch@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/biotech/park/>



### 【 研究室組織 】

教 員：朴 龍洙

研 究 員：Ankan Dutta Chowdhury (特任助教)、Ojodomo Achadu (JSPS 外国人特別研究員)、  
Akhilesh Babu Ganganboina (JSPS 外国人特別研究員)、Fahmida Nasrin (学術研究員)

博士課程：竹村 謙信 (創造科技院 D3)、Doddy Irawan (創造科技院 D3)、  
Indra Mendi Khoris (創造科技院 D2)、Jirayu Boonyakida (創造科技院 D2)

修士課程：M2 (1名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

カイコバイオテクノロジーを応用してウイルス様粒子の発現し、感染症に対するワクチン開発  
やナノバイオテクノロジーを駆使した感染症原因ウイルスの超高感度・迅速検出を展開している。

- (1) バクミドによる遺伝子発現のハイスループットおよび高機能性ナノマテリアルの創成
- (2) ウイルスの高感度・迅速検出システムの開発
- (3) ウイルス様粒子を用いたワクチン開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) カイコによるネオスポラ症の抗原タンパク質の生産及びネオスポラ症検出法の開発

カイコを用いてネオスポラ症抗原 2 種類をウイルス様粒子の表面提示に成功し、マウスを用いたネオスポラ症に対するワクチン高化を確認した (Vaccine, 37, 6426–6434, 2019)。また、ウイルス様粒子表面に抗原を提示する際、SpyTag/SpyCatcher 化学結合システムを開発した (Int. J. Mol. Sci. 20:4228, 2019)。本研究を基盤とした手法でネオスポラ症のワクチン生産を行い、動物実験を予定している。

#### (2) 電気化学的ウイルスの超高感度検出

ウイルス検出に様々な方法が知られているが、電気化学的シグナル“インピーダンス”を指標として検出法を開発し、サルの糞便からヘパティティス E 肝炎ウイルスを (HEV) 高感度で検出する方法を開発した (Nature Communications, 10:3737, 2019)。

### 【 今後の展開 】

上記の研究 (1) では、得られた成果を用いて Dengue や Malaria ワクチン開発を進めている。研究 (2) については、本手法を実用化するために企業と共同で進めている。

### 【 学術論文・著書等 】

- 1) Akhilesh Babu Ganganboina, Ankan Dutta Chowdhury, Indra Memdi Khoris, Fahmida Nasrin, Kenshin Takemura, Toshimi Hara, Fuyuki Abe, Tetsuro Suzuki, Enoch Y. Park, Dual modality sensor using liposome-based signal amplification technique for ultrasensitive norovirus detection, Biosens. Bioelectron., 157:112169 (2020).
- 2) Ankan Dutta Chowdhury, Kenshin Takemura, Indra Memdi Khorish, Fahmida Nasrin, Mya Myat Ngwe Tun, Kouichi Morita, Enoch Y. Park, Detection and identification of dengue virus serotype altering quantum dots and AuNP regulated localized surface plasmon resonance, Nanoscale Advances, 2, 699–709 (2020).

- 3) Fahmida Nasrin, Ankan Dutta Chowdhury, Kenshin Takemura, Ikko Kozaki, Hiroyuki Honda, Oluwasesan Adegoke, Enoch Y. Park, Fluorometric virus detection platform using quantum dots-gold nanocomposites optimizing the linker length variation, *Analytica Chimica Acta*, 1109, 148–157 (2020).
- 4) Indra Memdi Khoris, Ankan Dutta Chowdhury, Tian-Cheng Li, Tetsuro Suzuki, Enoch Y. Park, Advancement of capture immunoassay for real-time monitoring of hepatitis E virus-infected monkey, *Analytica Chimica Acta*, 1110, 64–71 (2020).
- 5) Robert Minkner, Jian Xu, Holger Zagst, Hermann Wätzig, Tatsuya Kato, Imke Oltmann-Norden, Enoch Y. Park, A systematic and methodical approach for the efficient purification of recombinant protein from silkworm larval hemolymph, *J. Chromatogr. B*, 1138: 121964, (2020).
- 6) Hamizah Suhaimi, Jian Xu, Tatsuya Kato, Doddy Irawan Setyo Utumo, Tomofumi Sekiguchi, Enoch Y. Park, Identification of secretion domain of *Neospora caninum* profilin, *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 522(1), 8–13 (2020).
- 7) Doddy Irawan Setyo Utomo, Ichikawa Hirono, Tatsuya Kato, Enoch Y. Park, Formation of virus-like particles of the dengue virus serotype 2 expressed in silkworm larvae, *Molecular Biotechnology*, 61(11), 852–859, (2019).
- 8) Jian Xu, Rikito Hiramatsu, Hamizah Suhaimi, Tatsuya Kato, Akari Fujimoto, Toshihiro Tokiwa, Kazunori Ike, Enoch Y. Park, *Neospora caninum* antigens displaying virus-like particles as a bivalent vaccine candidate against neosporosis, *Vaccine*, 37, 6426–6434 (2019).
- 9) Jian Xu, Tatsuya Kato and Enoch Y. Park, Development of SpyTag/SpyCatcher-Bacmid Expression Vector System (SpyBEVS) for Protein Bioconjugations Inside of Silkworms, *Int. J. Mol. Sci.* 20:4228 (2019).
- 10) Ankan Dutta Chowdhury, Kenshin Takemura, Tian-Cheng Li, Tetsuro Suzuki, Enoch Y. Park, Electrical pulse-induced electrochemical biosensor for hepatitis E virus detection, *Nature Communications*, 10:3737 (2019).
- 11) Ahmad Suparmin, Tatsuya Kato, Hiroyuki Takemoto, Enoch Y. Park, Metabolic comparison of aerial and submerged mycelia formed in the liquid surface culture of *Cordyceps militaris*, *MicrobiologyOpen*, 2019:e836 (2019).
- 12) Hamizah Suhaimi, Rikito Hiramatsu, Jian Xu, Tatsuya Kato, Enoch Y. Park, Secretory nanoparticles of *Neospora caninum* profilin-fused with the transmembrane domain of GP64 from silkworm hemolymph, *Nanomaterials*, 9(4), 593 (2019).
- 13) Kenshin Takemura, Jaewook Lee, Tetsuro Suzuki, Thoshimi Hara, Fuyuki Abe, Enoch Y. Park, Ultrasensitive detection of norovirus using a magnetofluoroimmunoassay based on synergic properties of gold/magnetic nanoparticle hybrid nanocomposites and quantum dots, *Sensors & Actuators: B. Chemical* 296, 126672 (2019). その他 6 件を発表済

#### 【 特許等 】

- 1) 朴 龍洙、竹村 謙信、アンカンドウツタチョウドリー、電気化学測定用電極、特願 2019-184579 (2019 年 10 月 7 日)
- 2) 朴 龍洙、インドラ メンディ コリス、試料中の標的物質を検出又は定量する方法、特願 2019-093954 (2019 年 5 月 17 日)

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 27 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 生物工学会、農芸化学会など 14 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) Silkworm biofactory as life science platform, 2019 Joint International symposium of Korea Society of Life Science and Interdisciplinary Society of Genetic Medicine, 2019 年 8 月 4 日 その他 3 件

#### 【 新聞報道等 】

- ・ 遊休地、「カイコバイオ工場に」、日経産業新聞、2020 年 3 月 21 日

#### 【主催・共催シンポジウム】

- ・ 第 71 回日本生物工学会大会 (令和 1 年度) のシンポジウム「Development of Biosensing Technology Targeting Sustainability Development Goals」、の開催実行委員

## 白色腐朽菌を用いた木質バイオリファイナリー 及びバイオレメディエーション

兼任・教授 平井 浩文 (HIRAI Hirofumi)

バイオサイエンス専攻 (主担当: 農学部 応用生命科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 応用生物化学コース)

専門分野: 環境生化学、森林生化学、微生物工学

e-mail address: hirai.hirofumi@shizuoka.ac.jp

homepage: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/biochem/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員: 平井 浩文、森 智夫 (農学部助教)

博士課程: 和栗 智治 (創造科技学院 D2)

修士課程: M2 (4名)、M1 (5名)

学 部 生: 6名

### 【 研究目標 】

白色腐朽菌によるワンステップ木質バイオリファイナリー技術を確立すべく、セルロース糖化の妨げとなるリグニン分解能の改善、及び各種発酵能 (エタノール、乳酸、水素、キシリトール) 付加・能力改善に関する分子育種を進めている。さらに、白色腐朽菌による難分解性環境汚染物質の分解及び無毒化機構についても研究を行っている。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 2種類 of 形質転換株の交配を簡便に検出する方法の確立

白色腐朽菌を工業的に利用する際、各種遺伝子組み換えが必要である。しかしながら現状では複数遺伝子を高発現可能な系が確立されていない。担子菌の世界において、交配により育種が行われるが、本研究では交配株を簡便に検出する方法の確立を目指した。EGFP もしくは mCherry 遺伝子を導入した *Phanerochaete sordida* を作成後、これら株を対峙培養させ交配株を蛍光顕微鏡にて観察した結果、EGFP 及び mCherry の蛍光がマージした黄色蛍光が観察出来た。さらに、交配株から得られたプロトプラスト及び chlamydospore においても黄色蛍光が観察出来た。つまり上記蛍光遺伝子とともに目的遺伝子を形質転換させ、交配させた後に黄色蛍光を発する細胞あるいは chlamydospore を単離することで、容易に交配株を単離可能な技術の開発に成功した。

#### (2) 高活性リグニン分解菌 *P. sordida* YK-624 株における糖トランスポーター遺伝子後発現株の諸特性

高活性リグニン分解菌 *P. sordida* YK-624 株において糖トランスポーター遺伝子 (*Pshxt1*) を高発現させ、本株の特性を解析した。グルコース、フルクトース、マンノース、キシロースの消費速度が劇的に増加したことから、本トランスポーターが糖に対して幅広い親和性を有することが判明した。*Pshxt1* の高発現は、菌体の生育及び好氣的発酵能を改善したのに対して、リグニン分解酵素産生能は抑制した。

#### (3) 高活性リグニン分解菌 *P. sordida* YK-624 株によるネオニコチノイド系殺虫剤ニテンピラム及びジノテフランの分解・無毒化

高活性リグニン分解菌 *P. sordida* YK-624 株を用いて、ネオニコチノイド系殺虫剤ニテンピラム (NIT) 及びジノテフラン (DIN) の分解を試みた。その結果、NIT 及び DIN とともにリグニ

ン分解酵素産生条件下にて効率的に分解され、本分解反応にシトクロム P450 が関与していることが示唆された。これらの分解代謝産物を調査した結果、NIT から (E)-N-((6-chloropyridin-3-yl)methyl) -N-ethyl-N'-hydroxy acetimidamide (CPMHA)が、DIN からは N-((4aS,7aS,E)-1-methylhexahydrofuro [2,3-d]pyrimidin-2(1H)-ylidene)nitramide (PHPF)が同定された。また NIT はヒト神経芽腫細胞に対して毒性を示したが、代謝産物 CPMHA は本細胞に対して無毒であった。

#### 【 今後の展開 】

一部の白色腐朽菌は、好氣的条件下、木質バイオマスを原料として水素産生可能であることが実証されたため、今後、この好氣的な水素産生経路を解析する。また、リグニンのバイオリファイナリーに関する研究にも着手する。さらに、他の環境汚染物質のバイオレメディエーションについても検討を開始する。

#### 【 学術論文・著書 】

(原著論文)

- 1) T. Mori, O. Kondo, T. Sumiya, H. Kawagishi, H. Hirai (2020) Self-fusion and fusion cell isolation of transformants derived from white rot fungus *Phanerochaete sordida* YK-624 by simple visual method, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, **129**, 146-149.
- 2) J-H. Choi, N. Matsuzaki, J. Wu, M. Kotajima, H. Hirai, M. Kondo, T. Asakawa, M. Inai, H. Ouchi, T. Kan, H. Kawagishi (2019) Ribosides and ribotide of a fairy chemical, imidazole-4-carboxamide, as its metabolites in rice, *Organic Letters*, **21**, 7841-7845.
- 3) T. Mori, O. Kondo, A. Masuda, H. Kawagishi, H. Hirai (2019) Effect on growth, sugar consumption, and aerobic ethanol fermentation of homologous expression of the sugar transporter gene *Pshxt1* in the white rot fungus *Phanerochaete sordida* YK-624, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, **128**, 537-543.
- 4) H. Takemura, J-H. Choi, N. Matsuzaki, Y. Taniguchi, J. Wu, H. Hirai, R. Motohashi, T. Asakawa, K. Ikeuchi, M. Inai, T. Kan, H. Kawagishi (2019) A Fairy chemical, imidazole-4-carboxamide, is produced on a novel purine metabolic pathway in rice, *Scientific Reports*, **9**, 5888.
- 5) J. Wang, Y. Tanaka, H. Ohno, J. Jia, T. Mori, T. Xiao, B. Yan, H. Kawagishi, H. Hirai (2019) Biotransformation and detoxification of the neonicotinoid insecticides nitenpyram and dinotefuran by *Phanerochaete sordida* YK-624, *Environmental Pollution*, **252**, 856-862.

(著書)

- 1) H. Hirai *et al.* (edited by Enoch Y. Park, Takayuki Saito, Hirokazu Kawagishi, Masakazu Hara) (2019) *Green Science and Technology*, CRC Press, 14-29, ISBN 978-0367415136.

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 1st International Lignin Symposium にて 1 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本木材学会、日本農芸化学会、日本生物工学会、リグニン討論会など 3 1 件

## ルミナコイド（難消化性糖類）の栄養生理機能の解析

兼任・教授 森田 達也 (MORITA Tatsuya)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：農学部 応用生命科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 応用生物化学コース)  
専門分野： 食品栄養学  
e-mail address: morita.tatsuya@shizuoka.ac.jp  
home page: [http://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/laboratory/morita\\_t/index.htm](http://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/laboratory/morita_t/index.htm)



### 【 研究室組織 】

教 員：森田 達也

修士課程：M2（1名）、M1（2名）

### 【 研究目標 】

食物繊維をはじめとする難消化性糖類の栄養生理機能に関する基礎研究、これらの食品素材を生かした機能性食品の開発などの応用研究について、以下の課題に取り組んでいる。

- (1) 内因性食物繊維としての消化管ムチンの生理的意義の研究
- (2) akkermansia を標的とした新規 Prebiotics の探索
- (3) LPS 除去酵素である小腸上皮アルカリフォスファターゼを誘導する食事成分の探索

### 【 主な研究成果 】

#### (1) akkermansia を標的とした新規 Prebiotics の探索

Akkermansia muciniphila はムチン分解菌としてヒト糞便から分離された新菌種で、肥満、炎症性腸疾患、糖尿病患者の腸内細菌叢では、その占有率が極度に低下することから病態との関連性が注目されている。一方、ムチン糖鎖末端にはフコース、シアル酸または硫酸化糖が付与されており、ムチン分解の律速は硫酸基の除去にあるが、これに対応する sulfatase を持つ菌種は事実上、A. muciniphila に限定される。本研究では、硫酸化糖によるキャッピング比率が高いエイ由来ムチンに着目し、生体位において Akkermansia を特異的に誘導するとの仮説を立てこれを検証した。

エイまたはブタ由来ムチンを添加した飼料を2週間ラットに摂取させたとき、エイムチンを基質としたときの糞便ムシナーゼ活性はエイムチン摂取群でのみ有意に上昇し、また、盲腸内細菌の16S網羅解析およびPCR解析においても、エイムチン摂取群でのみ Vercomicrobia、つまり A. muciniphila が強力に誘導されていることを確認した。エイムチンによる A. muciniphila の誘導には、硫酸化糖によるキャッピング比率、この特異性が関与するものと考えられた。

#### (2) 内因性食物繊維としての消化管ムチンの生理的意義の研究

腸の杯細胞から分泌されるムチンは高分子の糖タンパク質であり、腸上皮組織を保護する非特異的バリアとしての役割が知られているが、近年では約40兆個の腸内細菌と宿主との共生因子としても注目されている。事実、精製した豚胃粘膜ムチンをラットに摂取させると、ムチン糖鎖は腸内細菌により効果的に利用され、大腸内の短鎖脂肪酸は上昇し、なかでも酪酸濃度は顕著な上昇を示す。

本研究では、酪酸濃度を高めるムチン構成糖を特定することを目的とした。試験では、ブタ胃粘膜ムチンを構成する糖のうち、発酵代謝経路が異なると推定される GlcNAc、フコース、またはアセチルシアル酸を飼料中に1%添加し、ラットに摂取させた。結果は極めて特徴的で、大腸内酪酸は GlcNAc で、プロピオン酸はフコースの摂取でのみ増加することが明らかになった。現在、メタゲノム解析により、これらの生成経路および関連する腸内細菌の特定を行なっ

ている。

【 学術論文 】 2件

- 1) Yamada T, Hino S, Iijima H, Genda T, Aoki R, Nagata R, Han KH, Hirota M, Kinashi Y, Oguchi H, Suda W, Furusawa Y, Fujimura Y, Kunisawa J, Hattori M, Fukushima M, **Morita T, Hase K**. Mucin O-glycans facilitate symbiosynthesis to maintain gutimmune homeostasis EBioMedicine. 2019 Oct;48:513-525.
- 2) Isobe J, Maeda S, Obata Y, Iizuka K, Nakamura Y, Fujimura Y, Kimizuka T, Hattori K, Kim YG, Morita T, Kimura I, Offermanns S, Adachi T, Nakao A, Kiyono H, Takahashi D, Hase K. Commensal-bacteria-derived butyrate promotes the T cell-independent IgA response in the colon. Int Immunol. 2019 Dec 20. pii: dxz078.

【 著 書 】

- 1) 森田達也、園山慶、辻英明 編集. 腸内細菌—宿主のクロストークと食事要因 建帛  
2019年11月

【 国内学会発表件数 】 6件

【 受賞・表彰 】

- 1) 金子功典（学生優秀発表賞）ムチン構成糖は短鎖脂肪酸の産生および腸管免疫系の発達に寄与する。第24回日本食物繊維学会 2019年11月（帯広畜産大学）
- 2) 宮田高明（学生優秀発表賞）LPSの無毒化を意図した食事成分による腸管アルカリホスファターゼ活性の誘導。第24回日本食物繊維学会 2019年11月（帯広畜産大学）
- 3) 水嶋貴康（学生優秀発表賞）*Akkermancia muciniphila*を標的とした新規プレバイオティクスの探索。第24回日本食物繊維学会 2019年11月（帯広畜産大学）
- 4) 水嶋貴康（学生優秀発表賞）*Akkermancia muciniphila*を標的とした新規プレバイオティクスの探」第75回日本栄養食糧学会中部支部大会」（静岡大学，静岡）平成30年12月1日。

## 生体膜の生物物理学

兼担・教授 山崎 昌一 (YAMAZAKI Masahito)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：電子工学研究所  
ナノマテリアル研究部門)  
(副担当：理学部 物理学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 物理学コース)  
専門分野：生体膜や脂質膜の構造・機能とそれらのイメージング、膜蛋白質、  
抗菌ペプチド・細胞透過ペプチド、巨大リポソーム、キュービク相  
e-mail address: yamazaki.masahito@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~spmmyama>



### 【 研究室組織 】

教 員：山崎 昌一

研 究 員：(2名) Victor LEVADNYI (創造科技院・客員教授、ロシア科学アカデミー・理論薬理学センター)、Shu Jie Li (創造科技院・客員教授、南開大学(中国)・物理学専攻・教授)

博士課程：(7名) Md. Mizanur Rahman Moghal (創造 D3)、Md. Mamun Or Rashid (創造 D2-D3)、Madhabi Lata Shuma (創造 D2-D3)、Samiron Kumar Saha (創造 D2-D3)、Farzana Hossain (創造 D2-D3)、Md. Hazrat Ali (創造 D1-D2)、Md. Masum Billah (創造 D1)

### 【 研究目標 】

生体膜は、脂質、膜蛋白質、細胞骨格(繊維状蛋白質)から構成される柔らかな超分子集合体である。この生体膜の構造・物性・機能を研究し、それらの複雑系を支配する物理法則を解明することが研究目的である。また、分子集団の空間的・時間的な自己秩序形成のメカニズムとそのシステムの解明のための研究も目標にしている。さらに、発見された新しい原理に基づいて、人工細胞や人工生体膜の創製を行う研究も行っている。ナノバイオサイエンス。

- (1) 生体膜の構造や機能を研究するための新しいイメージング方法を開発し、今まで検出できなかった物理量の直接的な測定により、生体膜の機能のメカニズムを明らかにする。
- (2) 我々が世界に先駆けて開発した単一巨大リポソーム法(単一GUV法)の方法論の発展と、それを用いた生体膜と外来分子との相互作用、および生体膜のダイナミクスや機能の研究。特に、抗菌ペプチドや蛋白質毒素による生体膜中のポア形成、および細胞透過ペプチドの機能のメカニズムの解明。
- (3) 人工細胞の構築とそれを用いた細胞機能やバイオ分子ネットワークの研究。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 抗菌ペプチド・ラクトフェリシンBによるポア形成や膜破裂に対する膜電位の効果

抗菌ペプチドと細菌の膜の相互作用に対する膜電位の効果は良く分かっていない。本研究では、GUVに膜電位を与える方法を新しく開発し、それを用いてラクトフェリシンB(LfcinB)による膜中のポア形成や膜破裂に対する膜電位の効果を研究した。まず、LfcinBと1個の大腸菌と相互作用により、細胞質内にドープした蛍光プローブ・カルセインの急激な膜透過が起こることを見出した。この膜透過の増大は、プロトンのイオノフォアであるCCCPの存在下で膜電位を消失させると抑制された。また、LfcinBと1個の大腸菌のスフェロプラストと相互作用により、細胞質内にドープしたカルセインの急激な膜透過が起こることと、それがCCCPで抑制されることを見出した。一方、LfcinBと1個の大腸菌の脂質膜のGUVの相互作用を単一GUV法で研究し、局所的な膜破裂による急激な蛍光プローブ・AF647の膜透過が起こることを見出した。さらに、局所的な膜破裂の速度定数が膜電位により増大することを見出した。大

腸菌の場合には膜電位を消失させると急激に膜蛋白質や脂質の分布が変化することが分かっており、抗菌ペプチドと細胞膜の脂質膜領域の相互作用に対する膜電位の効果を明らかにすることはできない。しかし、今回の GUV での結果は、LfnB による局所的な膜破裂やそれによる膜透過性の増加に対する膜電位の効果を明らかに示している。この結果は、抗菌ペプチドによる膜の相互作用に対する膜電位の効果を初めて解明したものである (*J. Biol. Chem.*, 294, 10449-10462, 2019)。

## (2) 細胞透過ペプチドの膜透過性に対する膜電位の効果

細胞透過ペプチドのトランスポーター 10 (TP10) の膜透過性に対する膜電位の効果を上記と同様の方法を応用して研究した。まず、膜電位の大きさを蛍光プローブ・DiOC<sub>6</sub>(3) の GUV の膜中濃度により評価した。蛍光ラベルした TP10 (CF-TP10) の GUV 内腔への侵入は、前に我々が開発した小さなリポソームである LUV を内腔に含む GUV と CF-TP10 との相互作用により検出した。この方法では、CF-TP10 の GUV 内腔への侵入速度と同時に CF-TP10 の GUV 膜中濃度の時間変化を同時に測定することが可能である。膜電位を増大させると、ポア形成は起こさずに CF-TP10 は GUV 内腔へ侵入し、その侵入速度は膜電位とともに増大した。また、CF-TP10 の GUV 膜中濃度は膜電位とともに増大した。その他の実験結果も併せて考えると、膜電位の増大による CF-TP10 の内側の単分子膜中の濃度の増加が起こり、それが GUV 内腔への侵入速度を増大させたと考えられる (*Biophys. J.* 118, 57-69, 2020)。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) M. Hasan, M. M. R. Moghal, S. K. Saha, M. Yamazaki, “The role of membrane tension in the action of antimicrobial peptides and cell-penetrating peptides in biomembranes”. *Biophys. Rev.*, 11, 431-448, 2019. (IF: 4.1)
- 2) V. Levadnyy, M. Hasan, S. K. Saha, M. Yamazaki. “Effect of transmembrane asymmetric distribution of lipids and peptides on lipid bilayers”, *J. Phys. Chem. B*, 123, 4645-4652, 2019. (IF: 2.9)
- 3) F. Hossain, M. M. R. Moghal, M. Z. Islam, M. Moniruzzaman, M. Yamazaki, “Membrane potential is vital for rapid permeabilization of plasma membranes and lipid bilayers by the antimicrobial peptide lactoferricin B”, *J. Biol. Chem.*, 294, 10449-10462, 2019. (IF: 4.1)
- 4) M. M. R. Moghal, M. Z. Islam, F. Hossain, S. K. Saha, M. Yamazaki, “Role of Membrane Potential on Entry of Cell-Penetrating Peptide Transportan 10 into Single Vesicles”, *Biophys. J.* 118, 57-69, 2020. (IF: 3.7)
- 5) M. M. R. Moghal, F. Hossain, M. Yamazaki, “Action of antimicrobial peptides and cell-penetrating peptides on membrane potential revealed by the single GUV method”, *Biophys. Rev.*, 12, *in press*, 2020 (IF: 4.1)

### 【 国際会議発表件数 】

・ American Biophysical Society 64<sup>th</sup> Annual Meeting, San Diego Convention Center, San Diego, USA, 15-19 Feb., 2020 など 10 件

### 【 国内学会発表件数 】

・ 生物物理学会など 7 件

## 光合成生物の脂質分子生理学

兼担・准教授 粟井 光一郎 (AWAI Koichiro)  
(主担当：理学部 生物科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)  
専門分野： 植物生理学、脂質生化学  
E-mail address: awai.koichiro@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/plant-lipid/>



### 【 研究室組織 】

教 員：粟井 光一郎

博士課程：Egi Tritya Apdila (創造科技学院 D3)、Devi Bentia Effendi (創造科技学院 D1)

修士課程：M2 (2名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

我々は、光合成生物が光合成反応を行う場であるチラコイド膜を構成する膜脂質の生合成やその酵素をコードする遺伝子の解析を通して、膜脂質の生理機能、進化に関する研究を行っている。また、光合成生物を利用した、有用物質生産に関する研究も進めている。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 糸状性シアノバクテリア特異的糖脂質合成経路の解析

光合成を行なうシアノバクテリアでは、単細胞性のものに加え、多細胞体制を持つ種が存在している。その中のいくつかの種では、空気中の窒素を栄養利用可能な様態（アンモニア）に変換する、窒素固定活性をもつものがある。そのうちの一つ *Anabaena* sp. PCC 7120 は糸状性の細胞形態を持ち、窒素欠乏条件ではそのうちのいくつかの細胞を窒素固定に特化した細胞（ヘテロシスト）へ分化させる。ヘテロシストでは、窒素固定を担う酵素ニトロゲナーゼが働くが、この酵素が酸素感受性であるため、細胞の周りを囲むバリアを作り、外からの酸素流入を防いでいる。本論文では、このバリア構造を作る糖脂質 (Hgl) の合成経路についての研究を行った。Hgl はポリケチド合成酵素の一種である HglE<sub>A</sub> によって合成されることがこれまでの研究からわかっていた。HglE<sub>A</sub> には非常によく似たタンパク質が *Anabaena* sp. PCC 7120 にも一つ存在しており (HglE<sub>2</sub>) これも Hgl 合成に関与している可能性が高いと予測されていた。そこで、HglE<sub>2</sub> が本当に Hgl 合成に関与しているかを調べるため、遺伝子破壊株、過剰発現株、HglE<sub>A</sub> との置き換え株を作成し解析したところ、HglE<sub>2</sub> は Hgl 合成には関与していないことが明らかとなった。現時点では、HglE<sub>2</sub> がどのような化合物の合成に関与しているかは不明であるが、遺伝子破壊株の解析から、酸性条件で生育が阻害されることがわかっている。今後、どのような条件でこのタンパク質が働くかを調べることで、どのような化合物の合成に寄与しているか、またどのような生理現象に関与しているかを明らかにできると期待される (Saito and Awai (2020) J Gen Appl Microbiol)。

#### (2) チラコイド膜の構築機構の解析

酸素発生型の光合成を行なう生物は、チラコイド膜と呼ばれる構造を持ち、そこで光合成の

電子伝達反応を行う。これは、葉緑体だけではなく、共通の祖先をもつと考えられているシアノバクテリアにも保存されている仕組みである。しかし、チラコイド膜がどの様にして構築されるかはあまりよくわかっていない。それは、チラコイド膜が新規に合成される機会がほとんどないためである。例えば、植物は光が当たった状態で育つため、植物細胞では常に葉緑体が存在し光合成を行なっている。葉緑体が分裂する際、葉緑体内部のチラコイド膜は2つに分けられ、新規に合成されない。これはシアノバクテリアでも同様で、チラコイド膜が全くない状態から新規合成を見ることは非常に難しい。そこで本論文では、シアノバクテリアを窒素欠乏条件に置いてチラコイド膜を十分に減衰させたのち、窒素源を添加することでチラコイド膜の再構築を促し、その過程を追跡することでチラコイド膜の構築機構を解析した。その結果、窒素欠乏によって減少していた光合成タンパク質が窒素添加後に増加し、それに伴い光合成色素のクロロフィルの合成も見られた。一方、チラコイド膜を作る膜脂質の合成も促進されたが、興味深いことに、唯一のリン脂質であるホスファチジルグリセロール (PG) の含量が他の膜脂質に先立って増加することがわかった。さらに、窒素欠乏から復帰する細胞に外から PG を加えると、クロロフィルの合成が促進されることが分かった。PG 欠失株ではクロロフィルの合成が阻害されることがわかっており、膜脂質のうち PG が先に合成されることにより、クロロフィルの合成を促進していると考えられた。(Kobayashi and Osawa et al (2020) Front Plant Sci)

#### 【 今後の展開 】

本年度は現在主要テーマの一つである光合成膜（チラコイド膜）の機能解析に関して、特にチラコイド膜の合成経路の可塑性について成果が得られている。今後、この成果を論文として発表していきたい。また、脂肪酸に関する研究では基礎研究から得た知見を応用研究へと展開する取り組みを進めており、これをより発展させていく。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Saito T and Awai K (2020) A polyketide synthase HglE<sub>A</sub>, but not HglE<sub>2</sub>, synthesizes heterocyst specific glycolipids in *Anabaena* sp. PCC 7120. J. Gen. Appl. Microbiol, in press
- 2) Kobayashi K, Osawa Y, Yoshihara A, Shimojima M and Awai K (2020) Relationship between glycerolipids and photosynthetic components during recovery of thylakoid membranes from nitrogen starvation-induced attenuation in *Synechocystis* sp. PCC 6803. Front Plant Sci., in press
- 3) Setiyono E, Heriyanto, Pringgenies D, Shioi Y, Kanasaki Y, Awai K and Brotosudarmo THP (2019) Sulfur-containing carotenoids from a marine coral symbiont *Erythrobacter flavus* strain KJ5. Mar. Drugs 17(6): 349.

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 8th Asian-Oceanian Symposium on Plant Lipids (ASPL2019), Canberra, Australia, 2019.11.19-22 1件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 第32回植物脂質シンポジウムなど4件

## 効率的組換えタンパク質生産を可能にする カイコバイオテクノロジー

兼担・准教授 加藤 竜也 (KATO Tatsuya)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：農学部 応用生命科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 応用生物化学コース)  
専門分野： 生物工学  
e-mail address: kato.tatsuya@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/biotech/>



### 【 研究室組織 】

教 員：朴 龍洙 (グリーン科学技術研究所教授)、加藤 竜也、宮崎 剛亜 (グリーン科学技術研究所助教)

研 究 員：Ankan Dutta Chowdhury (JSPS 海外特別研究員)、Jian Xu (学術研究員)、Akhilesh Babu Ganganboina (JSPS 海外特別研究員)、Achadu Ojodomo (JSPS 海外特別研究員)

博士課程：Suparmin Ahmad (創科技院 D3、私費)、Fahmida Nasrin (創科技院 D3、私費)、竹村 謙信 (創科技院 D3、私費)、Doddy Irawan SU (創科技院 D2、私費)、Indra Memdi Khoris (創科技院 D1、私費)、Jirayu Boonyakida (創科技院 D1、私費)

修士課程：M2 (5名)、M1 (4名)

学 部 生：B4 (8名)

### 【 研究目標 】

組換えタンパク質発現法は現在までに様々な系が確立されているが、昆虫を用いた発現法は昆虫のタンパク質生産能力から、組換えタンパク質の大量生産を可能にする発現法として期待されている。カイコを用いて、効率的にかつ大量に組換えタンパク質を生産し、さらに生産した組換えタンパク質をライフサイエンス全般の様々な分野に応用することを目指している。

- (1) カイコを用いた効率的な組換えタンパク質生産
- (2) カイコ-BmNPV バクミド発現系の改良
- (3) BmNPV ディスプレイ法の応用
- (4) カイコに感染する *Cordyceps militaris* に関する研究
- (5) *Ashbya gossypii* のリボフラビン生産に関する研究

### 【 主な研究成果 】

#### (1) カイコを用いた効率的な組換えタンパク質生産

カイコ培養細胞 (Bm5 細胞) を用いて中東呼吸器症候群コロナウイルス (MERS-CoV) の構造タンパク質である S タンパク質、M タンパク質、E タンパク質の共発現に成功し、数百ナノメートル程度の細胞膜から成る粒子を、エクストルーダーで細胞を 5 マイクロメートル孔のフィルターに押し出すことで、調製することができた (学術論文 1)。またカイコやカイコ細胞を用いて様々な組換えタンパク質の発現および精製に成功している (学術論文 2、3、4、5、6、7、8、9、10)。

### 【 今後の展開 】

現在までに様々な組換えタンパク質生産法は確立されてきている。その中でも、現在研究を行っているカイコを用いた組換えタンパク質生産法は、カイコの持つ高タンパク質生産能は突出しており、またカイコの飼育のしやすさから、組換えタンパク質の大量生産に非常に向いていると考えられる。しかし、現在までに広く利用されているとはいえず、より簡便に利用していくため

には更なる改良が必要とされる。これらのカイコを利用した組換えタンパク質生産法の課題を解決していくとともに、生産した組換えタンパク質やウイルス様粒子、バキュロウイルス粒子を様々な分野に応用していくことを考えている。

さらにカイコに感染するサナギタケ *Cordyceps militaris* やリボフラビン生産菌である *Ashbya gossypii* に関する研究も進めていく。

#### 【学術論文・著書】

- 1) Kato T, Takami Y, Kumar Deo V, Park EY. "Preparation of virus-like particle mimetic nanovesicles displaying the S protein of Middle East respiratory syndrome coronavirus using insect cells." *J. Biotechnol.*, 306, 177-184, 2019.
- 2) Boonyakida J, Xu J, Satoh J, Nakanishi T, Mekata T, Kato T, Park EY. "Antigenic properties of VP15 from white spot syndrome virus in kuruma shrimp *Marsupenaeus japonicus*." *Fish Shellfish Immunol.*, 101, 152-158, 2020.
- 3) Minkner R, Xu J, Zagst H, Wätzig H, Kato T, Oltmann-Norden I, Park EY. "A systematic and methodical approach for the efficient purification of recombinant protein from silkworm larval hemolymph." *J. Chromatogr. B Analyt. Technol. Biomed. Life Sci.*, 1138, 121964, 2020.
- 4) Suhaimi H, Xu J, Kato T, Setyo Utumo DI, Sekiguchi T, Park EY. "Identification of secretion domain of *Neospora caninum* profilin." *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 522(1), 8-13, 2020.
- 5) Utomo DIS, Hirono I, Kato T, Park EY. "Formation of virus-like particles of the dengue virus serotype 2 expressed in silkworm larvae." *Mol. Biotechnol.*, 61(11), 852-859, 2019.
- 6) Miyazaki T, Miyashita R, Nakamura S, Ikegaya M, Kato T, Park EY. "Biochemical characterization and mutational analysis of silkworm *Bombyx mori*  $\beta$ -1,4-N-acetylgalactosaminyltransferase and insight into the substrate specificity of  $\beta$ -1,4-galactosyltransferase family enzymes." *Insect Biochem. Mol. Biol.* 115, 103254, 2019.
- 7) Xu J, Hiramatsu R, Suhaimi H, Kato T, Fujimoto A, Tokiwa T, Ike K, Park EY. "*Neospora caninum* antigens displaying virus-like particles as a bivalent vaccine candidate against neosporosis." *Vaccine*, 37(43), 6426-6434, 2019.
- 8) Xu J, Kato T, Park EY. "Development of SpyTag/SpyCatcher-bacmid expression vector system (SpyBEVS) for protein bioconjugations inside of silkworms." *Int. J. Mol. Sci.*, 20(17), 4228 2019.
- 9) Deo VK, Inagaki Y, Murhandarwati EH, Asmara W, Miyazaki T, Kato T, Park EY. "Sero-diagnostic potential of *Plasmodium falciparum* recombinant merozoite surface protein (MSP)-3 expressed in silkworm." *Parasitol. Int.*, 72, 101938, 2019.
- 10) Suhaimi H, Hiramatsu R, Xu J, Kato T, Park EY. "Secretory nanoparticles of *Neospora caninum* profilin-fused with the transmembrane domain of GP64 from silkworm hemolymph." *Nanomaterials (Basel)*, 9(4), 593.
- 11) Suparmin A, Kato T, Takemoto H, Park EY. "Metabolic comparison of aerial and submerged mycelia formed in the liquid surface culture of *Cordyceps militaris*." *Microbiologyopen*, 8(9):e00836.

#### 【国際会議発表件数】

- ・ 2<sup>nd</sup> International Postgraduate Symposium in Biotechnology, Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia, 3題

#### 【国内学会発表件数】

- ・ 第71回日本生物工学会大会 4題

## 植物の環境応答の分子メカニズム

兼担・准教授 木寄 暁子 (KOZAKI Akiko)  
(主担当：理学部 生物科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)  
専門分野： 植物分子生物学、植物生理学  
e-mail address: kozaki.akiko@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員：木寄 暁子

博士課程：青柳 拓也（創造科技院 D1）、Khan MD Saiful Islam（創造科技院 D1）

修士課程：M1（1名）

### 【 研究目標 】

我々は、環境シグナルに反応して植物の発生、成長がどのように反応するかを、分子レベルで明らかにすることを目的としている。

- (1) 光や温度などの環境シグナルによる、発芽制御メカニズムの解明
- (2) 光や温度などの環境シグナルによる、初期成長制御メカニズムの解明
- (3) 植物 S6 キナーゼ活性化機構と機能の解明
- (4) 植物油脂合成制御メカニズムの解明

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 光や温度などの環境シグナルによる、発芽制御メカニズムの解明

植物特有の転写因子である INDETERMINATE DOMAIN (IDD) タンパク質ファミリーのいくつかが発芽制御に関与していることを、シロイヌナズナを用いた研究により見出した。また、そのうち少なくとも1つは光による発芽制御に関与していることを見出した。

#### (2) 光や温度などの環境シグナルによる、初期成長制御メカニズムの解明

IDD 転写因子のいくつかは、発芽後の初期成長において、光や温度による成長制御に関与していることを明らかにした。

#### (3) 植物 S6 キナーゼ活性化機構と機能の解明

細胞の成長、分裂の制御において重要な役割を果たしている TARGET OF RAPAMYCIN (TOR) の主要なターゲットである S6 キナーゼ (S6K) について、植物の S6K の活性化機構が動物のものと異なることを明らかにした (文献 2)。

#### (4) 植物油脂合成制御メカニズムの解明

種子における油脂合成において、脂肪酸合成のマスター転写因子である WRI1 のアミノ酸配列を解析することにより、イネの WRI1 には、他の植物の WRI1 の活性に必要な保存されたアミノ酸配列を持たず、しかし高い転写活性を持っていることを明らかにした (文献 1)。

### 【 今後の展開 】

光や温度による発芽制御や初期成長制御については、その分子ネットワークをさらに解析することにより、種子や実生における光や温度シグナル伝達系を明らかにする。また、S6K も IDD 転写

因子もストレス応答に関与していることがわかってきたので、ストレス応答の研究も展開していきたい。

**【 学術論文・著書 】**

- 1) Mano, F., Aoyanagi, T., Kozaki, A. “Atypical Splicing Accompanied by Skipping Conserved Micro-Exons Produces Unique WRINKLED1, An AP2 Domain Transcription Factor in Rice Plants”, *Plants* 8(7) (2019)
- 2) Yaguchi, M., Ikeya, S., Kozaki, A. “The activation mechanism of plant S6 kinase (S6K), a substrate of TOR kinase, is different from that of mammalian S6K”, *FEBS. Lett.* 594(4)776-787 (2019).

**【 国内学会発表件数 】**

- ・ 植物生理学会にて 1 件

## 微生物の産生する生理活性物質

兼任・准教授 小谷 真也 (KODANI Shinya)  
(主担当：農学部 応用生命科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 応用生物化学コース)  
専門分野：天然物有機化学、応用微生物学  
e-mail address: kodani.shinya@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/abc/kodani/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：小谷 真也  
博士課程：D2（1名）  
修士課程：M2（3名）、M1（3名）  
学 部 生：B4（3名）  
JSPS 外国人特別研究員：1名

### 【 研究目標 】

微生物は、抗生物質などの有用な物質を生産する能力を持っている。新しい生理活性物質の発見と、その生産制御システムに関して研究を行い、発酵産業に役立てたい。

- (1) ゲノム情報を用いた有用物質の発見
- (2) 抗菌物質等の有用物質の単離および化学構造の決定
- (3) 遺伝子変異導入による生産向上株の育種

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 新規酵素阻害ペプチド *grimoviridin* の異宿主生産

海洋細菌 *Grimontia marina* のゲノム情報の中から新規ペプチドの生合成遺伝子クラスターを見出した。そこで、PCR 法により、クラスターの DNA 断片の増幅を行い、発現ベクターに組み込み、大腸菌での生産を行った。大腸菌を培養後、有機溶媒で抽出し、HPLC でペプチドの分離を行った。精製されたペプチドの構造を NMR および ESI-MS を用いて決定した。新規ペプチドであるため *Grimoviridin* と命名した。*Grimoviridin* はトリプシンに対して、顕著な阻害活性を示した。

### 【 今後の展開 】

まだまだ、未発見の生理活性物質は天然に多く存在する。特に、次世代シーケンサーの発達によってゲノム情報が蓄積しつつある。今後、ゲノムマイニングを行い、顕著な抗菌活性を有する物質の発見を行いたい。また、同時に、有用物質の生産量を目的に、大腸菌を用いた異宿主発現を行い、有用物質生産を行っていきたい。

【 学術論文・著書 】

原著論文

- 1) K. Unno, I. Kaweewan, H. Nakagawa, S. Kodani\*(**\*責任著者**)  
Heterologous expression of a cryptic gene cluster from *Grimontia marina* affords a novel tricyclic peptide grimoviridin  
**Applied Microbiology and Biotechnology**, 印刷中, 2020 査読有
- 2) I. Kaweewan, H. Hemmi, H. Komaki, S. Kodani\*(**\*責任著者**)  
Isolation and structure determination of a new antibacterial peptide pentaminomycin C from *Streptomyces cacaoi* subsp. *cacaoi*  
**Journal of Antibiotics**, 73 (4):224-229, 2020 査読有
- 3) A. Tiwari, I. Kaweewan, Y. Miyake, H. Hemmi, S. Kodani\*(**\*責任著者**)  
Isolation and structure determination of new chymotrypsin inhibitory peptides streptopeptolins B and C  
**Natural Product Research**. 12:1-7, 2019 査読有
- 4) M. Takuma, M. Kuroha M, Y. Nagano, I. Kaweewan, H. Hemmi, T. Oyoshi, S. Kodani\*(**\*責任著者**)  
Heterologous production of coryneazolicin in *Escherichia coli*.  
**Journal of Antibiotics**, 72 (11):800-806, 2019 査読有
- 5) H. Dohra, I. Kaweewan, B. E. Casareto, Y. Suzuki, S. Kodani\*(**\*責任著者**)  
Draft genome sequence of *Streptomyces spongiicola* strain 531S, an actinobacterium isolated from marine sediment  
**Microbiology Resource Announcements**, 8 (3), e01198-18, 2019, 査読有
- 6) I. Kaweewan, H. Komaki, H. Hemmi, K. Hoshino, T. Hosaka, G. Isokawa, T. Oyoshi, S. Kodani\*(**\*責任著者**)  
Isolation and structure determination of a new cytotoxic peptide curacozole from *Streptomyces curacoi* based on genome-mining  
**Journal of Antibiotics**, 72 (1), 1-7, 2019, 査読有

【 国際会議発表件数 】

- ・アメリカ工業微生物学会 2019 大会など 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・日本生物工学会、日本放線菌学会など 5 件

## 複合微生物系における可動性遺伝因子の動態解析

兼任・准教授 新谷 政己 (SHINTANI Masaki)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：工学部 化学バイオ工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)  
専門分野： 環境微生物学、分子遺伝学  
e-mail address: shintani.masaki@shizuoka.ac.jp  
homepage: [https://www.researchgate.net/profile/Masaki\\_Shintani](https://www.researchgate.net/profile/Masaki_Shintani)  
<http://researchmap.jp/shintani-masaki/?lang=english>



### 【 研究室組織 】

教 員：新谷 政己、金原 和秀 教授 (工学部化学バイオ工学、創造、環境エネルギー)

博士課程：D3 (1名)

修士課程：M2 (3名)、M1 (5名)

学 部 生：8名

### 【 研究目標 】

作物を育てる農地の土壌、下水処理場、生ごみの堆肥化、廃棄物利用としてのメタン発酵など、我々の生活に密着した様々な場面で複数種の微生物が複合的に機能する複合微生物系が活躍している。こうした機能を担う微生物の多くは人為的な培養が難しく、その機能解析は困難である。プラスミドをはじめとする可動性遺伝因子は、このように培養の難しい微生物に外部からアプローチするための有用なツールとなりうる。そこで当研究室では、現状では難しいとされる。複合環境微生物集団の機能解析・増強を目指し、①複合微生物系から新たな微生物の分離培養を試みている。また、可動性遺伝因子は、近年世界各国で深刻な問題を引き起こす、多剤耐性菌の出現・蔓延の原因の1つとしても知られている。しかし、上述した複合微生物系では、どのような可動性遺伝因子が、薬剤耐性遺伝子を伝播しているのか、ほとんど不明のままである。そこで②既知・新規の可動性遺伝因子を、複合微生物系内から収集・取得するとともに、③それらがどのような微生物間を行き来するのか、その動態解析を行っている。

- (1) 濾過法を利用した自然界からの新奇微生物の分離と培養
- (2) 薬剤耐性遺伝子を伝播する可動性遺伝因子の収集とその分類および性質の比較
- (3) 環境中の複合微生物系内における可動性遺伝因子の動態解析
- (4) 異なる環境条件下における微生物の挙動の比較

### 【 主な研究成果 】

- (1) 濾過法を利用した自然界からの新奇微生物の分離と培養  
孔径 0.22  $\mu\text{m}$  のメンブレンフィルターを通過可能な微生物を、浜松市の汽水湖 (佐鳴湖) から 145 株単離した。数株については、新属・新種として提案した (学術論文 2, 4)。
- (2) 薬剤耐性遺伝子を伝播する可動性遺伝因子の収集とその分類および性質の比較  
日本全国の異なる土壌や河川・湖沼底泥、嫌気排水処理槽、および家畜由来の堆肥試料より、新たな接合伝達プラスミドの収集を行った。そのうち代表的なプラスミドの塩基配列を決定し、詳細な比較を行っている。
- (3) 環境中の複合微生物系内における可動性遺伝因子の動態解析  
各地より得られたプラスミドについて、それらがどのような微生物に伝播するのか、その宿主域を明らかにし、プラスミドごとに比較した。
- (4) 異なる環境条件下における微生物の挙動の比較  
酸素濃度の異なる条件下におけるプラスミドの接合伝達頻度の違いや宿主域の違いについて比較し、酸素濃度がプラスミドの伝播する微生物の種類を変えることが示唆された。また、高温・低温条件下でそれぞれ芳香族化合物や、A 重油分解菌を分解する微生物についての分解効率を比較し、特に土壌汚染に対しては、分解菌投入後にリアクターを回転させることでその

分解速度が大幅に増大することが判明した（学術論文 1, 5, 7）。

【 今後の展開 】

環境中から獲得した接合伝達性プラスミドについて、引き続きその異なる環境条件下における伝播性・宿主域の違いについて比較する。

【 学術論文・著書 】 \* 責任著者

- 1) Thanh LTH, Thi TVN, Shintani M, Moriuchi R, Dohra H, Loc NH, Kimbara K\* (2019) Isolation and characterization of a moderate thermophilic *Paenibacillus naphthalenovorans* strain 4B1 capable of degrading dibenzofuran from dioxin-contaminated soil in Vietnam, *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 128(5):571-577.
- 2) Maejima Y, Iino T, Muraguchi Y, Ohkuma M, Kimbara K, Shintani M\* (2019) *Algoriphagus sanaruensis* sp. nov., a member of the family *Cyclobacteriaceae*, isolated from a brackish lake in Hamamatsu, Japan, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*. 69(7):2108-2113.
- 3) Ngoc Thi TV, Hoang Sinh DD, Ha Thanh LT, Huy ND, Tue NH, Shintani M, Kimbara K\*, Loc NH\* (2019) Cloning, expression and characterization of catechol 1,2-dioxygenase from *Burkholderia cepacia*, *Journal of General and Applied Microbiology*, in press. doi: 10.2323/jgam.2019.06.002.
- 4) Maejima Y, Iino T, Muraguchi Y, Fukuda K, Ohkuma M, Suzuki T, Moriuchi R, Dohra H, Kimbara K, Shintani M\* (2020) *Chryseotalea sanaruensis* gen. nov., sp. nov., a member of the family *Cytophagaceae*, isolated from a brackish lake in Hamamatsu Japan, *Current Microbiology*, 77(2):306-312.
- 5) Miyazawa D, Thanh LTH, Tani A, Shintani M\*, Loc NH, Hatta T, Kimbara K\* (2019) Isolation and characterization of genes responsible for naphthalene degradation from thermophilic naphthalene degrader, *Geobacillus* sp. JF8, *Microorganisms*. 8(1):pii: E44.
- 6) Ikegaya R, Shintani M, Kimbara K, Fukuda M, Yoshida N\* (2020) Identification of a transcriptional regulator for oligotrophy-responsive promoter in *Rhodococcus erythropolis* N9T-4, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 84(4):865-868.
- 7) Miyoshi Y, Okada J, Urata T, Shintani M\*, Kimbara K\* (2020) A rotational slurry bioreactor accelerates biodegradation of A-fuel in oil-contaminated soil even under low temperature conditions, *Microorganisms*, 8(2): pii: E291.

【 国際会議発表件数 】

・ 7 件

【 国内学会発表件数 】

・ 日本農芸化学会、日本生物工学会、日本ゲノム微生物学会等 21 件

【 招待講演件数 】

・ ドイツでの国際ミニシンポジウム、東京大学の微生物ウィークの企画シンポジウム等 6 件

【 新聞報道等 】

- 1) 読売新聞朝刊 27 面 2019 年 9 月 21 日
- 2) 読売新聞朝刊 24 面 2019 年 9 月 8 日
- 3) 読売新聞朝刊 30 面 2019 年 6 月 11 日

【 受賞・表彰 】

・ 徳田真穂ら、優秀発表、「同一不和合性群に属するプラスミドであってもその宿主域は異なる」、日本農芸化学会 2020 年度大会（大会実行委員会が「本大会で初めて公表する学術的あるいは社会的にインパクトのある内容を含む発表」と認める一般講演）

## 骨の形成と維持機構の解明を目指した研究

兼任・准教授 雪田 聡 (YUKITA Akira)  
(主担当：教育学部 教科教育学専攻及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物化学コース)  
専門分野： 細胞生物学、分子生物学、組織学  
e-mail address: yukita.akira@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員：雪田 聡

学 部 生：9名

### 【 研究目標 】

#### (1) 骨組織の進化的変遷についての考察

脊椎動物の特徴の1つは「骨」をもつことである。脊椎動物が海から陸へと生活環境を変化させるにつれ、骨格のみならず骨の機能や組織的特徴も変化してきた。例えば陸上で産卵する有羊膜類は、骨髄中に海綿骨を発達させその形成と吸収が体内のミネラル濃度の調節に役割を担っている一方で、両生類の長管骨では海綿骨の発達は未熟で破骨細胞もほぼ観察されず、体内ミネラルの調節は別の器官が重要であるとされている。そこで本研究室では、水中から陸上へと生活環境を変化させた過渡期の生物として両生類に着目し、複数の両生類の骨組織と骨形成過程をマウスと比較している。その結果、両生類の有尾類と無尾類、または主に水中に生活するか陸上の生活が主かによって、骨格だけでなく骨組織にも違いがあることが明らかになってきた。両生類と哺乳類での相違点や両生類間で多様性が見られる点を明らかにすることで、脊椎動物の進化に伴って骨組織がどのように変化したのかを明らかにしたいと考えている。特に海綿骨の発達と骨形成と骨吸収のカップリング現象の分子機構がどのように進化してきたに着目して考察したいと考えている。

#### (2) 免疫関連物質と骨量調節の関係の解明

骨免疫学、という分野があるように、骨量維持に対する免疫機構の関与はその分子機序も含めて近年盛んに研究されている。当研究室では、遺伝子欠損マウスの研究から、ある種のケモカインが骨量を調節する機能をもつことを発見した。現在、新たな骨粗鬆症治療薬の開発につながることを期待して、そのケモカインによる骨量制御のメカニズムを明らかにしようとする研究を行っている。

### 【 主な研究成果と今後の展開 】

#### (1) 有尾両生類と無尾両生類の内軟骨内骨化機序の比較

有尾類としてイベリアトゲイモリ、無尾類としてネッタイツメガエルをモデル生物として用い、四肢の長管骨形成機構を組織学的に比較検討した結果、軟骨原基への血管侵入、破骨細胞による軟骨原基吸収、海綿骨形成開始のそれぞれのタイミングが異なることが示唆された。とくに破骨細胞の出現時期は差が大きく、有尾類と無尾類とで吸収部位に破骨細胞を誘導するメカニズムが異なる可能性が考えられ、破骨細胞の吸収を制御する新たな機構の発見につながる

ことが期待される（近藤ら、日本動物学会、2019年）。さらに、ゲノム編集技術を用いて哺乳類で軟骨内骨化や骨量制御に関わることが知られている遺伝子を欠損した両生類個体を作成し、その表現型とマウスと比較することで、骨形成にかかわる分子機構の進化を明らかにしたいと考え研究を行っている（2019年科研費基盤(C)採択）。

### （2）ある種のケモカインが骨量に与える影響の解明

これまでに当研究室ではある種のケモカインをコードする遺伝子を欠損させると、ケモカインA欠損では骨量が減少し、ケモカインB欠損では逆に骨量が増加することを明らかにした（論文執筆中）。現在、遺伝子欠損マウスから骨芽細胞および破骨細胞を採取してその機能を野生型と比較し、細胞レベルでの影響を検討している。さらに、培養細胞にこれらケモカインを添加して骨形成能や破骨細胞分化能、細胞内シグナル伝達経路への影響についても検討しており、これらケモカインによる骨量制御機構を明らかにするべく研究を行っている。

### （3）理科教育現場におけるツメガエル胚および透明骨格標本の活用法の開発

当研究室で研究に頻繁に用いられるツメガエル胚や透明骨格標本は理科教育現場ではどのような利用価値があるのか。生物に対する興味喚起を目指し、教育効果を高める教材の開発も行っている。ツメガエル胚は一年中、比較的容易に大量に卵を得られ、発生過程を学習するのに大変適している。発生過程がいかに精密に制御されているかを知るため、いくつかの刺激が胚発生に与える影響を検討した。その結果、適切な強度の振とう刺激が胚発生を早めることを明らかにし、この現象を用いた発生学への興味喚起を目指した教材の開発を行った<sup>1)</sup>。さらに、透明化骨格標本を小中学校理科の教材として用いやすくすべく、末端の骨格への影響を最小限にした樹脂包埋方法の検討も行った（新村ら、日本理科教育学会、2019）。

#### 参考文献

- 1) 静岡大学教育学部研究報告. 人文・社会・自然科学篇 70号 (2019) 雪田聡、江口優大、大澤哲

#### 【国内学会発表件数】

- 1) 両生類ユビナガガエル科における骨組織の共通点と相違点. 第90回日本動物学会（令和元年9月）近藤恵昭、加藤英明、雪田聡.
- 2) ケモカインCCL25が骨組織に与える影響. 第61回歯科基礎医学会学術大会・総会.（令和元年10月）高橋拓実、二宮禎、細矢明宏、中村浩彰、雪田聡.
- 3) ツメガエルをはじめとした両生類骨組織の共通点と相違点～骨組織進化的変遷の理解を目指して～. 第14回XCIJ-MA(ツメガエル研究集会首都圏支部会).（令和元年12月）雪田聡、近藤恵昭、原弥革力、中村浩彰.

## 環境と生体の分子調節機構

兼担・講師 岡田 令子 (OKADA Reiko)  
(主担当：理学部 生物科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)  
専門分野： 動物生理学、生化学  
e-mail address: okada.reiko@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/bio-okada/>



### 【 研究室組織 】

教 員：岡田 令子

### 【 研究目標 】

動物の生息環境と生体調節機構との関係について、主に神経・内分泌的な機構に着目し研究を行っている。また、脊椎動物が水中棲から陸上棲、変温動物から恒温動物へと進化してきた中で生体調節機構の変化がどのように関わっているかを明らかにしたいと考えている。現在取り組んでいる研究テーマは以下の通りである。

- (1) 外部環境変化に対する間脳視床下部-脳下垂体-副腎/甲状腺系による調節とその進化
- (2) 両生類の極限環境順応機構の解明
- (3) 温度変化に対応する脳内物質の同定とその作用機序の解明

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 脳下垂体ホルモンであるプロラクチン (PRL) の両生類特異的な機能の解明

PRL は脊椎動物全般がもつ多機能ホルモンであり、両生類においても変態の調節、生殖行動の促進、浸透圧調節などに関わっていることが知られる。これまでに、ウシガエル幼生の脳下垂体において、既知の PRL (PRL1A) に加えて新規の PRL (PRL1B) の mRNA およびタンパク質が発現していることを明らかにした。今年度は、PRL1A および PRL1B の機能解明のため、組換えタンパク質の作製と組換えタンパク質と特異的抗体を用いた測定計の開発を行った。さらに、ウシガエルの幼生は冬季には変態の進行を停止させ、幼生の状態で越冬する。越冬中の幼生の脳下垂体中の PRL1B mRNA の発現は、春から夏にかけて変態進行中の幼生と比較して低レベルであることを明らかにした。

### 【 今後の展開 】

現在主として両生類を研究材料として用いている。それは、両生類が初めて陸上に上がった脊椎動物であり、また、その一生の中で水生のオタマジャクシから陸生の成体へと変態することから、脊椎動物の進化を解明する為に重要な研究材料であるからである。また、両生類自体は変温(外温)動物であるが、恒温(内温)動物が有する特徴を一部備えていることがわかっている。変態の調節に関わる甲状腺ホルモン(視床下部—下垂体—甲状腺系)、副腎ホルモン(視床下部—下垂体—副腎系)、および PRL (PRL1A および PRL1B) や、哺乳類において外部温度のセンシングや体温調節に関わることがわかっている因子の構造、機能、作用機序を比較することで、脊椎動

物が水棲から陸棲、変温動物から恒温動物へと進化してきた過程の一端を解明したい。また、両生類の脳に存在する神経ペプチドの含量は哺乳類に比べ 10 倍以上多いことが知られており、両生類を材料とし新規神経ペプチドの発見に繋がる可能性も考えられる。両生類から新規生理活性物質が得られれば、哺乳類等の他の脊椎動物においても作用するのか、作用するとしたら両生類と同様のはたらきなのか否かなどを調べ、脊椎動物の生体調節機構の進化の解明を進めていきたいと考えている。現在、上述の機能未知のペプチドについて、脳での局在および生理作用の解析を進めている。また、生理学・生化学・分子生物学などの研究手法を用い、学内外の研究者との共同研究を進めていきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) Okada, R., Suzuki, M., Ito, N., Hyodo, S., Kikuyama, S., 2019. A novel type of prolactin expressed in the bullfrog pituitary specifically during the larval period. *Gen. Comp. Endocrinol.* 276, 77–85.
- 2) Kikuyama, S., Okada, R., Hasunuma, I., Nakada, T., 2019. Some aspects of the hypothalamic and pituitary development, metamorphosis, and reproductive behavior as studied in amphibians. *Gen. Comp. Endocrinol.* 284, 113212. <https://doi.org/10.1016/j.ygcen.2019.113212>

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本動物学会、日本比較内分泌学会など 4 件

## 微生物を用いたナノバイオテクノロジー

兼任・講師 田代 陽介 (TASHIRO Yosuke)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：工学部 化学バイオ工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)  
専門分野： 生物工学、農芸化学、環境微生物学  
e-mail address: tashiro.yosuke@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://cheme.eng.shizuoka.ac.jp/wordpress/tashiro/>



### 【 研究室組織 】

教 員：田代 陽介  
修士課程：M1 (1名)  
学 部 生：B4 (3名)、B3 (3名)

### 【 研究目標 】

環境中に豊富に存在する微生物を対象として、ナノ構造体の形成機構解明とその特有の機能を活かしたバイオテクノロジーへの展開を目的とし研究を行っている。具体的には、ユニークな特徴をもつナノ構造体の形成メカニズムを遺伝子レベルから解析するとともに、人工合成では作製困難な構造体の新たな生物工学的利用に向けた研究に取り組んでいる。ワクチンやドラッグデリバリーシステムなど、医療の革新的ツールとなる生体由来の新規材料の開発や、金属触媒への応用を指向した生体材料基板の開発を研究の方針とし、主に以下の研究テーマに取り組んでいる。

- (1) 微生物が分泌する多様な膜小胞の形成機構解明
- (2) 病原細菌における膜小胞を用いた宿主感染機構の解明
- (3) 膜小胞を介した微生物間の遺伝子水平伝播機構の解明と膜小胞の遺伝子導入媒体への応用
- (4) 微生物におけるユニークなリン脂質のナノ構造体形成への寄与解明
- (5) 微生物が分泌するナノ構造体を利用した金属ナノ粒子配列制御法開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 微生物が分泌する多様な膜小胞の形成機構解明

膜小胞過剰形成細菌においてランダム遺伝子欠損株集団を構築し、膜小胞形成に関わる遺伝子を特定した。さらにその遺伝子欠損株では凝集体を形成する特性があることを見出し、細菌集合体と膜小胞形成との関係性を紐解く重要な手がかりを得た。

#### (2) 病原細菌における膜小胞を用いた宿主感染機構の解明

緑膿菌は感染時に宿主の上皮細胞にバイオフィルムを形成するが、バイオフィルム状態で形成される膜小胞が宿主細胞に与える影響は明らかになっていない。サイトカインの発現解析を行ったところ、バイオフィルム時に形成される膜小胞は活発に免疫を誘導することが示された。

#### (3) 膜小胞を介した微生物間の遺伝子水平伝播機構の解明と膜小胞の遺伝子導入媒体への応用

大腸菌をモデル微生物として、膜小胞内への DNA 封入機構を解析したところ、特定のアミノ酸により膜小胞形成が誘発される他、プラスミド DNA も封入することが示された。

#### (4) 微生物におけるユニークなリン脂質のナノ構造体形成への寄与解明

緑膿菌の膜小胞形成部位に蓄積するリン脂質を特定し、そのリン脂質合成に必要な因子を示した。

#### (5) 微生物が分泌するナノ構造体を利用した金属ナノ粒子配列制御法開発

大腸菌が分泌するアミロイド線毛をコードする遺伝子の改変を行い、金属ナノ粒子を大腸菌線毛に配列させる技術確立した。

#### 【 今後の展開 】

免疫応答を活性化させる膜小胞の特性が示されたので、今後は膜小胞の細胞侵入機構解明とワクチン開発への展開を目指す。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) M Toyofuku, Y Tashiro, N Nomura, L Eberl. “Function of MVs in inter-bacterial communication” In: Bacterial membrane vesicles – Biogenesis, functions and applications, Edited by Maria Kaparakis-Liaskos, Thomas A Kufer. Springer (2020)
- 2) FAA Aziz, K Suzuki, R Moriuchi, H Dohra, Y Tashiro, H Futamata. Draft genome sequence of *Variovorax boronicumulans* strain HAB-30. **Microbiol Res Announc** 9:e-01478-19 (2020)
- 3) M Miyata, RC Robinson, TQP Uyeda, Y Fukumori, S Fukushima, S Haruta, M Homma, K Inaba, M Ito, C Kaito, K Kato, T Kenri, Y Kinosita, S Kojima, T Minamino, H Mori, S Nakamura, D Nakane, K Nakayama, M Nishiyama, S Shibata, K Shimabukuro, M Tamakoshi, A Taoka, Y Tashiro, I Tulum, H Wada, K Wakabayashi. Tree of motility -A proposed history of motility systems in the tree of life. **Genes Cells** 25:6-21 (2020)
- 4) Y Tashiro, K Takaki, H Futamata. Targeted delivery using membrane vesicles in prokaryotes. **Biophys Physicobiol** 16:114-120 (2019)

#### 【 解説・特集等 】

- 1) 田代陽介「微生物も会話するのだ！」望星 51(1):34-39 (2020)
- 2) 田代陽介「微生物によるベシクル形成：微生物学から膜学への歩み」膜誌 44(3):96-100 (2019)

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Y Tashiro, T Shiota, M Takahara, M Shintani, H Futamata, K Kimbara “Outer membrane vesicle formation by *Pseudomonas aeruginosa* biofilm cells” Eurobiofilms 2019 (Glasgow, UK, 4th September 2019)  
他 5 件

#### 【 国内学会発表件数 】

・環境バイオテクノロジー学会、日本微生物生態学会、日本生物工学会、日本農芸化学会等 2 3 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 日本農芸化学会 (2020. 3. 24) :新型コロナウイルス拡散防止のため大会中止
- 2) 日本細菌学会 (2020. 2. 21)
- 3) 筑波大学 ERATO 学術セミナー (2019. 12. 20)
- 4) 油化学会東海支部講演会 (2019. 11. 14)

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 鈴木研志 (D3)、微生物生態学会英語セッション優秀発表賞 (2019 年 9 月 12 日、甲府)  
Kenshi Suzuki, Azwani Fatma, Masahiro Honjo, Kensei Masuda, Koki Amano, Yosuke Tashiro, Hiroyuki Futamata “The microbial coexistence and functional stability corresponding to flexible metabolic network in a synthetic microbial ecosystem”

## 光合成微生物の光応答戦略解明とその応用利用

兼任・講師 成川 礼 (NARIKAWA Rei)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：理学部 生物科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)  
専門分野： 光生物学  
e-mail address: narikawa.rei@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://narikawa-lab.wixsite.com/narikawa-laboratory>



### 【 研究室組織 】

教 員：成川 礼  
博士課程：三宅 敬太 (創造科技院 D1)  
修士課程：M2 (1名)、M1 (1名)  
学 部 生：3名

### 【 研究目標 】

生命と環境との相互作用を理解するという枠組みにおいて、光合成微生物と光に着目し、光合成微生物の光応答戦略を原子から細胞集団レベルで解明することを目標としている。中でも、光合成原核生物であるシアノバクテリアが有する光受容体群・シアノバクテリオクロムに着目している。また、発見した光受容体の特質を鑑みて、蛍光イメージングやオプトジェネティクスに資する分子の開発も進めている。特に、哺乳類個体で応用利用可能な分子の開発を目標としている。具体的な研究テーマ

- (1) シアノバクテリア *Acaryochloris marina* の光質応答システムの解明
- (2) BV 結合型シアノバクテリオクロムの分子基盤解明と応用利用
- (3) 多様な光質を感知するシアノバクテリオクロムが開発によるマルチカラー光制御系の確立
- (4) シアノバクテリオクロムが結合するビリル色素合成系の機能解析

### 【 主な研究成果 】

#### (1) シアノバクテリア *Acaryochloris marina* の光質応答システムの解明

*A. marina* は、遠赤色光と橙色光を光合成に利用するため、それぞれの単色光で培養し、光質に対する応答を RNA-seq と電顕観察により解析した (Kashimoto et al. *J. Gen. Appl. Microbiol.*)。

#### (2) BV 結合型シアノバクテリオクロムの分子基盤解明と応用利用

ビリベルジン (BV) は哺乳類細胞内在色素であり、かつ、哺乳類細胞を投下しやすい遠赤色光を吸収するため、哺乳類個体レベルでの応用利用に適している。そこで、BV 結合型シアノバクテリオクロムの分子基盤を解明し、その知見を基に哺乳類個体内部の蛍光イメージングに資する分子の開発に成功した (Kuwasaki et al. *Int. J. Mol. Sci.*, Fushimi et al. *PNAS*)。

#### (3) 多様な光質を感知するシアノバクテリオクロムが開発によるマルチカラー光制御系の確立

長波長の光質を感知する分子は、哺乳類個体レベルでの利用に適しているが、培養細胞レベルで精緻に光制御するには、多重制御系の構築が重要と考えられる。そこで、AM1\_1499g1 という分子を基盤に、段階的に部位特異的変異を導入することで、計 8 種類の異なる光質に応答する光感知分子の創出に成功した (Fushimi et al. In revision for *PNAS*)。

#### (4) シアノバクテリオクロムが結合するビリル色素合成系の機能解析

通常のシアノバクテリアは、シアノバクテリオクロムが主に結合するビリル色素であるフィコシアノビルリンを合成する酵素を 1 つしか持たないが、*A. marina* は例外的に 2 つ有することを見出し、それぞれが機能分化し、そのうちの 1 つが長波長の光質を感知するための色素を供

給している可能性を見出した (Miyake et al. *FEBS J.*)。

#### 【 今後の展開 】

現在、特に *A. marina* というユニークなシアノバクテリアに着目して解析を進めているが、その研究をさらに進展させる。中でも、特異な光環境で生育させることで試験管内での人工進化実験を進めている。また、これまでは原子から細胞集団レベルまでの階層で光応答戦略を解明することを目指していたが、共同研究を展開することで、生態レベルでの解明まで拡張していく。応用利用研究に関しては、様々な制御に資する光スイッチシステムの構築を目指す。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1)Fushimi K, Miyazaki T, Kuwasaki Y, Nakajima T, Yamamoto T, Suzuki K, Ueda Y, Miyake K, Takeda Y, Choi JH, Kawagishi H, Park EY, Ikeuchi M, Sato M, **Narikawa R\***. Rational conversion of chromophore selectivity of cyanobacteriochromes to accept mammalian intrinsic biliverdin. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 116, 8301-8309 (2019).
- 2)Kuwasaki Y, Miyake K, Fushimi K, Takeda Y, Ueda Y, Nakajima T, Ikeuchi M, Sato M, **Narikawa R\***. Protein Engineering of Dual-Cys Cyanobacteriochrome AM1\_1186g2 for biliverdin incorporation and far-red/blue reversible photoconversion. *Int. J. Mol. Sci.* 20, 2935 (2019).
- 3)Miyake K, Fushimi K, Kashimoto T, Maeda K, Ni-Ni-Win, Kimura H, Sugishima M, Ikeuchi M, **Narikawa R\***. Functional diversification of two bilin reductases for light perception and harvesting in unique cyanobacterium *Acaryochloris marina* MBIC 11017. *FEBS J.* In press (2020).
- 4)Kashimoto T, Miyake K, Sato M, Maeda K, Matsumoto C, Ikeuchi M, Toyooka K, Watanabe S, Kanasaki Y, **Narikawa R\***. Acclimation process of the chlorophyll *d*-bearing cyanobacterium *Acaryochloris marina* to an orange light environment revealed by transcriptomic analysis and electron microscopic observation. *J. Gen. Appl. Microbiol.* In press (2020).
- 5)Enomoto G, Kamiya A, Okuda Y, **Narikawa R**, Ikeuchi M. Tlr0485 is a cAMP-activated c-di-GMP phosphodiesterase in a cyanobacterium *Thermosynechococcus*. *J. Gen. Appl. Microbiol.* In press (2020).

#### 【 解説・特集等 】

- 1) Fushimi K, **Narikawa R\***. Cyanobacteriochromes: photoreceptors covering the entire UV-to-visible spectrum. *Curr. Opin. Struct. Biol.* 57, 39-46 (2019).
- 2) 伏見圭司, **成川礼\*** 哺乳類内在性色素を結合するシアノバクテリオクロム バイオサイエンスとインダストリー, 77 (6): 472-473 (2019).

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) 2019 ESP-IUPB World Congress, Aug 25-30, 2019, Barcelona, Spain, Invited Talk.

#### 【 国内学会発表件数 】

・日本生化学会、日本生物物理学会など5件

#### 【 新聞報道等 】

- 1) 静岡新聞 (2019. 4. 3)

## (7)環境サイエンス部門

部門長 木村 浩之

### 1. 部門の研究内容と目標

環境サイエンス部門は15名の教員から構成されている。本研究部門では、化学工学、生物科学、環境学、地球科学、古生物学、資源地質学、地震防災といった基礎科学から人間の社会生活と密接に関連する分野まで幅広く研究している。個々の研究テーマには、地球環境での物質循環、地球温暖化にともなう炭素動態、地球環境の微生物・原生生物・プランクトン・動物・植物の生態、生物多様性・進化、人間行動・マイクロ経済学に関する理論およびモデル研究、環境因子に対する内分泌系応答の分子機構に関する研究、また、地球科学分野においては地殻変動や岩石・鉱物流動変形、資源地質に関する研究、地域に根ざした研究として、津波堆積物および分散型エネルギーについての研究がある。

### 2. 教員名と主なテーマ(◎はコア教員)

- ◎藤原 健智：窒素サイクルに関する微生物生化学
- ・木村 浩之：環境微生物の生態解明と分散型エネルギーの研究開発
- ・川本 竜彦：地球内部流体論
- ・北村 晃寿：津波堆積物・古地震に関する研究
- ・金原 和秀：環境微生物学、生物プロセス工学
- ・佐藤 慎一：干潟貝類の現生古生態学的研究
- ・塚越 哲：生物多様性と自然史
- ・森下 祐一：資源地質学、鉱床形成メカニズムの解明
- ・守田 智：複雑ネットワーク上のダイナミクス
- ・山内 清志：環境因子に対する内分泌系応答の分子機構
- ・吉村 仁：進化生態学の理論とモデル
- ・王 権：リモートセンシングモデリングと生理生態学の融合
- ・鈴木雄太郎：化石生物・三葉虫の進化形態学的研究
- ・Dur Gael：プランクトンの生態学
- ・菌部 礼：リモートセンシングを用いた農業情報の取得

### 3. 部門活動

#### (1)研究部門会議

構成メンバーは静岡と浜松キャンパスに分散しているため、部門会議は必要に応じてメール会議を開催し、緊密な連絡をした。

#### (2)研究フォーラム・講演会の実施

○静岡大学超領域研究会本部第13回超領域研究会

会期：令和元年7月11日(木曜日)

会場：静岡大学浜松キャンパス佐鳴会館ホール

主催：静岡大学超領域研究推進本部

静岡大学超領域研究推進本部は、静岡大学の重点研究3分野「光応用・イメージング」「環境・エネルギーシステム」「グリーンバイオ科学」について、それぞれの優れた研究成果やポテンシャルを持ち寄り、多様な学術基盤の連携・融合による研究成果の格段の向上、新研究領域の開拓・多様な分野と国際的に通用する研究人材の育成、外部資金獲得の取組等を推進しており、その成果の報告、共有の場として、超領域研究会を開催した。

○The 6th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2020 (ISFAR-SU2020) 開催(言語:英語)

会期: 令和2年3月5日(木曜日)

会場: 静岡大学浜松キャンパス

主催: 超領域研究推進本部、電子工学研究所、グリーン科学技術研究所、  
創造科学技術大学院、光医工学研究科、未来の科学者育成スクール

本シンポジウムは今年度が6回目であり、静岡大学における研究と教育の多様性、国際性、革新性をより深めることを目的に、イメージング、ナノマテリアル、情報科学、環境・エネルギー科学、グリーンバイオ科学、ナノバイオ科学を中心とする研究分野において、アジア、ヨーロッパの各地域及び国内、学内の研究者や学生名が参加して開催する予定であった。しかしながら、新型コロナウイルスの感染広がりの影響により、開催が中止された。

#### 4. 特記事項(受賞、新聞掲載、招待講演など)

- ・木村教授の「静岡発・私の提言 静岡の地下に眠るメタン 広域災害に備え、活用を」の記事が日本経済新聞に掲載された(令和元年6月11日)。
- ・川本教授が静岡地学会第56回総会記念講演会「沈み込んだ海水がマグマを作る」の講演を行った(令和元年6月16日)。
- ・北村教授が日本古生物学会2019年年会を主催した(令和元年6月21-23日)。
- ・北村教授の「レベル1.5 津波の解明を 南海トラフ地震で講演」の記事が静岡新聞に掲載された(令和元年7月18日)。
- ・北村教授がNHK たっぷり静岡「西暦400年の南海・駿河トラフの大地震」に出演した(令和元年8月16日)。
- ・北村教授の「駿河トラフに大地震証拠」の記事が読売新聞に掲載された(令和元年8月19日)。
- ・森下教授の「リニア建設 大井川上流にカメラ設置 JRと県有識者意見交換」の記事が毎日新聞に掲載された(令和元年8月21日)。
- ・森下教授の「大井川沢枯れ発生なら JR 調査費負担」の記事が静岡新聞に掲載された(令和元年8月21日)。
- ・北村教授の「400年ごろ南海トラフ地震発生か 静岡大と磐田南高生 痕跡を発見」の記事が毎日新聞に掲載された(令和元年8月24日)。
- ・守田教授の「性接触人数は「べき分布」に従う 長崎大学と静岡大学が調査」の記事が大学ジャーナルに掲載された(令和元年9月4日)。
- ・森下教授の「JRの地質調査不十分 専門家ら見解」の記事が静岡新聞に掲載された(令和元年9月12日)。

- ・森下教授の「JR 東海回答に強く反発 県側有識者ら議論」の記事が読売新聞に掲載された（令和元年 9 月 13 日）。
- ・北村教授の「静大教授と合同 発生間隔知る資料に 1600 年前にも南海・駿河トラフ地震の可能性 磐田南高生ら研究班が発見」の記事が朝日新聞に掲載された（令和元年 9 月 16 日）。
- ・森下教授の「専門家、JR 姿勢疑問視 地質情報非公表条件に県へ提供」の記事が静岡新聞に掲載された（令和元年 10 月 1 日）。
- ・吉村教授の「静岡大・中日新聞連携講座 素数ゼミ 生き残りの神秘」の記事が中日新聞に掲載された（令和元年 10 月 3 日）。
- ・川本教授がサイエンスカフェ in 静岡第 139 話「沈み込んだ海水が火山を作る」の講演を行った（令和元年 10 月 10 日）。
- ・木村教授の「メタンの利活用法解説 静岡大研究所が講座」の記事が静岡新聞に掲載された（令和元年 10 月 23 日）。
- ・森下教授の「考えるリニア着工 事前の地質調査徹底を」の記事が中日新聞に掲載された（令和元年 10 月 25 日）。
- ・吉村教授が未来の科学者養成スクールの公開講座「素数ゼミの謎-進化物語の科学-」にて講演した（令和元年 11 月 9 日）。
- ・北村教授の「ナウマンゾウの牙公開 地球環境史ミュージアム」の記事が産経新聞に掲載された（令和元年 11 月 30 日）。
- ・北村教授が地球環境史ミュージアムの企画展「大絶滅」（令和元年 11 月 30 日～2 年 4 月 5 日）の図録を編集・執筆した。
- ・吉村教授が NHK E テレの又吉直樹のへウレーカ！「生き残れるのはどんなやつ？」に出演した（令和元年 12 月 25 日）。
- ・吉村教授の「テレビの父色あせぬノート 晩年の研究 75 冊を寄託 孫の吉村教授が静大に」の記事が中日新聞に掲載された（令和元年 12 月 31 日）。
- ・北村・川本・木村教授は、静岡大学防災総合センターの関連研究者とともに静岡新聞社から「静岡の大規模自然災害の科学(255 ページ)」を出版した（令和 2 年 3 月 21 日）。本書の刊行は静岡大学未来社会デザイン機構の助成を受けた。
- ・北村教授らが編集した「静岡の大規模自然災害の科学」の記事が静岡新聞に掲載された（令和 2 年 3 月 23 日）。

## 地下圏微生物の生態解明と新エネルギー開発

兼任・教授 木村 浩之 (KIMURA Hiroyuki)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：グリーン科学技術研究所  
グリーンエネルギー研究部門)  
専門分野： 地球微生物学、環境ジェノミクス、新エネルギー開発  
e-mail address: kimura.hiroyuki@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://kimura-lab.sci.shizuoka.ac.jp/top.html>



### 【研究室組織】

教 員：木村 浩之

修士課程：M2（2名）、M1（1名）

### 【研究目標】

西南日本の太平洋側の地域に広く分布する厚い堆積層“付加体”に着目して、付加体の深部帯水層に存在する嫌気性の地下水（温泉）、温泉付随ガス（メタン）、地下水に含まれる微生物群集を対象とした基礎研究を進める。特に、地球科学および微生物生態学を融合させた研究手法を用いて、付加体の深部帯水層におけるメタン生成メカニズムを解明する。さらに、嫌気性の地下水と微生物群集を利活用したメタンおよび水素ガスを生成することを目的としたバイオリクターを開発する。

### 【主な研究成果】

- (1) 付加体が分布する地域に構築された温泉用掘削井から地下水と温泉付随ガスを採集し、環境データ測定、各種イオン分析、付随ガス分析、炭素・酸素・水素安定同位体比分析、CARD-FISH、メタ 16S rRNA 遺伝子解析、微生物の嫌気培養を行った。その結果、付加体の深部帯水層にて水素発生型発酵細菌と水素資化性メタン生成菌が優占すること、これらの微生物群集が高い活性を有し、且つ、共生することによって、深部地下圏の堆積層に含まれる有機物を分解してメタンを生成することを明らかにした。
- (2) 静岡県三島市の株式会社エコアドバンスとの共同研究において、静岡市葵区の温泉用掘削井に1トン型バイオリクターを設置した。温泉用掘削井から自噴する嫌気性の地下水に有機物を添加し、40~50℃にて保温することにより、メタンと水素ガスを生成するバイオリクターを構築した。

### 【今後の展開】

地元自治体および企業との共同研究により付加体の地下圏微生物を利用したメタン・水素ガス生成バイオリクターの開発を進める。加えて、地元自治体と連携して、温泉付随ガスと地下圏微生物を利用したメタンガス発電事業を進める。特に、平成30年度は牧之原市および企業と連携して、さがら子生れ温泉会館にて温泉メタンガス発電施設の構築を進める。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Makoto Matsushita, Shugo Ishikawa, Kenta Magara, Yu Sato, Hiroyuki Kimura. The potential for CH<sub>4</sub> production by syntrophic microbial communities in diverse deep aquifers associated with an accretionary prism and its overlying sedimentary layers. *Microbes and Environments* 35, ME19103 (2020).
- 2) Hiroshi A. Takahashi, Hiroko Handa, Ayumi Sugiyama, Makoto Matsushita, Miyuki Kondo, Hiroyuki Kimura, Maki Tsujimura. Filtration and exposure to benzalkonium chloride or sodium chloride to preserve water samples for dissolved inorganic carbon analysis. *Geochemical Journal* 53, 305-318 (2019).
- 3) Yu Sato, Hiroyuki Kimura. Temperature-dependent expression of different guanine-plus-cytosine content 16S rRNA genes in Haloarcula strains of the class Halobacteria. *Antonie van Leeuwenhoek* 112, 187-201 (2019).
- 4) 木村浩之、松下 慎、芦沼完太、津布久卓也. 付加体深部帯水層での微生物メタン生成とエネルギー生産システムの社会実装. *日本微生物生態学会誌* 34 巻, 2 号, p. 43-48 (2019).

### 【 特許等 】

- ・ 特願 2020-052932 号、メタン生成装置（出願日：2020 年 3 月 24 日）

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本微生物生態学会第 33 回大会、第 71 回日本生物工学会など 9 件

### 【 招待講演件数 】

- 1) グリーンサイエンスカフェ in 浜松 (2019. 10. 19)
- 2) 「発酵と代謝研究会」令和元年第 1 回勉強会 (2019. 7. 3)
- 3) 静岡県環境ビジネス協議会 講演会 (2019. 7. 3)
- 4) バイオマス/廃棄物等由来水素生産技術の開発・実証動向と展望 (2019. 6. 21)
- 5) 静岡化学工学談話会令和元年総会および第 55 回静岡コロキウム 講演会 (2019. 6. 18)

### 【 新聞報道等 】

- 1) 静岡新聞 (2019. 10. 23)
- 2) 日本経済新聞 (2019. 6. 11)

## 地球内部流体論

兼担・教授 川本 竜彦 (KAWAMOTO Tatsuhiko)  
 環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：理学部 地球科学科及び  
 大学院総合科学技術研究科理学専攻 地球科学コース)  
 専門分野： 地質学、鉱物学  
 e-mail address: kawamoto.tatsuhiko@shizuoka.ac.jp  
 homepage:  
<https://tdb.shizuoka.ac.jp/RDB/public/Default2.aspx?id=11267&l=1>  
<http://www.sci.shizuoka.ac.jp/~geo/staff/Kawamoto/Kawamoto.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：川本 竜彦

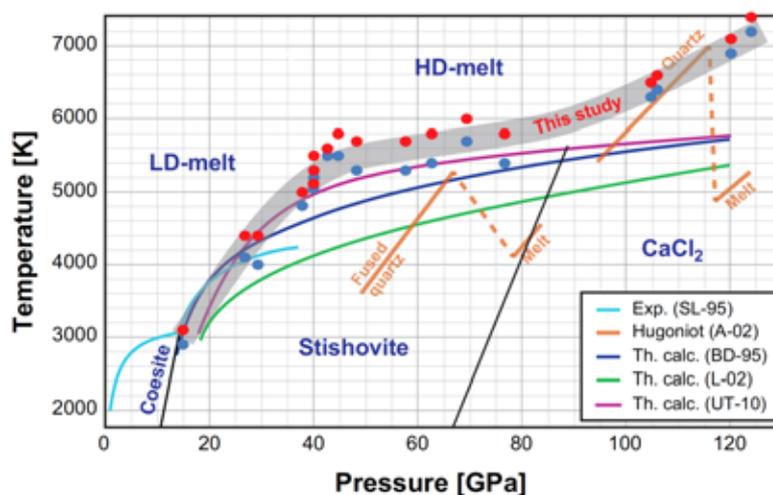
### 【 研究目標 】

海水とマンツルの反応を研究しています。

日本列島の下に沈み込むプレートを作る岩石は海水によって水和されます。鉱物中の水は温度が上がると徐々に脱水し、塩水がプレート境界に出ます。その塩水は地下 30km で地震を起こし、60km で有馬型温泉のもととなり、100km でマグマのもとになります。この描像は、「偶然」マンツルの岩石中に塩水包有物を発見したことに始まり、ハロゲン元素比、硫酸塩や陽イオンの存在比などから、海水起源の塩水と考えるようになりました。現在、プレートテクトニクスにより地球内部に運ばれる海水が、地震、温泉、火山などを引き起こす際の効果を理解したいと思っています。大きな問題は、海水と岩石の相互作用で海水はどう組成を変えるだろうか、また、海水の化学組成は地球史を通してどのように変化して来たのかを知りたいと考えます。さらには、海水とマンツル岩の反応によって海水中の二酸化炭素を固定する過程を解明できれば、地球温暖化の解決に貢献できるのではないかと考えています。

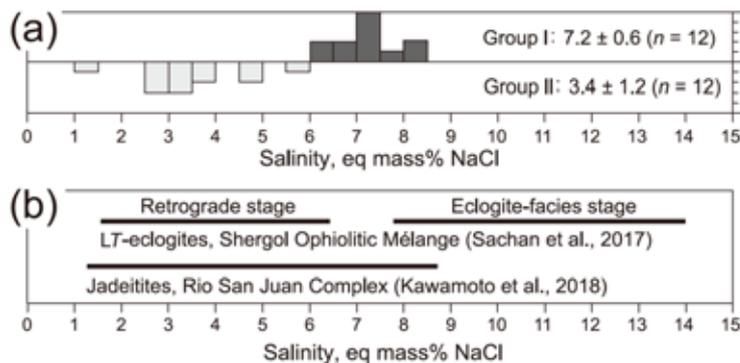
### 【 主な研究成果 】

#### (1) 地球深部条件での SiO<sub>2</sub> の熔融温度の決定



CO<sub>2</sub> レーザー加熱ダイヤモンドアンビルセル高圧放射光実験による SiO<sub>2</sub> の融解曲線(赤丸と青丸の間)。45GPa(万気圧)付近で融解曲線の温度/圧力勾配が小さくなることは、この周辺で Si の配位数が 4 から 6 に増加することと関係すると推定する。そうであれば、融解した液は低密度液体(LD-melt)から高密度液体(HD-melt)に変化すると解釈する。下記の学術論文1)として出版した。

## (2) 高圧変成作用時の流体の塩濃度変化



高圧変成作用によって生成された岩石中の流体包有物に 2 種類の塩濃度を示すグループが存在した。その流体包有物をもつ結晶の組織から、高塩濃度の流体包有物のグループはより高圧条件で結晶内に取り込まれたと考える。下記の学術論文 2) として出版した。

### 【 今後の展開 】

- 1) ケイ酸塩メルトの高圧条件での構造変化がどのように起こるのか、詳細な検討をするためには質の良いデータの取得が必要である。
- 2) 流体包有物に記録される流体の化学組成を推定することで、地球内部、特に沈み込み帯における流体の発生と移動を理解したい。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Andraut, D., Morard, G., Garbarino, G., Mezouar, M., Bouhifd, M. A., Kawamoto, T., Melting behavior of SiO<sub>2</sub> up to 120 GPa. *Physics and Chemistry of Minerals*, <https://doi.org/10.1007/s00269-019-01077-3> (2020).
- 2) Shinji, Y., Tsujimori, T., Kawamoto, T., Two groups of fluid inclusions in the Yunotani eclogite from the Hida-Gaien Belt: Implications for changes of fluid salinity during exhumation. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 114, 302–307 (2019).

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Kawamoto, T. ほか、Low-salinity aqueous fluid inclusions in dolomite veins of a listvenite of Oman Drilling Project Phase 1, International Conference on Ophiolites and the Oceanic Lithosphere: Results of the Oman Drilling Project and Related Research など 2 件

### 【 国内学会発表件数 】

- 1) Kawamoto, T. ほか、Low-salinity aqueous fluid inclusions in dolomite veins of a listvenite of Oman Drilling Project Phase 1. 日本地球惑星科学連合
- 2) 川本竜彦、流体包有物に記録されている沈み込み帯流体の塩濃度。日本鉱物科学会 など 3 件

### 【 受賞・表彰 】

静岡大学永年勤務者表彰、 2019 年 11 月

## 第四紀環境変動学

兼任・教授 北村 晃寿 (KITAMURA Akihisa)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 理学部 地球科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 地球科学コース)  
専門分野: 第四紀学、古生物学、層序学  
e-mail address: kitamura.akihisa@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://akihisakitamura.la.coocan.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 北村 晃寿

### 【 研究目標 】

南海トラフにおける巨大津波・地震減災のための古環境研究を行っている。

### 【 主な研究成果 】

(1) 南海・駿河トラフでは、684年の白鳳地震以降、90~270年間隔で、マグニチュード8クラスの大地震と大津波が起きており、これらの震源域・波源域は、西から、Z、A~Eの6領域に分かれ、大地震の発生は隣接領域が数時間~数年をおいて、あるいは同時に起きた。駿河トラフ(E領域)の西岸では、1854年の安政東海地震で約1mの隆起が起き、大津波が襲来したが、1944年の昭和東南海地震では駿河トラフは破壊されなかった。これらのことから、駿河湾で海溝型地震すなわち東海地震の発生が懸念され、1978年に大規模地震対策特別措置法が制定されたが、その後、1707年の宝永地震と1498年の明応東海地震では、駿河湾西岸で隆起のなかったことが判明した。一方、北村は御前崎で隆起二枚貝化石を発見し、1361年正平(康安)東海地震で隆起が起きたことを解明した。これらのことから、駿河トラフを破壊し、その西岸を隆起させる地震(安政型地震)の発生間隔は500年にも及ぶ可能性が出てきた。そこで、地震の発生間隔を解明するため、静岡市清水区の海長寺の地下の地層記録から堆積環境を復元した。同寺院に着目したのは、西暦1011年から現在地(標高約4mの浜堤)にあることが分かっているからだ。掘削したボーリングコアの解析から、西暦400年頃に安政型地震の発生を示す地質学的証拠を見つけ、国際学術誌 *Progress in Earth and Planetary Science*. <https://doi.org/10.1186/s40645-019-0305-y> に公表した。本研究は、次世代育成事業グローバルサイエンスキャンパス「未来の科学者養成スクール(FSS)」の取組みとして、北村が磐田南高等学校の3人の生徒の研究をサポートし、北村の発案で調査・検討を進めたものである。

(2) 南海・駿河トラフの沿岸低地から採取したボーリングコアの解析では、干潟堆積物の識別は重要である。なぜならば、その堆積物は海水準復元に有効な代替指標だからだ。しかし、静岡県沿岸では、人為改変によって干潟は消失している。そこで、神奈川県三浦半島の江奈湾で、干潟堆積物の調査を行った。その結果、堆積相解析、C/S比、炭酸塩含有量、底生有孔虫群集を組み合わせることによって、潮上帯・潮間帯の堆積物や洪水堆積物を識別できる基準を構築した。この研究成果は国際学術誌 *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 226, 106256 に公表した。

【 今後の展開 】 上記(1)の研究地域周辺で安政型地震の発生履歴調査のため、ボーリングコアを掘削し、現在、調査中である。また、焼津平野における津波堆積物の調査を行っている。

### 【 学術論文・著書 】

1) Kitamura, A., Ina, T., Suzuki, D., Tsutahara, K., Sugawara, D., Yamada, K., Aoshima, A., 2019. Geologic evidence for coseismic uplift at ~AD 400 in coastal lowland deposits on the Shimizu Plain,

- central Japan. Progress in Earth and Planetary Science. <https://doi.org/10.1186/s40645-019-0305-y>
- 2) Kitamura, A., Yamamoto, Y., Yamada, K., Kubo, A., Toyofuku, T., Nakagawa, Y., 2019. Combined analysis of sulfur and carbon contents, and foraminifer as paleoenvironmental indicators in tidal flat sediments on Miura Peninsula, Japan. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 226, 106256 <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106256>
  - 3) 北村晃寿・池田昌之, 2020, 静岡県御前崎の隆起した穿孔性二枚貝化石. 化石, 107, 1-2.
  - 4) 北村晃寿, 2019, 静岡県下田市の海食台にある巨礫への 2017 年台風第 21 号 (typhoon Lan) の高波の影響. 静岡大学地球科学研究報告, 46, 1-4.
  - 5) 北村晃寿・山本有夏・狩野謙一, 2019. 静岡県南伊豆町入間海岸に見られる高波で回転した極粗粒巨礫. 静岡大学地球科学研究報告, 46, 5-8.
  - 6) 岩田孝仁・北村晃寿・小山真人編, 2020. 静岡の大規模自然災害の科学. 静岡新聞社. 255 ページ.

#### 【 解説、特集記事等 】

- 1) 企画展図録 大絶滅 地球環境の変遷と生物の栄枯盛衰. 2019. ふじのくに地球環境史ミュージアム, 112. 文章, 標本化石の写真撮影, 図表作成.

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 北村晃寿・山本有夏・山田和芳・久保篤史・豊福高志・中川友紀, 三浦半島の現世干潟堆積物に関する堆積学的・地球化学的・古生物学的解析. 日本第四紀学会 2019 年大会 千葉科学大学 (2019 年 8 月 24 日)
- 2) 北村晃寿・山本有夏・原田賢治・豊福高志, 2017 年台風 21 号による高潮堆積物の形成. 日本古生物学会. 東京大学駒場キャンパス (2020 年 2 月 9 日)
- 3) 日本古生物学会 2019 年年会・シンポジウム (2019 年 6 月 21-23 日) 静岡大学を主催.

#### 【 招待講演 】

- 1) 企画展「大絶滅」 記念講演会「化石から分かった生物界の大異変」(2019 年 12 月 22 日) ふじのくに地球環境史ミュージアム

#### 【 報道数 (新聞掲載など) 】

- 1) 静岡大防災総合センター 3 教授が出版 本県の自然災害科学的に解説 歴史やメカニズム詳しく (2020 年 3 月 23 日) 静岡新聞社夕刊 2 面
- 2) 静大教授と合同 発生間隔知る資料に 1600 年前にも南海・駿河トラフ地震の可能性 磐田南高生ら研究班が発見 (2019 年 9 月 16 日) 朝日新聞朝刊 23 面
- 3) 駿河トラフに大地震証拠 西暦 400 年頃 静大教授と高校生ら発見 (2019 年 8 月 19 日) 読売新聞朝刊 29 面
- 4) 震度 7 級 地層に痕跡 静大教授と磐田南高生が調査 西暦 400 年ごろ県内で (2019 年 8 月 17 日) 中日新聞朝刊 15 面
- 5) 400 年ごろ 安政東海と同型地震 地質的な証拠を発見 (2019 年 8 月 17 日) 静岡新聞朝刊 26 面
- 6) レベル 1.5 津波の解明を 南海トラフ地震で講演 (2019 年 7 月 18 日) 静岡新聞朝刊 23 面

## 環境微生物学、生物プロセス工学

兼任・教授 金原 和秀 (KIMBARA Kazuhide)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：工学部 化学バイオ工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 科学バイオ工学コース)  
専門分野： 環境微生物学、生物工程  
e-mail address: kimbara.kazuhide@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://59.106.135.116/~tmshint/>



### 【 研究室組織 】

教 員：金原 和秀

博士課程：Tran Vu Ngoc Thi (創造科技院 D3、私費)、Le Thi Ha Thanh (創造科技院 D3、ベトナム政府給付)

修士課程：M2 (2名)、M1 (1名)

学 部 生：B4 (4名)

### 【 研究目標 】

我々は、微生物を用いた持続的社会的創造に貢献する技術開発を目的として研究を行なっている。様々な社会的ニーズに応える微生物プロセスとして、回転型スラリーリアクターを用いた環境浄化システムや、植物バイオマス対応型メタン発酵プロセスの開発、好熱性ダイオキシン分解菌を用いたダイオキシン浄化システムの開発など、幅広く研究を展開している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 資源作物バイオマスの効率的糖化と糖化液のメタン発酵システムを開発する。
- (2) 回転型スラリーリアクターを用いた効率的なA重油汚染土壌浄化法を開発する。
- (3) ダイオキシン汚染土壌から単離した新規好熱性ダイオキシン分解菌の解析と応用。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 資源作物含む植物バイオマスの効率的糖化と糖化液のメタン発酵システムの開発

資源植物として注目されているイネ科植物エリアンサスの粉碎物を用いて、酵素糖化することなく、メタン発酵することに成功した。また、発酵消化液をエリアンサス栽培の液肥として施肥した結果、無施肥と比較して生育を促進することができた。

#### (2) 回転型スラリーリアクターを用いた効率的な油汚染土壌浄化法の開発

複合微生物の低温での強力な分解性をさらに加速することを目的として、スラリー化した土壌を回転混合攪拌する装置を設計し、A重油の分解試験を行った。その結果、90%を排出して、同量の汚染スラリーを再投入する半連続式システムを検討した結果、分解が加速する成果を得た。

#### (3) ダイオキシン汚染土壌から単離した新規好熱性ダイオキシン分解菌の解析と応用

ダイオキシン汚染土壌から好熱性細菌の単離に成功し、その性質を調べた結果、45°Cで最も効率的に分解することを見出した。また、ゲノム解析の結果、単離した分解菌は芳香族化合物の分解に関与する分解遺伝子を多く保有することを見出した。

### 【 今後の展開 】

木質バイオマスとして、これまで利用例のない樹皮を用いたメタン発酵の効率化に挑戦する。低温環境におけるA重油除去のメカニズムを解析し、更なる分解の効率化を目指す。好熱性ダイオキシン分解菌のダイオキシン分解の分子メカニズムを解明し、土壌汚染への応用を目指す。膜小胞の分泌メカニズムを解明し、微生物間コミュニケーションツールとしての応用を目指す。

## 【 学術論文・著書 】

- 1) Navarro RR, Otsuka Y, Matsuo K, Sasaki K, Sasaki K, Hori T, Habe H, Nakamura M, Nakashimada Y, Kimbara K, Kato J.: Combined simultaneous enzymatic saccharification and comminution (SESC) and anaerobic digestion for sustainable biomethane generation from wood lignocellulose and the biochemical characterization of residual sludge solid, *Bioresour Technol.*, 300:122622 (2020).
- 2) Miyoshi Y, Okada J, Urata T, Shintani M, Kimbara K.: A Rotational Slurry Bioreactor Accelerates Biodegradation of A-Fuel in Oil-Contaminated Soil Even under Low Temperature Conditions, *Microorganisms*, 20;8(2), pii: E291 (2020).
- 3) Maejima Y, Iino T, Muraguchi Y, Fukuda K, Ohkuma M, Suzuki T, Moriuchi R, Dohra H, Kimbara K, Shintani M.: *Chryseotalea sanaruensis* gen. nov., sp. nov., a Member of the Family Cytophagaceae, Isolated from a Brackish Lake in Hamamatsu Japan, *Curr Microbiol.*, 77(2):306-312 (2020).
- 4) Ikegaya R, Shintani M, Kimbara K, Fakuda M, Yoshida N.: Identification of a transcriptional regulator for oligotrophy-responsive promoter in *Rhodococcus erythropolis* N9T-4, *Biosci Biotechnol Biochem.* Epub Dec 28 (2019).
- 5) Miyazawa D, Thanh LTH, Tani A, Shintani M, Loc NH, Hatta T, Kimbara K.: Isolation and Characterization of Genes Responsible for Naphthalene Degradation from Thermophilic Naphthalene Degradation, *Geobacillus* sp. JF8, *Microorganisms*, 24;8(1). pii: E44 (2019).
- 6) Thanh LTH, Thi TVN, Shintani M, Moriuchi R, Dohra H, Loc NH, Kimbara K.: Isolation and characterization of a moderate thermophilic *Paenibacillus naphthalenovorans* strain 4B1 capable of degrading dibenzofuran from dioxin-contaminated soil in Vietnam, *J Biosci Bioeng.*, 128(5):571-577 (2019).
- 7) Ngoc Thi TV, Hoang Sinh DD, Ha Thanh LT, Huy ND, Tue NH, Shintani M, Kimbara K, Loc NH.: Cloning, expression and characterization of catechol 1,2-dioxygenase from *Burkholderia cepacia*, *J Gen Appl Microbiol.* Nov 12. doi: 10.2323/jgam.2019.06.002, [Epub ahead of print] (2019).
- 8) Maejima Y, Iino T, Muraguchi Y, Ohkuma M, Kimbara K, Shintani M.: *Algoriphagus sanaruensis* sp. nov., a member of the family Cyclobacteriaceae, isolated from a brackish lake in Hamamatsu, Japan, *Int J Syst Evol Microbiol.*, 69(7):2108-2113 (2019).

## 【 国際会議発表件数 】

- ・ The 18th Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering Congress、札幌 (2019.9.23-9.27)

## 【 国内学会発表件数 】

- ・ 環境バイオテクノロジー学会、日本生物工学会、など12件

## 【 その他 】

### <社会貢献>

- ・ 環境バイオテクノロジー学会 副会長
- ・ 国際誌「Biotechnology Journal」編集委員
- ・ 国際誌「Journal of Chemical Engineering of Japan」編集委員
- ・ 静岡大学食品・生物産業創出推進拠点代表幹事として第52回研究会「食品・生物産業の付加価値創造」を主催 (2019年11月27日、アクトシティ浜松)
- ・ 農林水産省「生物多様性影響評価検討会」委員
- ・ 経済産業省製造産業局「化学物質審議会臨時委員」

### <国際交流>

- ・ 共同研究：スリナカリンウィロット大学 (タイ)「耐熱性ポリヒドロキシ酪酸(PHA)生産菌の単離・解析とPHA発酵条件の最適化への応用」
- ・ 共同研究：フエ大学 (ベトナム)「ダイオキシン汚染土壌からのダイオキシン類分解菌の単離と解析」

## 干潟貝類の現生古生態学的研究

兼任・教授 佐藤 慎一 (SATO Shin'ichi)

環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：理学部 地球科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 地球科学コース)

専門分野： 現生古生態学、進化古生物学

e-mail address: sato.shinichi.c@shizuoka.ac.jp

homepage: <http://www.sci.shizuoka.ac.jp/%7egeo/staff/Sato/Sato.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：佐藤 慎一

### 【 研究目標 】

本研究は、大規模干拓や外来種侵入などによる人為的攪乱や、地震や津波などの自然災害に伴う環境と生物の変化過程をとらえ、急激な環境変動に対する生物の応答の普遍性を明らかにして、それを第四紀に見られる氷河性海水準変動に伴う化石群集の変遷と比較することで、現在と過去における急激な環境変動に対する生物群集の応答の実態を追究することを目指している。さらに、今後生じるであろう様々な環境変化に備えて、静岡県周辺の干潟・浅海域において、現時点でのイベント前の通常状態における環境・生物の定点観測を行い、将来の環境問題（外来種や沿岸開発、南海トラフ地震後の復旧計画など）に対して同一の精度でイベント前後の変化を比較できる定量的データを提供することを目的とする。そのため下記の内容を研究している。

- (1) 大規模干拓堤防建設に伴う貝類群集の時間的変化の比較
- (2) 食用種や外来種を対象とした分類・分布・生活史・食性に関する研究
- (3) 黄海-有明海の干潟貝類群集の比較と氷河性海水準変動に伴う時空間的変遷の復元
- (4) 東日本大震災前後の底生動物相の変化
- (5) 浜名湖など静岡県内の干潟生物の分布調査

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 大規模干拓堤防建設に伴う貝類群集の時間的変化の比較

長崎大学の研究グループとの共同調査として、諫早湾調整池における潮止め前後の水質の変化と、それに伴う底生生物相の時間的変化を詳細に追跡した。さらに、韓国中西部のセマングム干拓予定海域でも、2000年より継続的に定量調査を行い、貝類群集の時間的変化を明らかにし、それを諫早湾の研究結果と比較することで、急激な環境変動に伴う底生生物の反応の共通性について考察した。また、2016年よりインドネシアのジャカルタ湾でも、大規模堤防建設の計画があるため、佐賀大学・愛媛大学と共同で湾内における採泥調査を実施した。

#### (2) 食用種や外来種を対象とした分類・分布・生活史・食性に関する研究

アサリ・ハマグリなど食用種や、ヒラタヌマコダキガイ・サキグロタマツメタなどの外来種を対象とした分類・分布・生活史・食性に関する研究をテーマとして、卒論生や修論生と共同で研究を行い、学生が主著者として国際誌に論文を公表した。

#### (3) 黄海-有明海の干潟貝類群集の比較と氷河性海水準変動に伴う時空間的変遷の復元

本研究では、特に地史的な繋がりが強く底生生物相が酷似する黄海と有明海の干潟貝類群集を対象にして、両海域における貝類相の定量的な比較と、氷河性海水準変動に伴う貝類群集の時間・空間的変遷を復元することを目指している。近年、日本各地において浅海域の開発に伴う環境破壊が社会的な関心事となり、干潟の価値や生物多様性の保全に関する議論が頻繁に行われるようになった。しかし、浅海域における底生生物相の基礎的データはまだ不足し、各海域間での生物多様性の定量的な比較はほとんど行われていない。また、黄海や有明海など

の干潟に見られる底生生物相は、主に最終氷期以降の海水準変動に伴って形成されている。したがって、その時間・空間的な形成過程を復元することは、干潟の生物多様性を理解する上で非常に重要な示唆を与えることができる。本研究は、黄海と有明海において干潟貝類群集の定量的データを数多く収集し、それを比較することにより干潟の生物多様性を詳細に把握する。さらに、両海域周辺から産出する貝化石を利用して、これらの干潟貝類群集の時空間における変遷を復元することを目的としている。

#### (4) 東日本大震災前後の底生動物相の変化

2011年3月11日に発生した東日本大震災により、干潟や浅海域の環境や底生動物も甚大なダメージを受けた。本研究では、東日本大震災前10年間に継続的に調査してきた宮城県周辺の干潟・浅海域における底生動物相の定量データ(Sato et al., 2012)を比較対象とすることで、東日本大震災後の底生動物相の変化を明らかにし、その後の生態系の回復傾向を現在もモニタリングしている。

#### (5) 浜名湖など静岡県内の干潟生物の分布調査

静岡県水産技術研究所浜名湖分場との共同研究として、浜名湖奥部において干潟・浅海域の環境・生物の定点観測を2015年4月から毎月1回実施している。これらの成果は、将来の環境問題に対して比較可能なイベント前の定常状態でのデータとして活用することが出来る。

#### 【今後の展開】

これまでの研究成果をふまえて、過去20年間以上も継続させて来た諫早湾干拓・韓国セマングム干拓・宮城県東名海岸における定点観測を今後も途絶える事無く数十年レベルで定量的データを蓄積させるとともに、将来の突発的な環境激変に備えて、静岡県周辺の干潟・浅海域において環境・生物の定点観測を行うことを目指している。

#### 【学術論文・著書】

- 1) S. Sato, J.-S. Hong, S.-H. Kim, "Macrobenthic faunal change after dike construction in Saemangeum Lake, South Korea, with special emphasis on mollusks". *Plankton and Benthos Research*, 14(4), 251–260 (2019).
  - 2) T. Nishikawa, S. Sato, Y. Hayami, S.I. Sachoemar, A. Sudaryanto, "New find of an Indo-West Pacific echiuran *Listriolobus brevirostris* from Jakarta Bay, Indonesia (Polychaeta: Echiura) in 2018, due probably to human-mediated introduction". *Biogeography*, 21(1), 71–73 (2019).
  - 3) 折田 亮・佐藤正典・佐藤慎一・近藤 寛・松尾匡敏・東 幹夫・山西良平・Yusof Shuaib Ibrahim・松下聖・下村真美, 「有明海における多毛類24種の分布: 1997年・2002年・2007年の調査に基づく10年間の変化」, *日本ベントス学会誌*, 74(2019), 43–63.
  - 4) 山中崇希・佐藤慎一・松尾匡敏・佐藤正典・東 幹夫, 「諫早湾潮受け堤防閉切り後の有明海全域における水質・底質変化と二枚貝類・ヨコエビ類・多毛類の群集構造変化」, *日本ベントス学会誌*, 74, 64–74, (2019).
  - 5) 大高明史・佐藤慎一・東 幹夫, 「潮受け堤防締め切り後の諫早湾干拓調整池における水生貧毛類群集の経年変化」, *日本ベントス学会誌*, 74, 75–80, (2019).
  - 6) 佐藤慎一・東 幹夫・松尾匡敏・大高明史・近藤繁生・市川敏弘・佐藤正典, 「諫早湾干拓調整池における水質・底質ならびに大型底生動物群集の経年変化」, *日本ベントス学会誌*, 74, 印刷中, (2020).
- 他2件

#### 【国内学会発表件数】

- ・日本古生物学会、日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会2件

## 生物多様性と自然史

兼担・教授 塚越 哲 (TSUKAGOSHI Akira)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：理学部 地球科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 地球科学コース)  
専門分野：動物分類学、多様性生物学、進化古生物学  
e-mail address: tsukagoshi.akira@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員：佐藤 慎一 (理学部地球科学科・教授)、鈴木 雄太郎 (理学部地球科学科・准教授)  
修士課程：伊藤 美澄 (M2)、中村 大亮 (M2)

### 【 研究目標 】

節足動物は古生代初期からその存在が知られ、また体制が硬組織のユニットによって構成されているゆえ、特に形態学的にその進化を考察する上で好適な素材である。また、あらゆる環境に適応放散しているため、地球環境に対してその多様性がよく反映されている。本研究組織では、これらの特性を生かして以下の点に着目して節足動物の自然史を明らかにすることを目的とする。

- (1) 分類学的多様性を明らかにし、これを記載する
- (2) 生態的多様性を明らかにし、適応放散について考察する
- (3) 形態および遺伝子の塩基配列から進化系統を明らかにする
- (4) 進化的新奇性を明らかにする

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 内湾性貝形虫類 *Bicornucythere* 属の分類と形態的多様性に関する研究

本研究は我が国とその周辺海域に広く分布し、また化石としても多くの報告がある貝形虫 *Bicornucythere bisanensis* (Okubo, 1975) について、その分類学的な考察と種分化にかかわる形態評価を行った。先行研究を総括し、我が国とその周辺では単一種内にいくつかの形態群があるとみなされていたこれまでの見識を覆し、八代海産の本属種が未記載種であることを雄性生殖器の形態から突き止めた。また *B. bisanensis* s. s. の集団標本を扱うことによって、雄性交尾器に一定の多様性があることを認めるとともに、左右の雄交尾器の先端 (distal lobe) に複数の形態 (Shape R, r, L, l) が存在することを示し、かつそれらの組み合わせに基づき、雄個体を4形態群に分けた。この4形態群について、背甲形態 (網目模様の配列およびポアシシステム) に着目して比較を行ったところ、網目模様や感覚子孔の配列などの背甲形態にも雄性交尾器に基づいた4形態群ごとに異なる特徴が現れていることが明らかになった。これら4形態群は、共通形質の組み合わせからなることから、交配可能な同一種内の変異と考えられるが、交配の際に形態群間で交尾頻度の違い等が存在する可能性が示唆される。

#### (2) 間隙性貝形虫類 *Pussella* 属とその近縁種に関する研究

間隙性 *Pussella* 属は沖縄瀬底島から背甲の形態をもとに3種の *Pussella* 属貝形虫 (いずれも未記載種) が報告されており、本研究では瀬底島の間隙環境から採取された *Pussella* 属貝形虫を雄交尾器の形態と背甲の特徴から *P. sp. 1*, *P. sp. 2*, *P. sp. 4* の3種に分類することができた。これに先行研究で報告された *P. sp. 3* を含めると研究地域には少なくとも4種の *Pussella* 属貝形虫が生息しており、これまでの研究地域で最高2種であったことと比較し、同地域では、同属の種多様性が著しく高いことが明らかとなった。

#### (3) 寄生性貝形虫類 *Ankylocythere* 属の分類と生態に関する研究

これまで、寄生性貝形虫の報告は日本では2例のみにとどまり、いずれも外来種の宿主から

の報告である。本研究では静岡県駿河区大谷のため池で採取されたアメリカザリガニ（外来種）とモクズガニ（在来種）を炭酸水に浸し寄生性貝形虫 *Ankylocythere tiphophila* を分離した。静岡県では初の報告となるとともに、在来種の宿主への寄生を確認した。在来種から外来種由来の寄生性貝形虫が発見されたのは今回が世界で初めての報告となった。

【 外部獲得資金 】

- ・ 令和元年度国土交通省の地域課題分野（河川生態）FS 研究「流況変化に対する河川－海洋沿岸生態系の応答：狩野川水系における解明と生態系保全策」（5,000 千円）

【 学術論文・著書等 】

- 1) Horikoshi, H., Nakao Y. & Tsukagoshi, A. 2019. Two new species of Bairdiidae (Ostracoda: Crustacea) from the western Pacific coast of Japan. *Zootaxa*, 4679 (3): 450–462.
- 2) Yoo, H., Tanaka, H., Tsukagoshi, A., Lee, W. & Karanovic, I. 2019. Cytheroid ostracods (Crustacea) from South Korea, with description of a new species. *Zoosystema* 41 (22): 419–441.  
<https://doi.org/10.5252/zoosystema2019v41a22>.
- 3) Karanovic, I., Huyen, P. T.-H., Yoo, H., Nakao, Y. & Tsukagoshi, A. 2019. Shell and appendages variability in two allopatric ostracod species seen through the light of molecular data. *Contributions to Zoology*, 2019:1–23. 10.1163/18759866-20191423

【 国内学会開催 】 1 件

- ・ 2019 年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会大会長。2019 年 9 月 18–21 日，静岡市産学交流センター（静岡市）。参加者数 294 名。

【 国内学会発表件数 】 5 件

- ・ 伊藤美澄・塚越 哲。間隙性貝形虫 *Anchistrocheles* 属の種分類と形態比較。日本動物分類学会第 55 回大会（講演番号 0–24）。2019 年 6 月 8 日，神奈川県立生命の星・地球博物館（小田原市）。（ポスター発表）
- ・ 中村大亮・塚越 哲。油壺産貝形虫 *Bicornucythere bisanensis* における交尾器の形態学的多様性。日本動物分類学会第 55 回大会（講演番号 0–09）。2019 年 6 月 9 日，神奈川県立生命の星・地球博物館（小田原市）。（口頭発表）
- ・ 中村大亮・岡田 悟・塚越 哲・佐藤慎一。浜名湖における貝形虫の生息分布の変遷—*Bicornucythere* 属の加入と分類。日本古生物学会 2019 年年会（講演番号 C03）。2019 年 6 月 22 日，静岡大学（静岡市）。（口頭発表）
- ・ 伊藤美澄・塚越 哲。間隙性貝形虫 *Anchistrocheles* 属の種分類と形態比較。2019 年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会（講演番号 BP-15）。2019 年 9 月 19 日，静岡市産学交流センター（静岡市）。（ポスター発表）
- ・ 中村大亮・塚越 哲。三崎産貝形虫 *Bicornucythere bisanensis* にみられる形態学的多様性。2019 年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会（講演番号 B0–19）。2019 年 9 月 20 日，静岡市産学交流センター（静岡市）。（口頭発表）
- ・ 中村大亮・岡田 悟・塚越 哲・佐藤慎一。浜名湖における貝形虫（節足動物門：甲殻類）生息分布の変遷。令和元年度日本水環境学会中部支部研究発表会。2019 年 11 月 16 日，静岡パルシェ（静岡市）。（ポスター発表）

## 進化生態学の理論とモデル

兼任・教授 吉村 仁 (YOSHIMURA Jin)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 工学部 数理システム工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 数理システム工学コース)  
専門分野: 数理生物学、進化生物学、生態学  
e-mail address: yoshimura.jin@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/yoshimurajin/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 吉村 仁  
教育研究支援員 : 北村 孔志  
修士課程 : M2 (4名)

### 【 研究目標 】

昨今の地球環境の大きな変化 (悪化) や絶滅による種多様性の急激な低下にかんがみ、環境のもっとも本質的な側面の1つである不確定性の生物適応への影響に関する基本原理を研究する。

### 【 主な研究成果 】

草原や草地において、草食動物が全くいない場合より少しはいてグレイジング (grazing: 採餌) したほうが植物の種数が増加することが、一世紀以上昔から観測されていた。しかし、動物のグレイジングによる植物の種多様性の増加のメカニズムは全くわかっていなかった。我々はこのメカニズムを動物のグレイジングによる空地の増加が多種の共存を促進して起こることを格子モデルのシミュレーションにより証明した (Pulungan et al. 2019)。

多胚発生するキンウワバトビコバチでは、ホストのカラカス (終令幼虫の殻) から約 2000 匹の成虫が出現する。オスとメスの両方がホストの卵に寄生した場合、そのほとんどがメスの繁殖虫で、メスの兵隊幼虫がオスの繁殖虫を殺すことで起こっていることが分かっていた。この現象は雌雄の対立によると説明されていたが、我々はオスを殺してメスを全体として増やすことが、メスと同様オスにとっても最適であることをつきとめた。つまり、僅かに生き残ったクローンのオスが一緒に羽化したすべてのメスと交尾することにより、オスの適応度を飛躍的に増大することを見出した。我々はモデルを構築して、数値的にどの程度オスが残るのが最適化を示し、それが観測データとほぼ一致することを見出した。このように、メス兵隊幼虫のオス繁殖虫の大量抹殺は雌雄両方にとって適応的であることを明らかにした。この結果は、「オスの繁殖虫にとって、自分自身が殺されることが自分にとって最適である」という生物学でも類を見ないはじめての現象である (Ohtsuki et al 2019)。

ゲーム理論では、囚人のジレンマゲームやタカハトゲームなど異なる種類のゲームについて個別に研究が進められてきた。我々は、荷物持ちゲーム (weight-lifting game) を考案して、持ち上げの成功率を確率的に決めることにより、すべての  $2 \times 2$  ゲームを1つのゲームで表現した。この成果は、論文発表に合わせて、Grand unified game theory として、世界的な科学啓蒙誌 New Scientist に紹介された (Yamamoto et al. 2019)。

現代の投資理論では、わずかな利ざやを稼ぐために、レバレッジを効かした無数の繰返しの短期投資がもっとも安全で有効な投資方法と考えられている。しかし、この理論では、投資1回の破産確率はほぼゼロに等しいほど小さいのでゼロと看做して計算している。そこで、破産確率が極端に小さくてもゼロでない場合、投資の繰返しが10の乗数で多くなるとほぼ確実に破産することを示し、現代の金融工学の投資の最適化戦略の大きな欠陥を明らかにした (Nii et al. 2019)。

### 【 学術論文・著書 】

1) Satoshi Kakishima#, Yi-sho Liang, Takuro Ito, Tsung-Yu Alieck Yang, Pei-luen Lu, Yudai Okuyama, Mitsu Hasebe, Jin Murata, Jin Yoshimura#, Evolutionary origin of a periodical mass-flowering plant, Ecology and Evolution, DOI:10.1002/ece3.4881, 2019:1-909 First published: April 2019 (9pages)

- 2) H Kubota#, J Yoshimura, S Niitsu, A Shimizu#, Morphology of the tentorium in the ant genus *Lasius Fabricius* (Hymenoptera: Formicidae), *Scientific Reports*, (2019) 9:6722, DOI:10.1038/s41598-019-43175-w, Published online: 30 April 2019 (8pages)
- 3) Takahiro Otsuki, Daisuke Uka, Hiromu Ito, Genki Ichinose, Momoka Nii, Satoru Morita, Takuma Sakamoto, Maaya Nishiko, Hiroko Tabunoki, Kazuya Kobayashi, Kenji Matsuura, Kikuo Iwabuchi# & Jin Yoshimura#, Mass killing by female soldier larvae is adaptive for the killed male larvae in a polyembryonic wasp, *Scientific Reports* | (2019) 9:7357 | <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43643-3>, Published online: 14 May 2019 (7pages)
- 4) 柿嶋聡#, 石田厚, 吉村仁. 2019. 熱帯雨林の多種共存と動物による確率的な種子散布. *植物科学最前線* 10:39. (DOI: 10.24480/bsj-review.10a6.00153), May 2019 (10pages)
- 5) Takuya Okabe#, Momoka Nii, Jin Yoshimura, The median-based resolution of the St. Petersburg paradox, *Physics Letters A*, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.physleta.2019.125838> Available online 17 July 2019 (4pages)
- 6) M. A. Pulungan#, S. Suzuki, M. K. A. Gavina, J. M. Tubay, H. Ito, M. Nii, G. Ichinose, T. Okabe, A. Ishida, M. Shiyomi, T. Togashi, J. Yoshimura#, S. Morita#. 2019. Grazing enhances species diversity in grassland communities. *Scientific Reports* 9, 11201. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47635-1> (Published: 01 August 2019).
- 7) Momoka Nii, Takuya Okabe, Hiromu Ito, Satoru Morita, Yosuke Yasuda, Jin Yoshimura#. 2019. Bankruptcy is an inevitable fate of repeated investments with leverage. *Scientific Reports*, *Scientific Reports* | (2019) 9:13745 | <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50237-6> Published online: 24 September 2019 (5pages)
- 8) T Yamamoto, H Ito, M Nii, T Okabe, S Morita, J Yoshimura, A single ‘weight-lifting’ game covers all kinds of games, *Royal Society Open Science* 6 (11), 191602, Published: 20 November 2019, <https://doi.org/10.1098/rsos.191602> (7pages)
- 9) Takuma Sakamoto, Maaya Nishiko, Hidemasa Bono, Takeru Nakazato, Jin Yoshimura, Hiroko Tabunoki# and Kikuo Iwabuchi, Analysis of molecular mechanism for acceleration of polyembryony using gene functional annotation pipeline in *Copidosoma floridanum*, *BMC Genomics* (2020) 21:152, <https://doi.org/10.1186/s12864-020-6559-3> Published online: 11 February 2020

【 国内学会発表件数 】

- ・ 1 件

【 招待講演件数 】

- ・ 3 件

【 新聞報道等 】

- 1) 創立 70 周年記念 静岡大学・中日新聞連携講座 2019、2019 年 10 月 1 日 (火) 18:00-19:30、素数ゼミの謎～進化物語の科学、場所：静岡大学浜松キャンパス附属図書館浜松分室 (S-Port) 3 階大会議室
- 2) 新聞記事: 中日新聞 2019 年 10 月 3 日 (木) 「静岡大・中日新聞連携講座 素数ゼミ 生き残りの神秘」の記事が掲載
- 3) FSS 公開講座 (2019/11/09 浜松) 令和元年 11 月 9 日 (土) 10:00-11:00、素数ゼミの謎～進化物語の科学ー、開催場所：静岡大学浜松キャンパス 佐鳴会館会議室
- 4) テレビ放送：NHK E テレ 「又吉直樹のヘウレーカ！」番組名 「生き残れるのはどんなやつ？」  
放送日時：2019 年 12 月 25 日 (水) 22 時 00 分～22 時 45 分 再放送：2019 年 12 月 27 日 (金) 午前 0:25～1:08 (木曜深夜)  
ウェブサイト：<https://www4.nhk.or.jp/heureka/x/2019-12-25/31/33084/1426064>
- 5) 新聞記事: 中日新聞 1 面 2019 年 12 月 31 日 (火) 「テレビの父色あせぬノート 晩年の研究 75 冊を寄託 孫の吉村教授、静大に」の記事が掲載

## リモートセンシングモデリングと生理生態学の融合

兼任・教授 王 権 (WANG Quan)

環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：農学部 生物資源科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 環境森林科学コース)

専門分野： リモートセンシング、生理生態学

e-mail address: wang.quan@shizuoka.ac.jp

home page: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/frs/kouiki-seitai/index.html>



### 【研究室組織】

教 員：王 権、藺部 礼(助教)

博士課程：黄 科朝 (D2)、宋 光満 (D1)、甘 毅 (D1)

修士課程：M2 (1名)、M1 (2名)

### 【研究目標】

研究の目標は、リモートセンシング技術と生理生態モデルなどを用いて植物のガスフラックス (CO<sub>2</sub> と水フラックス) 情報を取得できるアルゴリズム、並びに観測システムを構築することです。特に、CO<sub>2</sub> と水の収支・循環に関する研究を行っています。植物の CO<sub>2</sub> 吸収機能と蒸散に代表される水フラックスは個々の生育状態や周辺の気象状況などの様々な要因と影響しあうパラメータであり、リモートセンシングによる広域レベルでのガスフラックス情報の取得が地球規模の環境問題を考える上で非常に重要な情報源となり得るものであると考えています。主な試験地は、中川根演習林と中国の乾燥地・カルスト生態系です。

### 【主な研究成果】

- (1) 異なる時空間スケールの C/H<sub>2</sub>O 循環メカニズム・モデルに関する研究とリモートセンシングデータの融合研究
- (2) 近接リモートセンシングの開発
- (3) リモートセンシングデータの応用

### 【今後の展開】

生態観測、渦相関観測システム、およびリモートセンシングによる地表面観測などを融合させ、複数の情報源で同期的に観測を行うことを基本として複数スケールでのリモートセンシングデータの試測、分析及び検証のシステムを構築し、リモートセンシングデータを主要な駆動因子とする複数スケールの生理生態モデルを用いて、地球変動への適応をシミュレーションする。

### 【学術論文・著書】

- 1) Song, G., **Wang, Q.\***, Jin, J. 2020. Leaf photosynthetic capacity of sunlit and shaded mature leaves in a deciduous forest. *Forests*, 11, 318.
- 2) Xu, P., **Wang, Q.\***, Jin, J., Jin, P. 2019. An increase in nighttime light detected for protected areas in mainland China based on VIIRS DNB data. *Ecological Indicators*, 107, 105615. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105615>.

- 3) Song, G., Wang, J., Han, T., **Wang, Q.**, Ren, H., Zhu, H., Wen, X., Hui, D. 2019. Changes in plant functional traits and their relationships with environmental factors along an urban-rural gradient in Guangzhou, China. *Ecological Indicators*, 106:10558.
- 4) Zhou, L., Yang, Y., Chi, Y., Wang, S., **Wang, Q.** 2019. Contrasting post-fire dynamics between Africa and South America based on MODIS observations. *Remote Sensing*, 11, 1074. DOI:10.3390/rs11091074.
- 5) **Wang, Q.\***, Jin, J. 2020. Chapter 9 Hyperspectral remote sensing of plant water status and plant water use under drought stress. Pp.127-144. IN: Park, E.Y., Saito, T., Kawagishi, H., Hara, M. (eds.) Green Science and Technology. CRC Press-Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL 33487-2742.

【国際会議発表件数】

- The 6<sup>th</sup> International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University (ISFAR-SU2020), March 5, 2020, Hamamatsu, Japan      2 件

【国内学会発表件数】

- 写真測量学会学術講演会など 4 件

## リモートセンシングを用いた農業情報の取得

兼担・助教 菌部 礼 (SONOBE Rei)

(主担当：農学部 生物資源科学科及び

大学院総合科学技術研究科農学専攻 環境森林科学コース)

専門分野： リモートセンシング、農業情報工学

e-mail address: sonobe.rei@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員：菌部 礼

修士課程：M2 (1名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

リモートセンシングデータを用いた農林業分野における有用な情報の抽出に関する研究を行っており、主に次の研究テーマに取り組んでいる。

- (1) Xバンド合成開口レーダを用いた作付状況の把握
- (2) 分光反射特性を活用した茶葉の品質及び光環境ストレスの評価

### 【 主な研究成果 】

#### (1) Xバンド合成開口レーダを用いた作付状況の把握

Xバンド合成開口レーダ (SAR) は、C や L バンド SAR よりも地上における情報を詳細に取得できるという特長を有しており、ドイツの TerraSAR-X やイタリアの COSMO-SkyMed をはじめとした Xバンド SAR を搭載した人工衛星が欧州を中心に運用されている。そして、日本においても X-Band 合成開口レーダを搭載した ASAR0-2 が 2018 年に打ち上げられ、現在運用中である。さらに、ASAR0-2 の同型機 LOTUSat がベトナムに採用されるなど、東南アジアの新興国における需要も期待されている。

本研究は ASAR0-2 および人工衛星に搭載された X-Band 合成開口レーダとして最も実績がある TerraSAR-X によって取得されたデータも活用することによって、農業分野における X-Band 合成開口レーダの利活用可能性を評価した。

#### (2) 分光反射特性を活用した茶葉の品質及び光環境ストレスの評価

現場での茶樹生葉の品質および枯死リスクの評価方法を提案した研究である。葉に含まれるクロロフィルやカロテノイド含量は品質やストレスの評価に有効な指標である。しかし、従来の手法は化学分析が必要であり計測結果が得られるまで数日要していた。本研究では、ハイパースペクトルリモートセンシングを活用することによって非破壊かつ迅速にこれらを推定する手法を提案することができた。加えて、機械学習アルゴリズムを活用することによって、精度の向上も実現した。

### 【 今後の展開 】

現在、UAV 搭載型ハイパースペクトルセンサを活用したデータの取得方法および解析方法に関する研究も並行して実施している。今後は、このような空間的な評価が可能なデータを用い多面

的な評価手法に関して検討していく予定である。

【 学術論文・著書 】

- 1)R. Sonobe, Y. Hirono, A. Oi, “Non-destructive detection of tea leaf chlorophyll content using hyperspectral reflectance and machine learning algorithms”, *Plants* (accepted).
- 2)N. Kobayashi, H. Tani, X. Wang, R. Sonobe, “Crop classification using spectral indices derived from Sentinel-2A imagery”, *Journal of Information and Telecommunication* 4(1) 67-90 (2020).
- 3)R. Sonobe, “Combining ASAR-2 XSAR HH and Sentinel-1 C-SAR VH/VV Polarization Data for Improved Crop Mapping”, *Remote Sensing* 11(16) 1920 (2019).
- 4)R. Sonobe, “Parcel-Based Crop Classification Using Multi-Temporal TerraSAR-X Dual Polarimetric Data”, *Remote Sensing* 11(10) 1148 (2019).
- 5) 藺部礼, 佐野智人, 堀江秀樹: 分光反射特性による茶葉に含まれるテアニン含量推定能力の評価, 写真測量とリモートセンシング, 58(5) 265 – 269.
- 6) 林明日香, 藺部礼, 佐野智人, 堀江秀樹: PROSPECT を用いた茶葉におけるクロロフィル含量の評価, 写真測量とリモートセンシング, 58(5) 260 – 264.
- 7) 杉山 絵里香, 藺部 礼, 谷 宏, 小林 伸行, 望月 貫一郎: TerraSAR-X 2 重偏波データを活用した作物の生育モニタリング, 写真測量とリモートセンシング, 58(5) 255 – 259.
- 8) 難波 尚樹, 藺部 礼, 谷 宏, 小林 伸行, 望月 貫一郎: 多時期の TerraSAR-X 二重偏波データを活用した作付作物の把握, 写真測量とリモートセンシング, 58(5) 250 - 254.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本写真測量学会令和元年度年次・秋季学術講演会など 6 件

## (8)ベーシック部門

部門長 三重野 哲

### 1. 部門の目標・活動方針

ベーシック部門は、25名の教員から構成されている。ベーシック部門は、静岡・浜松の教員によって構成され、科学技術の根幹をなす部分を中心に研究を進めている。また、他部門と連携しながら、学際・融合的研究も進められている。物質科学分野では、「ナノ物質と光量子」をキーワードに基本法則の解明とともに機能物質の創成を目指す研究を、数理科学分野では、自然現象を認識する基本概念として、「私たちの数理科学」を共通のテーマとして様々な分野の研究に繋がる数学・物理の研究を行っている。

### 2. 教員名と主なテーマ(◎はコア教員)

- ・ 三重野 哲：炭素ナノ材料の合成、物性と応用。プラズマ科学の実験的研究
- ・ 浅 芝 秀 人：多元環の表現論
- ・ 板 垣 秀 幸：高分子固体およびゲルの機能化とその分子レベル評価
- ・ 岡 林 利 明：高分解能分光法による短寿命分子種とクラスターの物理化学的研究
- ・ 小 林 健 二：超分子化学に基づく物質創製と機能化
- ・ 近 藤 満：新しい機能性金属錯体の合成研究
- ・ 坂 本 健 吉：有機典型元素化合物の機能探求
- ・ 鈴 木 信 行：非古典述語論理、Kripke 意味論
- ・ 関 根 理 香：無機材料の構造・物性・反応性の理論的解明
- ・ 田 中 直 樹：作用素半群の生成と微分方程式系の適切性
- ・ 土 屋 麻 人：場の量子論と超弦理論の非摂動的な研究
- ・ 富 田 誠：ナノ構造光学媒質中での光の伝播現象
- ・ 鳥 居 肇：液体系と生体分子系のダイナミクス・機能と相互作用の理論的解析
- ・ 宮 崎 倫 子：常微分方程式におけるタイムラグの影響
- ・ 毛 利 出：非可換代数幾何学
- ・ 依 田 秀 実：有機化学、生命機能物質合成
- ・ 海老原孝雄：強相関係物質の単結晶育成と物性開拓
- ・ 大 矢 恭 久：核融合炉システム中でのトリチウム挙動
- ・ 保 坂 哲 也：群が幾何学的に作用するCAT(0)空間の研究
- ・ Diego J. Mejia：強制法理論および実数直線上の組合せ論
- ・ 矢 永 誠 人：人工放射性核種の環境動態
- ・ 山 中 正 道：有機合成化学を基盤とした超分子集合体の創製
- ・ 近 田 拓 未：先進エネルギーシステム用機能性材料研究開発
- ・ 森 田 健：ブラックホールの量子論的側面の研究
- ・ 守 谷 誠：分子の規則的配列を用いた革新的電池材料開発

### 3. 部門の活動

(1) 国際レベルの論文公表、招待講演、国際会議での発表、研究会の企画を積極的に行っている(後述資料参照)

(2) 地域連携活動

- 1) 「サイエンスカフェ in 静岡」は、最先端の研究を展開している研究者が、静岡市民(社会人～高校生)へサイエンス情報を提供する月例の講演会である。ベーシック部門からも、講演を行っている。
- 2) 原子力規制人材育成事業に採択され、「放射線安全のための大学間連携放射線計測専門家・教育者育成プログラム」を推進している。

3) 静岡科学館「るくる」でのサイエンスワークショップに講師として参加している。

#### 4. 特記事項

##### (1) 受賞

- 1) 近田拓未: Miya-Abdou Award for Outstanding Technical Contributions to the Field of Nuclear Technology (2019.9.26).
- 2) 土屋麻人: 静岡大学研究フェロー (第4期令和元年度～令和3年度).
- 3) 杉山健斗(森田 健): 日本物理学会学生優秀発表賞(素粒子論領域) 2019年秋季大会.
- 4) 守谷 誠: 静岡大学若手重点研究者.
- 5) 守谷 誠: 第7回ディープレックグランプリ・DNP賞(主催:(株)リバネス), 「蓄電池のオーダーメイド化を実現する新物質の開発」(2019.9.7).

##### (2) 地域連携活動

- 1) 大矢恭久: 日米共同研究 PHENIX 計画ワークショップ(日本側世話人), 静岡大学(2019.11.22-23).
- 2) 大矢恭久: 日韓トリチウムワークショップ(日本側世話人), 沖縄産業支援センタ(2019.10.7-8).
- 3) 大矢恭久: 超領域研究「放射科学が切り拓くグリーン・エネルギー超領域科学研究」研究会, 富山大学 2020.3.9.
- 4) 近田拓未: サイエンスカフェ in 静岡・講演, 「海水から太陽をつくる～核融合炉が拓く未来」(2019.7.25).
- 5) 森田 健: 静岡大学オープンキャンパス模擬授業「一般相対性理論入門」.
- 6) 守谷 誠: FM-Hi!「静大スタイル」出演 (2019.11.21).
- 7) 守谷 誠: 掛川市立大浜中学校・研究室紹介(2019.10.23).
- 8) Diego A. Mejía: 静岡県立富士宮高等学校, 理学部説明会(2019.7.10).
- 9) Diego A. Mejía: 静岡県立島田高等学校, 理学部説明会(2019.7.11).
- 10) Diego A. Mejía: 静岡市立高等学校 SSH プログラム「探究プログラム II」 夏季研究室研修, 数学の研究活動についての研修会(2019.7.20,29).
- 11) Diego A. Mejía: 【高大連携】静岡大学 FSS(未来の科学者養成スクール): 高校生の受け入れ(2019 後学期).
- 12) Diego A. Mejía: 静岡市立高等学校 SSH プログラム「探究プログラム II」課題研究構内発表会の来賓(審査委員)(2020.2.1).

##### (3) 世話人を務めた学会・研究集会・講演会等

- 1) 浅芝秀人、毛利 出: 第24回静岡代数学セミナー, 静岡大学理学部(2019.7.12～13).
- 2) 浅芝秀人、毛利 出: 第25回静岡代数学セミナー, 静岡大学理学部(2019.12.13～15).
- 3) 田中直樹: 第45回発展方程式研究会(2019.12.25～27).
- 4) 土屋麻人: 「離散的手法による場と時空のダイナミクス 2019」, 島根大学(2019.9.9～12).
- 5) 毛利 出: 研究集会「(非)可換代数とトポロジー」, 信州大学理学部(2020.2.18～20).
- 6) 森田 健: 国際研究会「Strings and Fields」, 京都大学(2019.8).

##### (4) 招待講演等

- 1) 大矢恭久: 「QUEST 水素プラズマに曝されたタングステン表面化学状態と水素同位体滞留挙動」, 九州大学応用力学研究所 RIAM フォーラム、九州大学 (2019.6.6).
- 2) 趙 明忠(D2), 大矢恭久: “The deuterium permeation parameters in tungsten determined by gas driven permeation and plasma driven permeation methods”, 日韓トリチウムワークショップ, 沖縄産業支援センター (2019.10.7) 招待講演.
- 3) N.-Y. Suzuki: “Existence and disjunction properties in intermediate predicate logics”, Colloquium at Dept. Philosophy I & II of Ruhr University Bochum, Ruhr University Bochum, Germany (2020. 1. 23).
- 4) 鈴木信行: 「中間述語論理における選言特性と存在特性」, 日本数学会, 令和 2 年度年会(数学基

礎論分科会)特別講演, 日本大学(2020.3.16).

- 5) 近田拓未: "Simultaneous measurement of deuterium permeation and lithium-lead corrosion for tritium permeation barrier coatings", 12th Int. Con. Tritium Sci. & Technol., 釜山, 韓国 (2019.4.25).
- 6) 土屋麻人: 「AdS/CFT 対応における繰り込み群と情報幾何」, 日本大学素粒子論研究室セミナー, 日本大学 (2019.4.24).
- 7) 土屋麻人: 「ゲージ重力対応における情報幾何とバルク幾何」, 離散的手法による場と時空のダイナミクス 2019, 島根大学 (2019.9.9~12).
- 8) 土屋麻人: "How information geometry is encoded in bulk geometry", Workshop on Quantum Geometry, Field Theory and Gravity (Corfu 2019), コルフ島, ギリシャ (2019.9.18~25).
- 9) 土屋麻人: "How information geometry is encoded in bulk geometry", East Asia Joint Workshop on Fields and Strings 2019, NCTS, 新竹市, 台湾 (2019.10.28~11.1).
- 10) 鳥居 肇: "Vibrational spectroscopy empowered by theoretical analysis: The principles and a few example cases", 10th International Conference on Advanced Vibrational Spectroscopy (ICAVS-10), オークランド, ニュージーランド (2019.7.7~12).
- 11) 鳥居 肇: 「液体系の THz および赤外スペクトルの理論計算に関わる現状と展望」, スーパーコンピュータワークショップ 2019, 岡崎市 (2019.12.19).
- 12) 三重野 哲: 「微粒子プラズマ中2つの微粒子のペアリングと相関解析」, 東北大学電気通信研究所・共同プロジェクト研究会, 東北大学工学部, 2019.9.24.
- 13) 三重野 哲: 「小惑星衝突による破壊と創造」静岡大学理学同窓会・中部支部総会, 名古屋市, ウィンクあいち (2019.6.16).
- 14) 森田 健: "Nuclear physics and D-branes in string theory", KEKセミナー(2019. 5.14).
- 15) 森田 健: "Hawking radiation from butterfly effect", 中央大学理工学部セミナー(2019.7.8).
- 16) 杉山健斗, 森田 健: 「ブラックホール情報喪失問題を反古典重力で考え直す」, 日本大学セミナー (2019.11).
- 17) 守谷 誠: 「イオン伝導パスを有する分子結晶の構築と選択的なリチウムイオン伝導」, 高分子学会・第118回プラスチックフィルム研究会 (2019.7.25).
- 18) Diego A. Mejía: "Preservation Theorems of finite support iterations I and II", Set Theory of the Reals, Casa Matemática Oaxaca, メキシコ (2019.8.5).
- 19) Diego A. Mejía: "Cichon's maximum over ZFC alone", 日本数学会 2019 年度秋季総合分科会, 金沢大学 (2019.9.19).
- 20) Diego A. Mejía: "Cichon's maximum without large cardinals", XVIII Latin American Symposium of Mathematical Logic, Concepción University, チリ (2019.12.19).

#### (5) 新聞記事など

- 1) Diego A. Mejía: ラジオ放送出演・インタビュー, 「世界の数学的解釈および学究生活」, アンティオキア大学・文化ラジオ放送局(コロンビア) (2019.8.30).

## 炭素ナノ材料の合成・物性と応用、プラズマ科学の実験的研究

兼任・教授 三重野 哲 (MIENO Tetsu)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：理学部 物理学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 物理学コース)  
専門分野：プラズマ材料科学、クラスター科学、宇宙環境科学  
e-mail address: mieno.tetsu@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wwp.shizuoka.ac.jp/plasma/>



### 【 研究室組織 】

教 員：三重野 哲

博士課程：S M Al Imran Hossain (D3、私費留学生)、Zahurul Amin (D3、国費留学生)、  
Md. Abdul Momin (D2、国費留学生) (3名)

修士課程：M2 (4名)、M1 (2名)

学 部 生：B4 (1名)

### 【 研究目標 】

- (1) 社会に役立つ応用科学の新しい価値創造の為、プラズマ科学技術分野で積極的に研究成果を出すことを目標とする。また、プラズマなどの物理・化学過程を用いて、社会に必要なナノ材料の創製を目標とする。
- (2) 炭素クラスターの高品質・高効率合成、合成物の物性分析および応用に関する国際的成果を出し、公表する。
- (3) 宇宙環境を利用した科学研究、宇宙開発に関連した研究成果を出す。
- (4) プラズマ基礎科学の実験成果を出す。

### 【 主な研究成果 】

- (1) 2段式軽ガス銃により、飛翔体をターゲットに衝突させ、高温ガスブルーム反応により、アミノ酸の合成に成功した。合成分子の質量分析、元素分析を実施した。
- (2) 水分散性炭素ナノチューブ試料は、透明電極、バイオ材料、医療材料として期待される。酸素プラズマ法により、水分散性多層ナノチューブの合成に成功した。ナノチューブ・繊維複合材料の合成に成功した。ナノチューブ・セルロース複合材料の開発に成功した。
- (3)  $J \times B$  アークジェット法を用いて金属コア・シェル粒子の大量合成に成功した。

### 【 今後の展開 】

- (1) ナノチューブ複合材料、炭素カプセル、磁気粒子などの新規ナノ材料の高効率合成、物性分析および応用に関する研究を積極的に進める。
- (2) 宇宙衝突でのアミノ酸分子、有機合成の機構を解明していく。特にタイタン表面への小惑星衝突により種々の分子合成、蓄積を実証する。
- (3) 水分散性ナノチューブ化合物の合成、物性、応用に関する研究を行う。ナノチューブ複合材料の研究を進める。
- (4) 微粒子プラズマにおける、微粒子集団が持つ独特の集団現象を探索していく。電荷を持つ有限数の粒子運動を分析し、統計処理方法を探求していく。

(5) NIFSにおける研究会プロジェクト (WS Fine Particle Plasmas, 日韓微粒子会議) を推進する。

【 学術論文・著書等 】

- 1) Md. A. Momin, Md. J. Rahman, T. Mieno, "Development of compact load cell using multiwall carbon nanotube/cotton composites and its application to human health and activity monitoring", J. Nanomaterials, **2019** (2019) 7658437-1-15.
- 2) T. Koga, T. Mieno, "Observation and analysis of paired-particle motions in fine-particle plasma", IEEE Trans. Plasma Sci., **47** (2019) 3031-3034.
- 3) 三重野 哲、「カーボンナノチューブの表面処理・分散技術と複合化事例」、第3章、第3節の分担執筆。技術情報協会, (2019) pp.21-27.

【 解説・特集等 】

- 1) 三重野哲「編集後記」、プラズマ核融合学会誌、Vol. 95, No. 6 (2019), p. 308.

【 国際会議発表件数 】

- 1) T. Mieno *et al.*, "Impact generation of hot gas plume and synthesis of amino acids in nitrogen gas simulating asteroid's impacts in space ", XXXIV Int. Conf. Phenomena Ionized Gases (ICPIG) , Hokkaido, Japan, 2019.7.14-19 . など9件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 三重野 哲 等、「窒素ガス中飛翔体衝突とアーク放電によるアミノ酸合成」、宇宙科学に関する室内実験シンポジウム、R2. 3. 3, JAXA宇宙研、相模原 など7件

【 招待講演件数 】

- 1) 三重野 哲、「微粒子プラズマ中2つの微粒子のペアリングと相関解析」、東北大学電気通信研究所・共同プロジェクト研究会、東北大学工学部、2019.9.24.
- 2) 三重野 哲、「小惑星衝突による破壊と創造」、静岡大学理学同窓会・中部支部総会、名古屋市、ウインクあいち、2019.6.16. 2件

【 受賞・表彰 】

- ・静岡県大学発ベンチャー発掘・育成業務支援・採択、2019. 12、静岡県経済産業部

## 多元環の表現論

兼任・教授 浅芝 秀人 (ASASHIBA Hideto)  
情報科学専攻 (主担当: 理学部 数学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 数学コース)  
専門分野: 代数学  
e-mail address: asashiba.hideto@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://www.shizuoka.ac.jp/asashiba/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 浅芝 秀人  
修士課程: M2 (1名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

体  $k$  上の多元環 (あるいはもっと一般に可換環  $k$  上の線型圏) の間の導来同値を、グロタンディーク構成やスマッシュ積などの圏論的な道具を用いて研究している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1)  $B/\langle g \rangle$  ( $B$  は箆多元環に導来同値な多元環の反復圏、 $g$  は  $B$  の自己同型) という形の多元環のクラスを導来同値のもとで分類する。
- (2) 導来同値のための被覆理論を圏作用へ一般化する。
- (3) 上の一般論を多元環の導来同値分類に応用する。
- (4) 群作用をもつ線型圏の軌道圏および群次数付き線形圏のスマッシュ積と、導来同値性との関係を調べる。
- (5) 群次数付き線形圏と群のスマッシュ積の計算法を求め、被覆の計算法を与える。
- (6) 上の問題を圏次数付き線形圏の場合について考える。
- (7) 多元環の表現論の位相幾何学的データ解析 (TDA) への応用 (CREST 研究)。

### 【 主な研究成果 】

(4)、(5) はほぼ完成し、(5) については著書で解説を行った。

(2) に関する成果。群  $G$  からの作用を持つ線形小圏と  $G$ -同変関手のなす 2-圏  $G\text{-sCat}$  と、 $G$ -次数付き線形小圏と弱次数保存関手のなす 2-圏  $G\text{-GrCat}$  との間の 2-同値を、 $G$  からの擬作用を持つ線形小圏と  $G$ -同変関手のなす 2-圏  $G\text{-Cat}$  と  $G\text{-GrCat}$  との間の 2-同値にまず拡張した。この結果についても著書で解説を行い、国際会議の報告集にその解説を投稿した。この結果を小圏  $I$  からの擬作用を持つ線形小圏と  $I$  による次数付けを持つ線形小圏に一般化した。すなわち、(a)  $I$ -次数付き線形小圏と  $I$ -弱次数保存関手を定義してこれらのなす 2-圏  $I\text{-GrCat}$  を定義し、(b)  $k\text{-Cat}$  を線形小圏と関手のなす 2-圏として、 $I$  から  $k\text{-Cat}$  への擬関手全体のなす 2-圏  $\text{Pfun}(I, k\text{-Cat})$  を考え、(c)  $\text{Pfun}(I, k\text{-Cat})$  と  $I\text{-GrCat}$  との間に 2-同値を構成した。前者から後者への 2-関手  $\text{Gr}$  は Grothendieck 構成を一般化して与え、後者から前者への 2-関手  $\#I$  は  $I$  とのスマッシュ積を定義することによって与えた。これは (6) の問題を解くときの基本となる。

(3) に関連して、傾理論を研究する必要がある、今年度はブラウアー樹木多元環について  $\tau$  傾加群 (2 項傾複体を求めることと同値) の全体が単体複体なすことを示し、それらの同型類の個数を数える論文を発表した。

(7) に関する研究。TDA を実際に応用する際、パーシステンス加群の同型の元での不変量を求

めることが重要な問題となる。完全な不変量としての直既約分解を求めることは、たいていの場合時間が掛かりすぎるので、それ以外の不変量で役に立つものを探す必要がある。昨年度その候補として、区間表現による近似を見つけることができた。これは計算しやすく、もとのパーシステンス加群の情報をかなり含む不変量である。さらに、根基列と底列も計算しやすい不変量であり、TDA に応用できる可能性が高い。今年度は、一般のパーシステンス加群を区間表現の直和で近似する方法が見つかった。

これは、グロタンディーク群のなかでの近似であり、正部分と負部分をともに用いる。

#### 【 今後の展開 】

上記(2)の結果により、方法により、 $\text{Pfun}(I, k\text{-Cat})$ と  $I\text{-GrCat}$  との間を 2-関手  $\text{Gr}$  と  $\#I$  で行き来できるようになったので、次に、(4)を一般化した問題として、これらの 2-関手のもとで導来同値性が保たれるかを調べる。また、より多くの多元環について目標(1)の研究を行い、導来同値のもとでの具体的な完全不変量を求める。目標(6)のために  $I$  次数付線形圏  $B$  と小圏  $I$  とのスマッシュ積  $B\#I$  の具体的な計算法を確立する。目標(7)は平成 27 年度後期から 5 年半にわたって GREST 研究に採用され、京都大学の平岡氏のグループと共同で研究を行っている。AR-理論、行列問題の手法、bocs 理論を応用して加群の分解を与える方法を調べる。特に基礎体を代数的閉体から有限体に移行する方法を調べる。また、他より計算が早くできる性能のよい不変量による近似法を求める。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) 著書：浅芝 秀人：圏と表現論 2-圏論的被覆理論を中心に、SGC ライブラリー 155, サイエンス社, 2019 年 12 月.
- 2) 論文：Asashiba, Hideto; Mizuno, Yuya; Nakashima, Ken: Simplicial complexes and tilting theory for Brauer tree algebras, *J. Algebra*, 551, (2020), 119-153, DOI: 10.1016/j.algebra.2019.12.020

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Isfahan School and Conference on Representations of Algebras, 2019-04-19, Isfahan, Iran,
- 2) 第 8 回日中韓環論国際シンポジウム, 2019-08-26 から 08-31, 名古屋大など計 4 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 日本数学会など計 3 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 浅芝 秀人: "2-categorical Cohen-Montgomery duality for category pseudo-actions", Isfahan School and Conference on Representations of Algebras, イスファハン, イラン(2019-04-19).
- 2) 浅芝 秀人: "Computations of persistence diagrams by almost split sequences", Workshop "Computational applications of quiver representations: TDA and QPA", ビーレフェルト, ドイツ (2019-05-03).
- 3) 浅芝 秀人: "2-categorical Cohen-Montgomery duality between categories with I-pseudo-actions and I-graded categories for a small category I", "Homological algebra, ring theory and Hochschild cohomology dedicated to the 70th birthday of Alexander Generalov", サンクトペテルブルク, ロシア (2019-10-28).

以上計 3 件

## 高分子固体およびゲルの機能化とその分子レベル評価



兼任・教授 板垣 秀幸 (ITAGAKI Hideyuki)  
光・ナノ物質機能学専攻 (教育学部化学)  
専門分野: 高分子物性、光物性  
e-mail address: itagaki.hideyuki@shizuoka.ac.jp

### 【 研究室組織 】

教 員: 板垣 秀幸

### 【 研究目標 】

我々は、高分子の固体・ゲルに機能をもたせることを目的として研究を行ない、更にその機能を分子レベルで評価するシステムの構築も目的としている。機能化に際しては、新しい高分子の合成も行うが、既存の高分子を筐体として利用し、ここにゲスト分子を規則的に高次に配列する方法も追求している。ソフトインテリジェントマテリアルであるゲルについては、体積相転移過程など高分子鎖自体の特性を利用したり、生体高分子鎖を利用したりすることで、環境に優しく実用性のある機能を持たせることを目標に幅広く研究を展開している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 空隙をもつ高分子結晶フィルムにモノマーを共結晶化させ、これらを重合することで高度なコンポジットシステムを構築
- (2) 機能を有する有機金属錯体や機能性高分子を高秩序配列したフィルムの作製と機能発現
- (3) イオン液体や有機金属錯体を配列した立体規則性ポリマーゲルの作製と機能解析
- (4) 偏光蛍光を用いたゲスト分子の立体情報決定方法の汎用化
- (5) 糖・タンパクなどバイオポリマーから合成する体積相転移ヒドロゲルの環境分野への応用
- (6) 機能を有する無機粒子や無機粉末と体積相転移ゲルから形成する有機・無機ハイブリッドシステムの創製

### 【 主な研究成果 】

#### (1) イオン液体を均一に分布し導電性を示すシンジオタクチックポリスチレン (SPS) ゲルの作製

SPS のピリジンゲルなどをはじめに作製し、これらを種々のイオン液体に浸漬し、浸漬時間を変化させることで、さまざまなイオン液体含量の異なる SPS ゲルを作製した。これらのゲルでは、各々のイオン液体やイオン液体とピリジンなどの混合溶媒そのものとよく一致した電気導率を示し、ゲル内部の溶媒の均一性についての知見を得ることができた。さらに、SPS 鎖が形成するフィブリル構造の中にイオン液体分子が、ゲスト分子として規則的に配置される場合があることを構造解析などから明らかにした。結果として、絶縁体の SPS 素材で形成されながら、イオン液体を多く含み、しかもゲルとして弾力性のある、耐熱性の高い、導電性ソフトマテリアルの作製に成功した。成果は、論文 1 に掲載された。

#### (2) チャンネル型空隙のある SPS エプシロン型結晶を利用した導電性コンポジットの作製と応用

SPS のエプシロン型結晶はチャンネル型空隙をもつが、この結晶をなるべく長く繋げるために複数の取組を行った。1 つは、SPS を溶媒に高温で溶解させてキャストすると、溶媒の種類によっては、SPS デルタ型結晶フィルムとなるが、この単斜晶結晶の c 軸 (即ちポリマー鎖方向) が、フィルムの表面平面に平行になったり、フィルムの厚さ方向に平行になったりする割合が溶媒依存性をもつことを 25 種類の溶媒のキャストフィルムから確認し、このうちフィルムの厚さ方向にポリマー鎖が平行に並ぶ溶媒に溶解してキャストしたフィルムで、エプシロン型結晶を長く繋げられることを見いだした。結果的に、結晶性フィルムに、チューブ状空隙を並べることに成功し、

既に報告した空隙中でのアニリン重合によって、高度に配向し、しかも導電性のポリマーコンポジットシステムを何種類か発明できた。さらに、このコンポジットから塩化物イオンを除去すると完全に絶縁性となること、さらに、二酸化硫黄環境下にこの絶縁体化したフィルムをおくとポリアニリンが再び電導性を示すことから、亜硫酸ガスなどの酸性気体のセンサーとして利用可能であることを示すことができた。キャスト溶媒を変化させて作製する SPS フィルムのエプシロン型結晶の配向性とその電導性については、論文化を進め、一方、配向性 SPS エプシロン型結晶フィルムのチューブ状空隙でポリアニリンを重合し、このコンポジットの電導性を高める要因について解明した論文は現在アメリカ化学会に投稿中である。

### （３）フィルムの膜厚方向にキャピラリー状空隙を配列したフィルムの作製

SPS のエプシロン型結晶の空隙中で線状ポリマーを重合させると、結果的に、ビーズを糸で縫うように結晶が更に連続する現象が確認できた。この知見を応用して、空隙中で重合するポリマーを水溶性ポリマーとして、重合後に水に溶かすと、重合前よりも空隙が長く連続するのではないかと考え、このプロジェクトを遂行した。アクリル酸でもアニリンのようにエプシロン型結晶の空隙中で重合することを確認できたが、アクリル酸の導入からポリアクリル酸の除去までの間に、SPS の結晶形をわずかであるが変形する場合があります、空隙の延長化自体には失敗し、現在、ビニルポリマーではない、別の線状ポリマーとなるモノマーを模索中である。しかし、エプシロン型結晶中の空隙で重合制御すること自体はこのように事例が増えてきたので、より汎用的な提言をすることが可能となった。

### （４）体積相転移ゲルによる汚染水の浄化システムの開発

ポリ（N-イソプロピルアクリルアミド）（PNIPAAm）ゲルとビニルイミダゾールまたはビニルピリジンの共重合ゲルで水銀（Ⅱ）の捕捉効率を高める系を構築するとともに、その体積相転移を蛍光プローブ法で追跡し内部構造変化を明らかにした。更に、ゼオライトを包含する PNIPAAm ゲルシステムを開発し、物性を報告した（学会発表 1）。

### （５）糖・タンパクなどバイオポリマーから合成する体積相転移ゲル

生分解されやすい生体高分子鎖を用いて体積相転移ゲルを作製するプロジェクトとしては、本年度は等電点の高いゼラチンを化学架橋する方法と精製する方法を開発し、作製したヒドロゲルの膨潤度の pH 依存性や塩濃度依存性を検討したが、実用性のある特質を得ることはできなかった。

### 【 今後の展開 】

ここまでは、2018~20 年度の科研費の計画通りに遂行できた。この科研費の計画に基づき、実用性のあるコンポジット作製とその物性測定および改良に取り組みたい。特にコンポジットにアニール処理・延伸処理などを施すことで材料として有用なものに改質したいと考えている。SPS ゲル・SPS フィルムを IoT センサーやフィルターとして活用できるレベルにしたいと考えている。また、汚染水からの有害金属捕捉のプロジェクトを実用化レベルにしたいと考えている。バイオポリマーを利用した体積相転移ゲル創製は、糖鎖・タンパク鎖の改善とゼオライトなどの無機物とのハイブリッド化を進めており、温度・pH での制御の他、光での制御を模索したい。

### 【 学術論文・著書 】

1)H. Itagaki,\* N. Yoshida, T. Sano, M. Yokoyama, N. Iba, R. Sugiyama, and M. Kuroki. Electrically Conductive Gels Prepared from Syndiotactic Polystyrene and an Ionic Liquid. *ACS Omega*, 2019, 4, 16125–16129. (2019 年 10 月)

### 【 特許等 】

1)板垣秀幸、佐野匠、岡部俊彦. シンジオタクチックポリスチレンを含む成形体を製造する方法、及び複合成形体を製造する方法。特許番号 特許第 6632053 号（登録日：2019 年 12 月 20 日）

### 【 国内学会発表件数 】

・第 67 回高分子学会年次大会 1 件

## 高分解能分光法による 短寿命分子種とクラスターの物理化学的研究

兼任・教授 岡林 利明 (OKABAYASHI Toshiaki)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：理学部 化学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 化学コース)  
専門分野： 高分解能分光、短寿命分子種、量子化学  
e-mail address: okabayashi.toshiaki@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://molspec.sci.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員：岡林 利明

修士課程：M2 (2名)

### 【 研究目標 】

我々は、高分解能分光法を用いて化学反応中間体、星間分子、プラズマ中の活性種など、短寿命活性種の基礎的な物理化学的性質を明らかにする研究を行なっている。現在は、特にスパッタリング反応時などに現れる含遷移金属短寿命活性種に注目して、その性質と反応性を明らかにする研究を行っている。現在の研究目標を以下に列記する。

- (1) スパッタリング反応時にプラズマ中で生成する含遷移金属短寿命活性種の性質とその反応
- (2) 放電支援レーザー蒸発法により生成する含遷移金属短寿命活性種の性質とその反応
- (3) 星間空間進化における遷移金属の役割
- (4) 高温化学反応時に生成する含遷移金属短寿命活性種の性質とその反応

### 【 主な研究成果 】

#### (1) ミリ波分光によるヨウ化金 (AuI) の観測

放電プラズマ中に生成したヨウ化金 (AuI) の回転遷移を観測し、振動ポテンシャルに関する情報を得た。類似分子 AuX (X=F, Cl, Br) のポテンシャルとの比較から、これらの分子の結合の強さを表すパラメータ  $k$  (力の定数) の違いは、平衡核間距離  $r_e$  の違いによる見かけ上のものであり、実効的な核間距離のパラメータ  $\xi = (r - r_e)/r_e$  を用いるとほとんど同じポテンシャル関数が得られることが分かった。同様のことは、他の貨幣金属ハロゲン化物 CuX および AgX でも確かめられ、一般的な二原子分子に対して普遍的に成り立つ事実であることが分かった。

### 【 今後の展開 】

我々は上記のように高分解能分光法を用いて、含遷移金属短寿命活性種の物理化学的性質の解明を行っている。最近、放電支援レーザー蒸発装置を組み込んだFTMW分光器を研究の中心に据えており、今後より複雑な系における挙動について詳しい研究を行う予定である。また、本研究で得られた情報を元に、スパッタリングや高温化学反応などのリアルタイム制御などより応用的方面にも研究を展開する。

### 【 国内学会発表件数 】

第13回分子科学討論会 2019 1件

## 超分子化学に基づく物質創製と機能化

兼任・教授 小林 健二 (KOBAYASHI Kenji)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：理学部 化学科及び  
副担当：大学院総合科学技術研究科理学専攻 化学コース)  
専門分野： 超分子化学、有機機能化学  
e-mail address: kobayashi.kenji.a@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://sites.google.com/view/shizuoka-chem-kobayashi>



### 【 研究室組織 】

教 員：小林 健二

博士課程：中林 翔 (創造科技院 D2)

修士課程：M2 (3名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

我々は、超分子化学と有機構造化学を基盤として、新規物質の合成とその分子集合性について研究を行い、ナノサイエンス・材料科学へ展開することを目的としている。現在の研究目標を以下に列記する。

- (1) 水素結合、配位結合、動的共有結合等に基づく分子集合カプセルの構築と機能化
- (2) 新規拡張パイ共役分子の合成と分子デバイスへの展開

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 動的共有結合に基づく分子集合カプセル

2分子のテトラキス(アニリン)キャビタンドと4分子のイソフタルアルデヒドから動的イミン結合に基づく分子集合カプセルの構築に成功し、様々なゲスト分子の包接を見出した。

#### (2) 配位結合に基づく光応答性分子集合カプセル

2分子のテトラキス(*m*-ピリジルアゾフェニル)キャビタンドと4分子の  $\text{PdCl}_2(\text{MeCN})_2$  から Pd-Npy 配位結合に基づく分子集合カプセルの構築に成功し、*m*-ピリジルアゾフェニル基の配座柔軟性によって様々なサイズのゲスト分子を包接できることを見出した。また、*m*-ピリジルアゾフェニル基の光応答機能に基づき、紫外光照射によってカプセルの不安定化とゲスト放出、可視光と熱によってカプセルの再安定化とゲスト再包接を見出した。

#### (3) 環状 2,7-アントリレンエチニレン 6量体

独自に開発した 1,8-ジアリール-3,6-ジボリルアントラセンを合成鍵中間体として、アントラセンとアセチレンが交互配列した平面性大環状アントラセン 6量体である環状ヘキサ-2,7-(4,5-ジアリール)アントリレンエチニレンの合成に成功し、その内孔にカーボンナノチューブのセグメント構造の1つである[9]環状パラフェニレンを包接することを見出した。

#### (4) 光アップコンバージョン発光体

三重項-三重項消滅光アップコンバージョン(TTA-UC)は、弱いエネルギーの長波長の光を強いエネルギーの短波長の光に変換させる光化学過程として注目される。固体状態でも有効に作用する光アップコンバージョン発光体の合成に成功した。

【 今後の展開 】

超分子化学と有機構造化学をベースに、新規物質群を分子設計・合成し、分子集合させることで、ボトムアップ型ナノテクノロジー&サイエンスに貢献したい。

【 学術論文・著書 】

- 1) “Excited-State Symmetry Breaking of a Symmetrical Donor- $\pi$ -Donor Quadrupolar Molecule at a Polymer/Glass Interface.”, M. Mitsui,\* Y. Takakura, Y. Niihori, M. Nakamoto, Y. Fujiwara, K. Kobayashi,\* *J. Phys. Chem. C* **2019**, *123*, 14564-14572.

【 特許等 】

- 1) 「光アップコンバージョン材料」鎌田賢司、小林健二、特願 2019-188064、  
出願日：2019年10月11日

【 国際会議発表件数 】

- 1) The 18th International Symposium on Novel Aromatic Compounds (ISNA-18), July 21-26, 2019, Sapporo, Japan.

【 国内学会発表件数 】

- 1) 日本化学会、基礎有機化学討論会など 11件

【 受賞・表彰 】

- 1) 塚本祥実 (M2)、第30回基礎有機化学討論会ポスター賞 (2019, 9, 27) 「アゾベンゼンユニットを有する配位結合性分子集合キャビタンドカプセルの構築とゲスト包接の光制御」

## 新しい機能性金属錯体の合成研究

兼任・教授 近藤 満 (KONDO Mitsuru)  
光ナノ物質機能専攻 (主担当：グリーン科学技術研究所  
グリーンケミストリー研究部門)

専門分野： 金属錯体合成  
e-mail address: kondo.mitsuru@shizuoka.ac.jp  
homepage: [http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~scmkond/Kondo\\_Lab](http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~scmkond/Kondo_Lab)



### 【 研究室組織 】

教 員：近藤 満

修士課程：M2（3名）、M1（1名）

### 【 研究目標 】

金属イオンの配位力と合理的に設計した配位子を組み合わせることにより、新しい機能を発現する金属錯体の合成を展開していく。有害性がありながら高い溶解性を示す陰イオンを水溶液中から選択的に捕捉-除去できるカプセル分子の開発や、金属酵素が示すような温和な条件で、酸素分子を活性化し、炭素-炭素結合を開裂する金属錯体の合成と反応メカニズムの解明を進める。

- (1) 金属酵素の活性中心をモデルとした新しい動的金属錯体触媒の開発
- (2) 超分子カプセルを利用した小分子の高選択的認識と捕捉
- (3) 酸素分子を活性化するポルフィリン錯体の合成

### 【 主な研究成果 】

- (1) メトキシ基を骨格に導入した新しい架橋配位子を合成し、これらの架橋配位子を用いて、ケージ構造をもつ金属錯体の合成を行った。これまで、 $B-CH_2-Ar-CH_2-B$  ( $B =$  イミダゾール、あるいはベンズイミダゾール、 $Ar =$  メチル基を3つ以上有するアリール基)の組成で表される架橋配位子を用いて種々のケージ型錯体の合成を行ってきた。この架橋配位子の  $Ar$  部位の置換基(メチル基)の水素は、メチレン鎖部分の水素、およびイミダゾール部位の水素と立体的に障害があり、配位子が取れる骨格構造に大きな制約がかかっていた。このメチル基をメトキシ基に変換することで、水素間の立体障害が解消され、さらに、立体障害を引き起こしていたメチレン鎖の水素、およびイミダゾール水素との間に  $C-H \cdots O$  水素結合が形成されることで、架橋配位子は新たな立体構造を形成できるようになった。その結果、メトキシ基を有する架橋配位子と塩化銅との組合せから、Barrel 型および Bowl 型構造をもつケージ型錯体を合成することに成功した。得られた錯体のケージ内部に捕捉される小分子の選択性を検討したところ、配位子の種類に応じて、THF、メタノール、およびイソプロパノールなどの小分子を選択的に捕捉できることが明らかとなった。
- (2) 過塩素酸イオンは、他の陽イオンとの相互作用が低いため、他の分子を利用した認識や捕捉が非常に難しい陰イオンである。この陰イオンは子供の成長を阻害する有害性があるにも関わらず、飲用に使用する水からの検出が相次ぎ、欧米、米国を中心に社会問題となった。過塩素酸イオンは煮沸等でも分解しないため、その除去が難しい。飲用水、環境水中に溶けている過塩素酸イオンの濃度の定量は、これまでは、イオンクロマトグラフィーおよび、マススペクトルなどの大型機器を用いて分析するしか方法が無かった。これらの機器は高額である上、測定操作も煩雑な上、装置の維持管にも多大な手間隙がかかる。本研究室では、メチルオレンジを対イオンにもつカプセル型錯体を合成し、この錯体が、水溶液中の過塩素酸イオンと陰イオン交換反応を介してメチルオレンジを放出することを見出した。この反応を

利用することで、水溶液中の過塩素酸イオンを呈色させることができ、その感度は ppb レベルであった。従来の機器分析を用いた定量に比べて簡便で、今後、新しい過塩素酸イオン検出剤として発展が期待される。

#### 【 今後の展開 】

これまでに見出した金属錯体の機能発現について、そのメカニズムの詳細な解明と機能制御に焦点を絞った研究を展開していく。それぞれの化合物の構造は単結晶構造解析により決定し、発現した活性との相関関係を解明して行く。また、高分子骨格を有する配位高分子を合成し、その高次構造を利用した有害イオン除去剤の開発を進める。とくに、多孔性構造をもつ配位高分子を合成し、その空間内部にゲスト分子と相互作用できる官能基を導入した化合物の合理的設計と合成を進めて行く。

#### 【 学術論文・著書等 】

- 1) J. Wu, K. Uchida, A. Y. Ridwan, M. Kondo, J.-H. Choi, H. Hirai, H. Kawagishi\*, “Erinachromanes A and B and Erinaphenol A from the Culture Broth of *Hericium erinaceus*” *J. Agric. Food Chem.*, 2019, 67, 3134–3139.
- 2) J.-H. Choi, N. Matsuzaki, J. Wu, M. Kotajima, H. Hirai, M. Kondo, T. Asakasa, M. Inai, H. Ouchi, T. Kan, H. Kawagishi\* “Ribosides and Ribotide of a Fairy Chemical, Imidazole-4-carboxamide, as Its Metabolites in Rice” *Org. Lett.* 2019, 21, 7841-7845.
- 3) M. Kondo ”Removal of Toxic Anions from Environmental Water by using cage compounds”, Green Science and Technology, Park Ed. CRC Press 2019. pp.194-214.
- 4) T. Okubo, A. Kameyama, K. Kamiya, M. Kondo, M. Hara\*, “F-segments of Arabidopsis dehydrins show cryoprotective activities for lactate dehydrogenase depending on the hydrophobic residues” *Phytochemistry*, 2020, 173, 12300. *Phytochemistry*, 2020, 173, 12300

#### 【 特許 】 1 件

- ・「イオン性金属錯体、陰イオン検出方法、及び芳香族化合物」特願 2019-156194、出願日 令和 1 年 8 月 28 日、発明者：近藤 満

#### 【 国内学会発表件数】 6 件

錯体化学会第 69 回討論会 (The 69th JSCC Symposium, 2019 年 9 月 21 日～23 日、名古屋大学)

- 1) 3Ab-04 メトキシ基の水素結合を利用したケージ型錯体の構造制御  
○ 福永沙希・成川 遼・小林斗彌・近藤 満
- 2) 3Ab-05 ビスベンズイミダゾール型配位子を用いた錯体の構造と機能  
○ 鈴木佑奈・今村祐輔・勝原冬偉・近藤 満
- 3) 3Ab-06 アミノ基をチャンネルに組み込んだ多孔性配位高分子の合成と構造  
○ 清水佐紀・佐藤萌子・近藤 満
- 4) 3PA-021 ケージ型錯体を利用したロタキサン構造の構築  
○ ビリー オクトラ, 清水 陽和子, 成川 遼, 近藤 満
- 5) 3PA-025 多座イミダゾール型配位子を用いたケージ型錯体の合成と構造  
○ 勝原 冬偉, 成川 遼, 近藤 満
- 6) 3PA-022 水素結合サイトを組み込んだ多核金属錯体の合成と構造  
○ 加藤 駿, 宗宮 晃子, 近藤 満

## 非古典述語論理、Kripke 意味論

兼任・教授 鈴木 信行 (SUZUKI Nobu-Yuki)  
情報科学専攻 (主担当：理学部 数学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 数学コース)  
専門分野： 数理論理学 (非古典論理)  
e-mail address: suzuki.nobuyuki@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員：鈴木 信行

博士課程：矢崎 大志 (創造科技院D3)、

### 【 研究目標 】

非古典論理、特に、非古典述語論理の意味論的研究。

様相論理(非古典論理)は、数理論理学のみならず、計算機科学・社会科学等の応用においても、重要性を増してきている。こうした動きを取り込み、様相論理の数学的理論の開発を目指す。また、ゲーム理論は、理論経済学や社会科学の周辺分野・計算機科学などの広汎な分野に影響を与えており、数理論理学とゲーム理論の融合的研究を目指している。現在の目標は以下の2つである。

- (1) クリプキ層(Kripke sheaf)タイプの意味論の構築
- (2) 認識論理(epistemic logic)のゲーム理論(社会科学の数学的基礎理論)への応用

### 【 主な研究成果 】

#### (1) クリプキ層(Kripke sheaf)タイプの意味論の構築：

プログラム理論やゲーム理論等の応用を考えたとき、これまで(多)様相論理の定義に入れてきた代入閉性(substitution-closedness)を除いた方が自然であることが解ってきた。この広義の多様相論理に対応する数学的理論は、未だ整備されていない。クリプキ層(Kripke sheaf)タイプの意味論は、古典論理の第1階構造を値に持つ前層の構造を持つ。(例えば、アーベル群の層は、特別なクリプキ層とみなせる。)クリプキ層の底空間を圏に取り替えてやると、第1階構造の分だけ内容が十分に豊かで、同時に代入閉でない意味論を与える。

#### (2) 認識論理(epistemic logic)のゲーム理論(社会科学の数学的基礎理論)への応用：

ゲーム理論で近年精力的に研究されている「限定合理性」(bounded rationality)の考え方に注目している。限定合理性とは、ゲームのプレイヤーは合理的であろうと意図するけれども、諸般の限界によってその合理性が限定されているということである。上記のクリプキ層において、底空間を高さ有限の tree (を圏に見立てたもの)に取り替えてやる。これは、自然にゲーム理論に応用可能な認識論理の意味論を与える。

### 【 今後の展開 】

数理論理学とゲーム理論は、まったく異なる分野と考えられているが、歴史的に深い関係がある。ゲーム理論の「嚆矢」とされる von Neumann は、数理論理学でもパイオニアの一人であり、Zermelo (集合論)も先駆的な研究をしている。その後は長らく、数学から見たゲーム理論と言え

ば「解析学の応用分野」という見方がなされてきた。実は、近年この状況は変わりつつある。数理論理学の重要な対象は数学的推論である。ゲーム理論の意思決定過程も、数学的推論である。このことが意識され始め、最近、学際領域として研究が深まってきた。この学際領域の研究に興味を持っており、ゲーム理論の専門家と共同研究を行っている。

【 学術論文・著書等 】

・Small infinitary epistemic logics, Review of Symbolic Logic (with T-W. Hu and M. Kaneko) Review of Symbolic Logic, 12 (2019.12), pp. 702--735.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本数学会 2019 年度秋季総合分科会（数学基礎論分科会）（2019. 9）
- ・ 第 54 回 MLG 数理論理学研究集会 （2019. 12）
- ・ RIMS 共同研究（公開型）「証明論とその周辺」（京都大学数理解析研究所）（2019. 12）

【 招待講演件数 】

- ・ Colloquium at Departments of Philosophy I and II of Ruhr University Bochum (2020.1)
- ・ 日本数学会 2020 年度年会（数学基礎論分科会）（2020. 3）特別講演（新型コロナウイルス感染症対策による中止・みなし成立）

## 作用素半群の生成と微分方程式系の適切性

兼任・教授 田中 直樹 (TANAKA Naoki)  
情報科学専攻 (主担当: 理学部 数学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 数学コース)  
専門分野: 作用素半群と発展方程式  
e-mail address: tanaka.naoki@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員 : 田中 直樹

修士課程 : M2 (2名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

研究目的は、解の初期値に関する連続的依存性に着目して、バナッハ空間における微分方程式に対する適切性の研究を、距離を用いて方程式の消散構造を捉える研究へと発展させ、さらに、新たな方向性であるベクトル空間にとらわれない適切性理論の枠組みを提出することである。

- (1) 時間に依存する単調作用素、劣微分作用素により支配される発展方程式の枠組みの拡張
- (2) 加藤の準線形理論の拡張—距離空間における微分方程式の適切性理論の構築に向けて—
- (3) AGS 理論の深化を目指して—距離空間における勾配流に対する適切性の考察—

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 単調作用素、劣微分作用素により支配される発展方程式理論の深化

発展方程式の解の初期値に関する連続的依存性の観点では、単調作用素の理論が与えられた 2 つの関数の差をノルムで評価するのに対して、距離を利用するものがリプシッツ作用素半群の理論である。Kirchhoff 方程式の混合問題への近似可解性への応用を目的に、微分作用素の性質からイメージしにくい連続性の条件を満たす生成素のクラスを導入し、それにより生成されるリプシッツ作用素半群に対する積公式の導出に成功した。

#### (2) 距離空間における勾配流の適切性に関する研究

距離空間における勾配流の適切性の問題を、増大条件を組み入れた変分不等式の可解性の問題へと翻訳し考察した。さらに、距離空間における勾配流に対する積公式を導出し、それを多孔質媒体方程式に関する初期値境界値の可解性へ応用した。

### 【 今後の展開 】

#### (1) 変異解析 (距離空間における微分方程式に対する適切性の研究) が秘める可能性の追究

微分を理想的に表現できる数学的道具を導入し、その時間に関するリプシッツ連続性を課さない設定の下、退化準線形方程式に対する適切性へ適用可能なように変異解析を深化させる。戦略的には、作用素半群の特徴づけに有効な Feller による再ノルム化法を修正し、発展作用素を準縮小的にする時間依存な距離族と発展作用素に関して不変な空間族の存在を明らかにする。これらの存在を手掛かりに、微分方程式を支配する写像に対する Favard クラスの概念を組み込んだ安定性条件と整合性条件を提案し、発展作用素の特徴づけを行う。

#### (2) 非自励な非線形関数微分方程式の可解性に関する研究

本テーマに関する従来のような研究を統一的に扱う理論の構築を目指すために、スティルチ

エス積分により記述される積分方程式の最大解を利用し、非自励な非線形関数微分方程式の解の増大度条件を提案すると同時に、連続な有界変動関数を利用した連続率による、方程式を支配する作用素の時間に関する連続性条件の下で、非自励な非線形関数微分方程式の可解性を確立する。

**【 学術論文・著書 】**

- 1) Naoki Tanaka, Evolution variational inequalities with growth conditions in metric spaces, *Studia Math.* 248 (2019), 147–169.
- 2) Naoki Tanaka, Approximation of abstract Cauchy problems for dissipative operators with respect to metric-like functionals, *J. Math. Anal. Appl.* 480 (2019), 123406, 24 pp.

**【 国際会議発表件数 】**

- International Conference on Optimization: Techniques and Applications, August 27, 2019, Future University Hakodate (Hakodate, Japan) 1件

## 場の量子論と超弦理論の非摂動的研究

兼担・教授 土屋 麻人 (TSUCHIYA Asato)  
情報科学専攻 (主担当: 理学部 物理学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 物理学コース)  
専門分野: 素粒子論  
e-mail address: [tsuchiya.asato@shizuoka.ac.jp](mailto:tsuchiya.asato@shizuoka.ac.jp)  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/tsuchiya/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 土屋 麻人

博士課程: 松本 雅巳 (創造科技院 D3)、山代 和志 (創造科技院 D2、学振特別研究員 DC2)、  
田中 豪太 (創造科技院 D1)

修士課程: M2 (2名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

我々は、素粒子論において、理論の非摂動的な解析と理論の持つ非摂動効果に興味を持っている。当面の研究目標は以下のとおりである。

- (1) 重力を含む統一理論の最有力候補である超弦理論を非摂動的に定式化する。
- (2) (1) の定式化を非摂動的に解析し、素粒子論と宇宙論に対して新たな予言を行う。
- (3) 場の量子論を非摂動的に解析することにより、標準模型を超える物理を探求する。
- (4) (2) と (3) を実践するための数値計算法を開発する。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) IIB 行列模型の古典解の研究

IIB 行列模型は超弦理論の非摂動論的定式化を与えると期待されている。この模型においては、時空はアприオリには存在せず、行列の自由度から創発する。数値シミュレーションによって、この模型において 3+1 次元の膨張する宇宙の出現を示す結果が得られていた。この数値シミュレーションで見ているのは宇宙のはじまりであると考えられる。はじまりから時間が経過した宇宙を見るには行列のサイズを大きくしなければならず、数値シミュレーションは難しくなるが、宇宙の膨張により作用の値が大きくなり、古典解が支配的になることが期待される。ここでは、古典解を数値的に求めるアルゴリズムを開発し、数値計算で様々な古典解を求めた。この中には、特異性のないスムーズな膨張する 3+1 次元宇宙を表し、余剰次元の構造から 3+1 次元においてフェルミオンゼロモードを与える解があることがわかった。フェルミオンゼロモードは標準模型を行列模型において実現するために重要である。

#### (2) 行列による幾何の記述

IIB 行列模型を超弦理論の非摂動論的定式化として完成させるためには、この模型において曲がった時空の幾何がどのように記述されるかを明らかにする必要がある。コヒーレント状態法は行列が与えられたとき、対応する多様体を得る方法であり、Berezin-Toeplitz 量子化は多様体が与えられたとき、対応する行列を得る方法である。先行研究では球面の場合に、これらの 2 つの方法が互いに逆の関係を与えることが示されていたが、ここでは回転楕円面の場合でも逆の関係を与えることを示した。これによって、一般の多様体が行列によってどのように記述されるかという問題に対する知見が得られた。

### (3) 情報幾何とバルク幾何の関係

AdS/CFT 対応あるいはゲージ重力対応は量子重力理論の構築に大きなヒントを与えると期待されるが、ここでも空間の創発が見られ、ゲージ理論からいかに重力側のバルク幾何を再構成されるかを明らかにすることが課題となっている。ここでは、共形場理論 (CFT) とそれに摂動をかけて得られる理論を考え、これら 2 つの理論の基底状態の間の距離を測る量子情報計量を、バルクにおいて CFT に対応する AdS 時空からのバックリアクションで表す公式を発見した。この公式は摂動の種類に依らない普遍的なものであり、バルクの再構成の問題に多くの知見を与えると期待される。

#### 【今後の展開】

- (1) 行列模型における曲がった時空の記述の仕方を明らかにし、超弦理論を非摂動的に定義する行列模型を完成させる。
- (2) IIB 行列模型の複素ランジュバン法を用いたシミュレーションを推進する。これにより、宇宙初期の時空の構造の解明を目指す。
- (3) 大きな行列サイズでの IIB 行列模型の古典解探索を行い、標準模型が IIB 行列模型の中で実現されるかを探求する。
- (4) ゲージ理論における量子情報量とバルク幾何の関係を探求し、バルク幾何を再構成を行い、量子重力理論の構築を目指す。

#### 【学術論文・著書】

- 1) J. Nishimura and A. Tsuchiya, "Complex Langevin analysis of the space-time structure in the Lorentzian type IIB matrix model," JHEP 06, 077 (2019) 査読有
- 2) T. Aoki, M. Hirasawa, Y. Ito, J. Nishimura and A. Tsuchiya, "On the structure of the emergent 3d expanding space in the Lorentzian type IIB matrix model," PTEP 2019, no.9, 093B03 (2019) 査読有
- 3) S. Tsutsui, Y. Ito, H. Matsufuru, J. Nishimura, S. Shimasaki and A. Tsuchiya, "Exploring the Finite Density QCD Based on the Complex Langevin Method," JPS Conf. Proc. 26, 024012 (2019) 査読無
- 4) K. Matsuura and A. Tsuchiya, "Matrix geometry for ellipsoids," PTEP 2020, no.3, 033B05 (2020) 査読有

#### 【国際会議発表件数】

- 1) A. Tsuchiya, "How information geometry is encoded in bulk geometry", Workshop on Quantum Geometry, Field Theory and Gravity (Corfu 2019), コルフ島、ギリシャ (2019.9).
- 2) A. Tsuchiya, "How information geometry is encoded in bulk geometry", East Asia Joint Workshop on Fields and Strings 2019, NCTS, 新竹市, 台湾 (2019.11). 他 3 件

#### 【国内学会発表件数】

- 1) 土屋麻人: "ゲージ重力対応における情報幾何とバルク幾何", 離散的手法による場と時空のダイナミクス研究会 2019, 島根大学 (2019.9). 他 6 件

#### 【招待講演件数】

- 1) 「国際会議発表件数」 2 件 「国内学会発表件数」 1 件 計 3 件

#### 【受賞・表彰】

- 1) 土屋麻人: 静岡大学研究フェロー (第 4 期令和元年度~令和 3 年度)
- 2) 山代和志: 成績優秀者 (授業料免除)
- 3) 田中豪太: 専攻長表彰 (修士論文に関して、2020.3)

## ナノ構造光学媒質中での光の伝播現象

兼担・教授 富田 誠 (TOMITA Makoto)  
 光・ナノ物質機能専攻 (主担当：理学部 物理学科及び  
 大学院総合科学技術研究科理学専攻 物理学コース)  
 専門分野： 量子エレクトロニクス、量子光学  
 e-mail address: tomita.makoto@shizuoka.ac.jp  
 homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~spmtomi/>



### 【 研究室組織 】

教 員：富田 誠 (創造科技大学院)  
 修士課程： M2 (1名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

ナノあるいはマイクロ構造光学系での、光の放射現象、光の伝播現象を研究している。特に、数～数十  $\mu\text{m}$  の大きさの誘電体微小球、リング共振器、ランダム光学構造を対象として以下のような研究を進めている。

- (1) 超光速の光伝播と因果律を満たす情報速度
- (2) 結合した微小球共振器にあらわれるエキゾチックな分散構造；「速い光」、「遅い光」
- (3) 金属薄膜における表面プラズモン伝搬

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 金属誘電体多層膜 Fano 構想の中での高い反射率の巨大グース-ハンシェンシフト

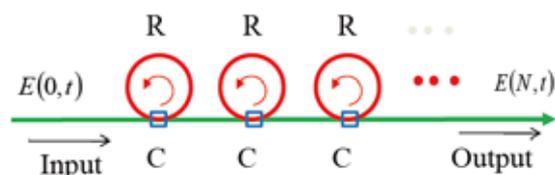
グース-ハンシェン (Goos-Hänchen; GH) シフトは、全反射領域などエバネセント波の存在によって、反射ビームが幾何光学から予言される位置からずれて現れる効果である。この効果は、従来は、基礎物理学的な観点から研究されてきた。近年、応用も視野に入れて、特殊な共鳴構造を作り出すことで巨大な GH シフトを作り出す研究が盛んに行われている。

H30 年度までに、導波路の共鳴構造の中に Ag の表面プラズモン共鳴が 誘導透過窓を作り出す構造を研究してきた。H31 年度は、この関係を逆にした構造、すなわち、Ag の表面プラズモン共鳴の中で導波路構造による透明化窓が作られる構造を開発した。この新しい構造で、 $0.176\text{ mm}$ 、GH shift/波長= 493、という極めて巨大な GH シフトを実現した。ここでの GH シフトのユニークな特長は、通常の共鳴構造では大きな GH シフトは必然的に反射率の低下を伴っていたが、本構造では、Fano 構造の位相反転効果を利用することで巨大 GH シフトと高い反射率を共存させることが可能な点である。導波路構造は低損失の誘電体で構成され、金属プラズモンによる損失を大きく回避することができる。また、結合層の膜厚制御によって原理的には GH シフトをいくらかでも大きくすることができる (実際には、有限のサンプルサイズによって制限を受ける)。このため、GH シフトの応用に最適な系であると考えられている。

#### (2) 直列配置リング共振器を長距離伝播する光パルス

リング共振器の作り出す急峻な分散を利用し、パルスの伝播制御にかかわる研究を進めている。特に、リング共振器に一度入射し、透過した光パルスを、ダイナミックな再帰回路をもちいて同じ共振器に再入射される独自の方法で 30 段以上の直列配置共振器と等価な光回路を実現している。

H30 年度の研究で、弱結合条件下でのリング共



振器が作り出す異常分散によって「速い光」を実現し、多段共振器の特長を生かし、各段を通過す波形を系統的に観測することに成功した。共振器の段数が増加するにしたがってパルスピークは従来の群速度の定義に従って前進する。一方、因果律より、パルスの先端（非解析点）は、光速度  $c$  で伝播することを実証した。

さて、従来の群速度は、屈折率を入射波束の搬送周波数の近傍で展開し、その、実部の一階微分の項が対応している。急峻で複雑な分散構造を波束が伝播する場合には、分散の高次項によって波束は広がり、大きな変形がおこる。このため従来の群速度の定義は破綻する。H31 年度の研究では、この時、(1) 鞍点法、(2) Net 遅延、Reshaping 遅延による方法、による新しい群速度の定義が、直列配置リング共振器を長距離伝播する光パルスでも有用な方法であることを示した。鞍点法は、屈折率の虚部の一階微分の効果を伝播距離に依存した鞍点の移動、すなわちスペクトルの移動として取り入れることになる。鞍点法は、位相変調のかかったチャープパルス、あるいは複数のピークをもつパルスに対しても、ピークが明瞭に定義される場合には適用できる。一方、Net 遅延、Reshaping 遅延による方法は、ある場所での波束の到達時刻をポインティングベクトルの時間重心によって定義することで、分散やパルススペクトル構造がより複雑で伝播中に波形が大きく変形する場合にも広範囲に適用できる方法である。

#### 【学術論文・著書等】

- 1) “Giant and highly reflective Goos-Hänchen shift in a metal-dielectric multilayer Fano structure”, Hirozumi Saito, Yoichiro Neo, Takahiro Matsumoto and Makoto Tomita, **Optics Express** 27,28629-28639(2019).
- 2)“Development of superluminal pulse propagation in a serial array of high-Q ring resonators”, Yuma Morita and Makoto Tomita, **Scientific Report** 9, 14280 (2019)
- 3)“Developments of pulse peak from peak-truncated Gaussian optical pulses in a serial array of high-Q ring resonators”, Sudo Taichi and Makoto Tomita, (Submitted 2020).

#### 【国内学会発表】

- 1) 日本物理学会 2019 年秋季大会 岐阜 (2019.9) 12pPSA71  
題目：金属-誘電体ファノ多層膜によって完全反射された光ビームの巨大 Goos-Hänchen シフト  
静大理, 静大電研<sup>A</sup>, 名市大芸術工<sup>B</sup> 齋藤滉純, 根尾陽一郎<sup>A</sup>, 松本貴裕<sup>B</sup>, 富田誠

#### 【外部資金】

- 1) 科研費 基盤研究 (B) 代表 (平成 30~平成 33) 1742 万円  
多段結合された共振器の中の速い光と遅い光、Goos-Hänchen シフト

## 非可換代数幾何学

兼任・教授 毛利 出 (MORI Izuru)  
情報科学専攻 (主担当: 理学部 数学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 数学コース)  
専門分野: 環論  
e-mail address: mori.izuru@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~simouri/> (更新中)



### 【 研究室組織 】

教 員: 毛利 出

修士課程: 嶋 宏介 (M1)、長谷川 慎一 (M1)、松野 仁樹 (M1)

学 部 生: 後藤 琴音 (B4)、白男川 潤一 (B4)、戸潤 勇一朗 (B4)、山本 純寛 (B4)

### 【 研究目標 】

非可換代数幾何学という研究分野は1990年代に始まった大変新しい数学の分野で、現在欧米を中心に活発に研究されています。代数幾何学における重要な研究課題の一つは低次元代数多様体を分類することです。同様に非可換代数幾何学においても低次元非可換代数多様体を分類することが最重要課題となっています。実際非可換代数幾何学は非可換射影平面の斉次座標環であるところの3次元 AS-regular 代数の分類問題に始まったといってもよいでしょう。その後非可換射影曲線の分類は完成されましたので、次なる目標は高次元非可換射影空間や非可換射影曲面を分類することです。私は特に(1)非可換射影空間の斉次座標環である AS-regular 代数のホモロジー代数的性質の研究と分類問題、(2)非可換射影曲面の重要な研究対象である非可換線織曲面の幾何学的性質の研究と分類問題を主要な研究目標としています。

### 【 主な研究成果 】

令和元年度の主な研究成果は次の通りです。

- (1) 指導学生の研究成果として非可換代数幾何学創設当初の目標の一つである3次元 quadratic AS-regular 代数に対応する twisted superpotential の完全な分類を完成させることができました。
- (2) 代数幾何学において射影空間の次に基本的な多様体は射影超曲面ですが、非可換射影超曲面に応用することを目的として、弘前大学の上山健太氏と共同研究を行い、非可換行列分解という概念を定義し、可換超曲面の表現論で重要な役割を果たす Knorrer の周期性定理を非可換超曲面に拡張することに成功しました。また次元が低い場合の極大 Cohen-Macaulay 表現の分類に成功し、これらの研究成果を論文にまとめ、学術誌に投稿することができました。
- (3) 11月にアメリカ西ワシントン大学を訪問し同大学の Adam Nyman 氏と共同研究を行いました。その研究成果として、今まであまり研究されてこなかった AS-regular  $Z$  代数を正式の定義し、局所双対定理など、その基本的な性質を証明し論文にまとめ、学術誌に投稿することができました。

【 今後の展開 】

令和2年度は次のような研究課題に取り組む予定です。

(1) 指導学生の研究課題として3次元 quadratic AS-regular 代数の次数付自己同型群の分類および非可換2次曲線の分類を完成させることを目指します。

(2) 引き続きアメリカ西ワシントン大学の Adam Nyman 氏と共同研究を行い、AS-regular  $Z$  代数を斉次座標環とする非可換射影空間の圏論的特徴づけを行う予定です。

(3) 上記(2)の応用として弘前大学の上山健太氏と共同研究を行い、非特異な非可換2次曲面が AS-regular  $Z$  代数を斉次座標環として持つことを証明します。

(4) 東京大学の植田一石氏と大阪大学の大川新之介氏と共同研究を行い、射影直線上の非可換線織曲面として定義される非可換 Hirzebruch 曲面の研究を導来圏の見地から発展させる予定です。

【 学術論文・著書 】

1) Izuru Mori and Kenta Ueyama “A categorical characterization of quantum projective spaces”, J. Noncommut. Geom. 印刷中、査読有

2) Izuru Mori and Kenta Ueyama “Noncommutative matrix factorizations and noncommutative Knorrer’s periodicity” Proceedings of the 52<sup>nd</sup> Symposium on Ring Theory and Representation Theory, 73-80, (2020)、査読無

【 国際会議発表件数 】 1 件

・ “Noncommutative Matrix Factorizations and Knorrer’s Periodicity Theorem”, China-Japan-Korea International Symposium on Ring Theory (第8回日中韓環論国際シンポジウム)、名古屋大学、名古屋市(2019.8)

【 国内学会発表件数 】 2 件

## 有機化学、生命機能物質合成



兼任・教授 依田 秀実 (YODA Hidemi)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：工学部 化学バイオ工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)  
専門分野： 有機化学、精密有機合成、天然物合成化学  
e-mail address: yoda.hidemi@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/lab-o-chem/>

### 【 研究室組織 】

教 員：依田 秀実、仙石 哲也 (工学部准教授)

修士課程：M2 (6名)、M1 (5名)

学 部 生：B4 (7名)

### 【 研究目標 】

- (1) 未知で精密な生体系の営みをモデル化して解明 (Research) するとともに、
- (2) 生命活動に欠かせないバイオフィンケミカルズ (抗生物質、抗 HIV 作用物質、ビタミン類など) やバイオメディカル (フェロモン類など) の設計 (Design)、
- (3) さらにそれらの全合成と機能化を目指した応用 (Produce)、を目標にしている (RDP)。  
すなわち、未知な【生命・生体】反応の探求と解明を目指しつつ、優れたバイオマテリアルズ  
の設計・構築を行い、それらを利用した新しい機能性物質の開発を行っている。

#### <具体的な研究課題>

- (1) 優れたファインケミカルズ (医薬品、薬理、生理活性物質、香料等) の全合成
- (2) 精密有機合成 (立体選択的不斉合成法の開発と応用)
- (3) 新しい化学酵素反応の開発と応用
- (4) 新しい機能性有機材料の開発と応用
- (5) 有機分子触媒による不斉有機反応の開発と生理活性物質合成への応用

### 【 主な研究成果 】

(1) 本研究では、ヒドロキシラクタムを合成中間体とするスピロラクタム類の選択的合成および報告例のないスピロラクタム類の活性相関を検討した (Scheme 14)。ヒドロキシラクタムに対して酸性条件下、ラクトン化反応を試みたところ、目的とする N, 0-スピロラクタムが最高 98% にて得られた (Method A)。一方、Boc 保護に続く環化反応を試みたところ、新規な N, N-スピロラクタムがほぼ定量的に得られた (Method B)。また、本反応は、芳香族化合物だけではなく、脂肪族化合物にも適用可能であると明らかとなった。これにより、ヒドロキシラクタムを共通中間体とする 3 種類の異なるヘテロスピロ環の選択的合成法の開発に成功した。

合成した N, 0-, 0, N- および N, N-スピロラクタムの P388 細胞に対する細胞毒性を評価したところ、N, 0- および 0, N-スピロラクタムは高い活性を示した。この結果より、P388 細胞に対する細胞毒性は、 $\alpha$ -メチレン- $\gamma$ -ブチロラクトン骨格をもつ化合物が顕著な生理活性を示すことが示唆されるとともに、本合成手法の構造活性相関研究における有用性が示された。 (*The Journal of Organic Chemistry* 2019, 84, 12532-12541.)

(2) 親水性ルテニウム錯体と疎水性ビスアントラセンを一体化した、両親媒性分子を使用した新規フォトンアップコンバージョン系を開発した。5 $\mu$ M 以上のトルエン溶液中において両親媒性分子は逆ミセル集合体を形成し、9,10-ジフェニルアントラセンに対して円滑な三重項増感を実現した。この増感反応の効率は均一溶液系と比べて格段に高く、最大効率 38.2% を達成した。Stern-Volmer 解析によると、三重項エネルギーが逆ミセル集合体の中心部に位置するルテニウム錯体から表面のビスアントラセンにエネルギー損失なく移動し、逆ミセル外部に分散する 9,10-ジフェニルアントラセンへと高効率で伝達することが示された。これより、逆ミセル集合体の形成が高効率なフォトンアップコンバージョンを達成するための鍵となっていることが解明された。 (*Langmuir* 2019, 35, 9740-9746.)

(3) テトロール酸から誘導したアミドに対し LDA で脱プロトン化した後、トリブチルスズクロリドを作用させることでアレニルアミドを収率 45% で得た。これを用いアルデヒドへのプロパルギル化反応を試みたところ、In(OTf)<sub>3</sub> を添加することで生成物が得られた。同反応は BINOL を添加することで不斉反応への展開が可能であり、エナンチオマー比は 62:28 となった。更なる添加剤の検討の結果、本反応のエナンチオ選択性は亜鉛試薬の添加により改善され、InCl<sub>3</sub> と ZnCl<sub>2</sub> を 20 mol % ずつ添加することで、エナンチオマー比は 86:14 まで向上した。また、BINOL 上の置換基効果を調査したところ、6, 6' 位に 2, 4, 6-トリイソプロピルフェニル基を導入したものをを用いることで、最も高いエナンチオマー比 (93:7) にて得ることが出来た。また、オルト位をシロキシ基で置換した化合物に対して極めて高いエナンチオ選択性を示した (98:2)。(*Organic & Biomolecular Chemistry*, **2019**, *17*, 2614-2618.)

#### 【 今後の展開 】

これまでの化学酵素触媒反応の開発を継続する。特に骨格的に極めて合成が困難なスピロ環タイプの化合物群については、研究者間で強い興味を引き起こしているため、それらのケミストリーを重点的に開拓したい。また当研究室で新たに調製に成功したアミドアシルボロン酸エステルの優れた特性を利用しこの化学を大きく発展させたい。加えて、新たな生理活性天然物の化学合成にも挑戦したい。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Divergent Synthesis of Methylene Lactone- and Methylene Lactam-based Spiro Compounds; Utility of Amido-functionalized  $\gamma$ -Hydroxylactam as a Precursor for Cytotoxic N,O- and N,N-Spiro Compounds  
Tetsuya Sengoku, Anna Shirai, Ayaka Takano, Toshiyasu Inuzuka, Masami Sakamoto, Masaki Takahashi and Hidemi Yoda *The Journal of Organic Chemistry* **2019**, *84*, 12532-12541.
- 2) Triplet-Triplet Annihilation Based Upconversion Sensitized by a Reverse Micellar Assembly of Amphiphilic Ruthenium Complexes  
Keisuke Fujimoto, Kyosuke Kawai, Shota Masuda, Toshihiro Mori, Takumi Aizawa, Toshiyasu Inuzuka, Takashi Karatsu, Masami Sakamoto, Shiki Yagai, Tetsuya Sengoku, Masaki Takahashi, and Hidemi Yoda *Langmuir* **2019**, *35*, 9740-9746.
- 3) Indium- and Zinc-catalyzed Enantioselective Amide Propargylation of Aldehydes with Stannylated Allenyl Amides  
Tetsuya Sengoku, Ikuhei Ikeda, Keisuke Ai, Masaki Takahashi and Hidemi Yoda, *Organic & Biomolecular Chemistry* **2019**, *17*, 2614-2618.

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Divergent synthesis of methylene lactone- and methylene lactam-based spiro compounds  
Tetsuya Sengoku, Anna Shirai, Ayaka Takano and Hidemi Yoda, 27th International Society of Heterocyclic Chemistry, September 1, 2019, Kyoto, Japan.

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 日本化学会第 99 春季年会 3 件
- 2) 第 48 回複素環化学討論会 2 件
- 3) 第 50 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会 5 件

#### 【 特記事項等 】

- 1) 有機合成化学協会 幹事
- 2) 複素環化学討論会 学生講演賞選考委員
- 3) 有機合成化学協会東海支部 VIP 賞、優秀賞選考委員
- 4) 企業専任技術アドバイザーおよび顧問 (2 社)

## 強相関係物質の単結晶育成と物性開拓

兼任・准教授 海老原 孝雄 (EBIHARA Takao)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：理学部 物理学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 物理学コース)  
専門分野： 固体電子物性  
e-mail address: ebihara.takao@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://tdb.shizuoka.ac.jp/RDB/public/Default2.aspx?id=10986&l=0>



### 【 研究室組織 】

教 員：海老原 孝雄

博士課程：D3 (1名)

修士課程：M1 (1名)

学 部 生：B4 (1名)

### 【 研究目標 】

我々は次世代の超伝導体や熱電材料等の設計指針を得るための学理を追求するため、強相関電子系化合物の単結晶を育成して電子状態を実験的に解明する。

- (1) 希土類金属間化合物の新規物質探索
- (2) 低温・強磁場・高圧等の極端条件を用いた新規物性探索
- (3) 強相関電子系化合物の電子状態解明

### 【 主な研究成果 】

- (1) 重い電子系では、f 電子のエネルギーレベルがフェルミエネルギー ( $E_F$ ) 付近に存在し、pseudo-gap を生じさせるとともに、 $E_F$  付近に非常に平坦なバンドを生じさせる。 $E_F$  近傍でのバンド分散関係の曲率は有効質量に逆比例するため、平坦なバンドは有効質量の大きな「重い」電子の存在を意味する。本研究室では今年度、 $\text{ThCr}_2\text{Si}_2$  型正方晶を有する  $\text{YbNi}_2\text{Ge}_2$  の磁場中比熱の測定を行い、電子比熱係数  $\gamma$  が 0 テスラで約  $120\text{mJ}/\text{K}^2\text{mol}$  であるのに比べ、14 テスラでは約  $140\text{mJ}/\text{K}^2\text{mol}$  まで増強されることを見出し、これが熱力学関数により磁化測定結果と良い対比を見せることを明らかにした。磁場増大に起因する電子比熱係数の増大メカニズムはまだ明らかではないものの、非磁性重い電子系物質におけるメタ磁性の発現機構と密接に結びついていると考えられる。この研究成果をもとに  $\text{YbNi}_2\text{Ge}_2$  メタ磁性転移磁場付近までの比熱測定についての着想を得るとともに、強磁場における量子振動現象測定に向けて必要な情報を得ることができた。
- (2) 本研究室では、 $\text{CeNi}_2\text{Ge}_2$  と  $\text{YbNi}_2\text{Ge}_2$  以外での  $\text{ThCr}_2\text{Si}_2$  型正方晶を持つ Ce および Yb 化合物や希土類元素を含む超伝導体について結晶育成を行い、その強磁場物性と微視的電子状態を研究している。2018 年度には雰囲気制御のできる  $\text{MoSi}_2$  ヒーター炉を導入して、2019 年度は本格的に運用を開始し、従来のテトラアーク炉と組み合わせながら、育成困難物質の結晶化と純良化に取り組んだ。現段階では論文執筆までは距離があるが、様々な測定に供することが可能になった。

### 【 今後の展開 】

我々は様々な結晶育成手法を用いて良質の単結晶を作成しており、極端条件測定では東京大学物性研究所・大阪大学・米国立強磁場研究所との連携を取りながら電子状態研究を推進してきた。雰囲気制御可能な高温電気炉（MoSi<sub>2</sub> 炉：上限 1, 600℃）の本格運用を開始するなど、新たな結晶育成手法の開発とともに、純良単結晶の作成にトライし始め、良好な結果を得ている。今後、さらなる結晶化と純良化に加え、極端条件物性と電子状態の研究を進めていく。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Jumaeda Jatmika, Takao Ebihara, Atsushi Miyake, and Masashi Tokunaga, JPS Conf. Proc. **30**, 011118 (2020)
- 2) H. Fujiwara, Y. Kondo, S. Hamamoto, Y. Kanai-Nakata, K. Kuga, A. Yamasaki, A. Higashiya, T. Kadono, S. Imada, T. Kiss, A. Tanaka, K. Tamasaku, M. Yabashi, T. Ishikawa, T. Ebihara, and A. Sekiyama, JPS Conf. Proc. **30**, 011101 (2020)

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 3 件

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 1 件

## 核融合炉システム中でのトリチウム挙動

兼担・准教授 大矢 恭久 (OYA Yasuhisa)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 理学部 放射科学教育研究  
推進センター及び大学院総合科学技術研究科理学専攻 化学コース)  
専門分野: トリチウム工学、核融合炉工学、放射化学  
e-mail address: oya.yasuhisa@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://fusion.sci.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 大矢 恭久  
研 究 員 : 孫 飛 (学術研究員)  
博士課程 : 趙 明忠 (創造科技院 D3)  
修士課程 : M2 (1名)、M1 (3名)  
学 部 生 : 1名

### 【 研究目標 】

次世代核エネルギーシステムのひとつである核融合炉において燃料として利用される三重水素 (トリチウム) の炉内挙動評価を明らかにし、原型炉設計を進める。

高エネルギー粒子照射環境下における材料と水素同位体との相互作用およびその影響について明らかにすることにより安全性を高めた核融合炉システム構築のための知見を集積する。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 照射損傷分布をもつプラズマ対向壁タングステン中のトリチウム挙動

核融合炉環境下では中性子および高エネルギー粒子照射によりプラズマ対向壁であるタングステンに種々の照射欠陥がその分布を持って導入されるため、非照射材とはトリチウム滞留挙動が大きく異なる。そのため、原子炉中性子照射および高エネルギー鉄イオン照射により照射損傷分布を制御したタングステンにおける水素同位体滞留挙動を評価すると共にそのメカニズムについて検討した。さらに、核融合反応によって生成するヘリウムの影響についても検討を行った。(Fusion Engineering and Design 146 (2019) 2096-2099, Journal of Nuclear Materials 533 (2020) 152122.)

#### (2) プラズマ対向材における水素透過挙動評価

核融合炉設計のためには、高温下におけるプラズマ対向材中での水素同位体挙動に及ぼす物理定数 (溶解度、拡散係数、再結合定数など) を明らかにする必要がある。今年度はガス透過、プラズマ透過における水素透過挙動を明らかにした。

(Fusion Science and Technology DOI:10.1080/15361055.2019.1705727)

### 【 今後の展開 】

核融合炉設計に向けたプラズマ対向材中の水素リサイクリング評価のため、プラズマ駆動透過に及ぼす水素同位体効果およびそのヘリウム添加効果を計画している。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Yasuhisa Oya, Akihiro Togari, Moeko Nakata, Ayaka Koike, Takuro Wada, Shota Yamazaki, Mingzhong Zhao, Fei Sun, Miyuki Yajima, Suguru Masuzaki, "Hydrogen isotope exchange at the surface of C-W mixed material layer on tungsten by gas exposure", Fusion Engineering and Design, 157 (2020) 111633.
- 2) Mingzhong Zhao, Moeko Nakata, Fei Sun, Yuji Hatano, Yoji Someya, Kenji Tobita, Yasuhisa Oya, "Deuterium Permeation Behavior in Fe Ion Damaged Tungsten Studied by Gas-Driven Permeation Method", Fusion Science and Technology, In press, DOI:10.1080/15361055.2019.1705727.
- 3) F. Sun, M. Nakata, S. E. Lee, M. Zhao, T. Wada, S. Yamazaki, A. Koike, S. Kondo, T. Hinoki, M. Hara, Y. Oya, "Synergistic effects of high energy helium irradiation and damage introduction at high

temperature on hydrogen isotope retention in plasma facing materials”, Journal of Nuclear Materials, 533 (2020) 152122.

- 4) S. Masuzaki, T. Otsuka, K. Ogawa, M. Yajima, M. Tokitani, Q. Zhou, M. Isobe, Y. Oya, N. Yoshida, Y. Nobuta and the LHD Experimental Group, “Investigation of remaining tritium in the LHD vacuum vessel after the first deuterium experimental campaign”, Physica Scripta, T171 (2020) 014068.
- 5) Qilai Zhou, Akihiro Togari, Moeko Nakata, Mingzhong Zhao, Fei Sun, Miyuki Yajima, Masayuki Tokitani, Suguru Masuzaki, Naoaki Yoshida, Masanori Hara, Yuji Hatano, Yasuhisa Oya, “Helium and hydrogen interaction in tungsten simultaneously irradiated by He<sup>+</sup>-H<sub>2</sub><sup>+</sup> at high temperature”, International Journal of Hydrogen Energy, 45 (2020) 9959-9968.
- 6) Makoto Kobayashi, Masashi Shimada, Chase N. Taylor, Dean Buchenauer, Robert Kolasinski, Takaaki Koyanagi, Yuji Nobuta, Yuji Hatano, Yasuhisa Oya, “Influence of dynamic annealing of irradiation defects on the deuterium retention behaviors in tungsten irradiated with neutron”, Fusion Engineering and Design, 146 (2019) 1624-1627
- 7) Qilai Zhou, Akihiro Togari, Moeko Nakata, Mingzhong Zhao, Fei Sun, Qiu Xu, Yasuhisa Oya, “Release kinetics of tritium generation in neutron irradiated biphasic Li<sub>2</sub>TiO<sub>3</sub>-Li<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> ceramic breeder”, Journal of Nuclear Materials, 522 (2019) 286-293.
- 8) K. Hanada, N. Yoshida, I. Takagi, T. Hirata, A. Hatayama, K. Okamoto, Y. Oya, T. Shikama, Wang Z., Long H., Huang C., M. Oya, H. Idei, Y. Nagashima, T. Onchi, M. Hasegawa, K. Nakamura, H. Zushi, K. Kuroda, S. Kawasaki, A. Higashijima, T. Nagata, S. Shimabukuro, Y. Takase, S. Murakami, Gao X., Liu H., Qian J., R. Raman, M. Ono, “Estimation of fuel particle balance in steady state operation with hydrogen barrier model”, Nuclear Materials and Energy, 19 (2019) 544-549.
- 9) Yasuhisa Oya, Atsuko Sano, Yurina Sato, Moeko Nakata, Qilai Zhou, Akihiro Togari, Naoaki Yoshida, Kazuaki Hanada, “Effect of carbon impurity reduction on hydrogen isotope retention in QUEST high temperature wall”, Fusion Engineering and Design, 146 (2019) 1480-1484.
- 10) Moeko Nakata, Keisuke Azuma, Akihiro Togari, Qilai Zhou, Mingzhong Zhao, Takeshi Toyama, Yuji Hatano, Naoaki Yoshida, Hideo Watanabe, Masashi Shimada, Dean Buchenauer, Yasuhisa Oya, “Dynamics evaluation of hydrogen isotope behavior in tungsten simulating damage distribution”, Fusion Engineering and Design, 146 (2019) 2096-2099.
- 11) Yuji Hatano, Yuna Konaka, Hiroto Shimoyachi, Takahiro Kenmotsu, Yasuhisa Oya, Hiroaki Nakamura, “Kinetics of double strand breaks of DNA in tritiated water evaluated using single molecule observation method”, Fusion Engineering and Design, 146 (2019) 100-102.

#### 【 解説・特集等 】

- 1) タスク3 トリチウム挙動および中性子照射効果（日米科学技術協力事業 PHENIX 計画 -6 年間の成果と次期計画-）プラズマ核融合学会誌、96（2020）140-144.

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 19th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-19), 14<sup>th</sup> International Symposium on Fusion Nuclear Technology (ISFNT-14), 18<sup>th</sup> Inter-Academia, International Conference on Tritium Science and Technology (TRITIUM2019)

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本原子力学会、プラズマ核融合学会、日本科学教育学会

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 仲田萌子 (M2)、アイデア賞 (2019. 9. 13) 「中性子-鉄イオン複合照射タングステン中の水素同位体挙動評価」



【 今後の展開 】

(1) 超フィルター極限及び有限加法極限を用いる多次元反復強制法の構築

すでに知られている 1 次元の反復強制法に応用された超フィルター極限及び有限加法極限を多次元反復強制法に持ち込み、連続体上の組合せ論の未解決問題を解き明かすために用いる。

(2) 任意のサポートに制限できる多次元反復強制法の構築

1 次元における Template iteration という手法を多次元反復強制法に持ち込み、連続体上の組合せ論の未解決問題を解き明かすために用いる。

【 学術論文・著書 】

- 1) 板場綾子, D.A. Mejía, 依岡輝幸, "Some infinitely generated non projective modules over path algebras and their extensions under Martin's axiom", Journal of the Mathematical Society of Japan 72 no. 2 (2020) pp. 413-433.
- 2) M. Goldstern, J. Kellner, D. A. Mejía, S. Shelah, "Cichon's maximum without large cardinals", Journal of the European Mathematical Society, 2020.

【 国際会議発表件数 】

- 1) Set Theory of the Reals, Casa Matemática Oaxaca, México (2019.8.4-9)
- 2) XVIII Latin American Symposium of Mathematical Logic, Concepción University, Chile (2019.12.16-20)

【 国内学会発表件数 】

- 1) 日本数学会 2019 年度秋季総合分科会、金沢大学 (2019. 9. 19)
- 2) 京都大学 RIMS 研究集会 2019 集合論と無限 (2019. 11. 18-22)

【 招待講演件数 】

- 1) "Preservation Theorems of finite support iterations I and II", Set Theory of the Reals, Casa Matemática Oaxaca, Mexico (2019.8.5)
- 2) "Cichon's maximum over ZFC alone", 日本数学会 2019 年度秋季総合分科会、金沢大学 (2019.9.19)
- 3) "Cichon's maximum without large cardinals", XVIII Latin American Symposium of Mathematical Logic, Concepción University, Chile (2019.12.19)

【 新聞報道等 】

- 1) Emisora Cultural Universidad de Antioquia (アンティオキア大学文化的なラジオ放送局)、世界の数学的解釈と学究生活についてのラジオ放送のインタビュー (2019. 8. 30)

## 先進エネルギーシステム用機能性材料研究開発

兼任・講師 近田 拓未 (CHIKADA Takumi)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 理学部 放射科学教育研究  
推進センター及び大学院総合科学技術研究科理学専攻 化学コース)  
専門分野: 先進エネルギー材料科学、核融合炉工学、放射化学  
e-mail address: chikada.takumi@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/chikadalab/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 近田 拓未

修士課程 : M2 (2名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

環境・エネルギー問題解決の鍵となる先進エネルギープラントにおいては、水素を高温、高圧で利用する場面が多く存在する。このような環境では、水素は鉄鋼材料などに固溶し強度を低下させる水素脆化、また高温における透過漏洩による燃料損失といった、安全性や高効率性の懸念材料となりうる水素と材料の特殊な相互作用が発現する。当研究室では、構造材料やシステムを大幅に変えずに機能性被覆を施すことで、水素脆化や透過漏洩を低減させる技術開発として、主に以下の研究テーマに取り組んでいる。

- (1) セラミックス被覆中の水素同位体透過・滞留挙動における放射線照射効果の解明
- (2) トリチウム増殖材によるセラミックス被覆の腐食挙動の解明
- (3) 核融合炉環境における鋼材中の水素同位体透過挙動の解明と能動制御
- (4) 多層構造を用いた機能性被覆の開発
- (5) 新規機能性被覆材料および成膜手法の探索

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 核融合炉材料およびセラミックス被覆中の水素同位体透過挙動に対する放射線照射効果

酸化イットリウム等のセラミックス被覆に対し、核融合炉で想定されている中性子およびガンマ線照射の効果を調べるために、中性子照射による損傷をイオン照射で模擬し、照射後の微細構造観察と水素同位体透過試験から、水素同位体透過に与える照射影響を明らかにした。また、ガンマ線照射については、静岡大学理学部のガンマ線照射装置などを用いて、ガンマ線照射中の水素同位体透過挙動、および照射後の水素同位体滞留挙動を明らかにした。

#### (2) 水素同位体透過低減被覆のブランケット材料との共存性の解明

核融合原型炉の設計指針の策定に向けて、これまで研究されてきた水素同位体透過低減被覆のトリチウム増殖材との共存性を調べた。表面を酸化処理した鋼材および各種手法で成膜したセラミックス被覆を、固体増殖材ペブルおよび液体リチウム鉛合金に曝露し、曝露後の構造観察から被覆の腐食挙動を調べた。さらに、液体リチウム鉛を被覆に接触させた状態で水素同位体透過試験を実施する体系を確立し、曝露試験をしながら水素同位体透過挙動を調べることで、腐食挙動をその場で観測することが可能となった。

#### (3) 実験と計算機シミュレーションを通じたセラミックス被覆中の水素同位体移行挙動の解明

水素同位体の材料中の移行挙動の精密な理解に向けて、実験だけでは追いきれない項目を計算機シミュレーションで検討した。今年度は、セラミックス被覆の結晶の配向性が水素同位体存在下でどのように変化するのかを分子動力学シミュレーションで、また、セラミックス中に存在する酸素空孔が水素同位体移行挙動に与える影響を密度汎関数法による計算で明らかにした。

### 【 今後の展開 】

機能性被覆研究開発においては、これまで詳細な特性が明らかにされている金属酸化物や金属を組合せた多層構造を有する被覆の作製と分析に取り組んでおり、国内外との共同研究のもと、腐食、照射、および水素の相互作用にともなう重畳効果の解明に取り組み、核融合炉実機への適用性の評価につなげる。

さらに、機能性被覆の高性能化および高信頼性化を目指して、熱負荷に耐性の高い新材料の選定に取り組み、微細構造解析、水素同位体透過挙動、電気伝導特性、機械特性などの多角的な検討を進める。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Wei Mao, Markus Wilde, Takumi Chikada, Katsuyuki Fukutani, Hiroyuki Matsuzaki, Takayuki Terai, Journal of Nuclear Materials 528 (2019) 151871.
- 2) Hikari Fujita, Takumi Chikada, Jan Engels, Jumpei Mochizuki, Seira Horikoshi, Moeki Matsunaga, Teruya Tanaka, Takayuki Terai, Fusion Engineering and Design 146(B) (2019) 2255–2258.
- 3) Kazuki Nakamura, Hikari Fujita, Jan Engels, Masayuki Tokitani, Yoshimitsu Hishinuma, Kiyohiro Yabuuchi, Sosuke Kondo, Sho Kano, Takayuki Terai, Takumi Chikada, Fusion Engineering and Design 146(B) (2019) 2031–2035.
- 4) Keisuke Kimura, Jumpei Mochizuki, Seira Horikoshi, Moeki Matsunaga, Hikari Fujita, Kouhei Okitsu, Teruya Tanaka, Yoshimitsu Hishinuma, Yoshiteru Sakamoto, Youji Someya, Hirofumi Nakamura, Takumi Chikada, The Joint Special Design Team for DEMO, Fusion Engineering and Design 146(B) (2019) 1564–1568.
- 5) Takumi Chikada, Keisuke Kimura, Jumpei Mochizuki, Seira Horikoshi, Moeki Matsunaga, Hikari Fujita, Kouhei Okitsu, Teruya Tanaka, Yoshimitsu Hishinuma, Yoshiteru Sakamoto, Youji Someya, Hirofumi Nakamura, The Joint Special Design Team for DEMO, Fusion Engineering and Design 146(A) (2019) 450–454.
- 6) Wei Mao, Liang Zhang, Markus Wilde, Shohei Ogura, Takumi Chikada, Katsuyuki Fukutani, Hiroyuki Matsuzaki, Takayuki Terai, Fusion Engineering and Design 144 (2019) 188–192.

### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 14th International Symposium on Fusion Nuclear Technology (2019.9.22-27) 他 1 2 件

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本原子力学会 2019 年秋の大会、富山県富山市 (2019 年 9 月 11 日～13 日) 他 1 1 件

### 【 招待講演件数 】

- ・ 12th International Conference on Tritium Science & Technology (TRITIUM 2019) 1 件

### 【 受賞・表彰 】

- ・ 近田拓未、Miya-Abdou Award for Outstanding Technical Contributions to the Field of Nuclear Technology
- ・ 遠藤理帆 (M1)、日本原子力学会 2019 年秋の大会学生ポスターセッション 新人賞 (2019 年 9 月 12 日)
- ・ 法月亮介 (B4)、2019 年度日本原子力学会フェロー賞 (2020 年 3 月 17 日)

## ブラックホールの量子論的側面の研究

兼任・講師 森田 健 (MORITA Takeshi)  
情報科学専攻 (主担当: 理学部 物理学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 物理学コース)  
専門分野: 素粒子論  
e-mail address: morita.takeshi@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/morita/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 森田 健

博士課程: 杉山 健斗 (D3)

修士課程: M1 (1名) M2 (1名)

### 【 研究目標 】

私たちは場の量子論や一般相対性理論、超弦理論を通して自然の持つシンプルかつ豊富な構造を解き明かすことを目標としています。

- (1) ブラックホールの量子論的な性質の研究
- (2) ゲージ理論の数理的側面の研究
- (3) 素粒子標準模型の構造の理解
- (4) 非平衡現象やカオスの研究

### 【 主な研究成果 】

#### (1) Holographic QCD を用いた原子核物理の解析

原子核の物理は強い相互作用に支配され、非常に豊富な物理現象をもたらし、その全容解明は、現代物理における大きな挑戦である。原子核の困難さは、多種多様な有効理論が存在することが物語る。例えば原子核 1 個を記述するにはクオーク模型による記述が有効であるが、2 個を記述するには湯川秀樹の中間子理論、さらに多体系では液滴模型や殻模型と様々な状況により、様々な模型の記述が有効である。これは原子核が状況に応じて大きく振る舞いを変えることを示唆しており、その統一的な理解は非常に困難である。

本研究では、超弦理論における Holographic QCD と呼ばれる量子重力を用いた手法で、原子核を解析した。すると興味深いことに、これらの多彩な原子核の模型の背後に、単純な行列模型による記述が存在する可能性を発見した。これは原子核の統一的な理解の可能性を示唆するもので、今後原子核の新たな側面が解明されるかもしれない。

#### (2) カオスにおける量子論的低温効果の研究

有限温度における量子カオス系では、バタフライ効果に上限があることが近年预言された。この预言を拡大解釈すると、有限のバタフライ効果がある系では温度に下限値が存在し、絶対に温度を 0 と出来ないことになる。しかし通常の古典力学系は、決定論的な時間発展に従うので、バタフライ効果でどんなに複雑な運動をしても、温度が生じることは決してあり得ない。このため、このような温度の下限値の存在は量子論特有の性質であると考えられる。本研究で

は非常に簡単な考察から、このような温度の下限值が実際に量子論の効果により生じることを示した。

### (3) ブラックホールの蒸発現象の研究

ブラックホールは量子論的に蒸発することがHawkingによって予言された。しかしこの蒸発の効果は非常に弱く、例えば太陽質量をもつブラックホールでは、蒸発するのに宇宙年齢よりもずっと長い時間がかかる。そのためこの蒸発現象を実験的に実証するのは困難だと考えられてきた。本研究ではHawking放射を解析し直し、ブラックホールの事象の地平線近傍では、蒸発現象がこれまで考えられてきたよりも非常に大きな効果をもたらすことを発見した。これによりHawking放射の実験的な検証などへの期待が持たれている。

#### 【 今後の展開 】

今回の研究を応用していくことで、量子重力の性質を解明していきたい。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) 橋本 幸士, 松尾 善典, 森田 健, “Nuclear states and spectra in holographic QCD” Journal of High Energy Physics 1912/ 001-

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) 京都大学基礎物理学研究所研究会 “Strings and fields 2019”  
他 1 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 日本物理学会など、8 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) KEK での講演など 4 件

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 杉山 健斗 (D3)、日本物理学会 素粒子論領域 学生優秀発表賞 (2019. 9)

## 分子の規則的配列を用いた革新的電池材料開発

兼任・講師 守谷 誠 (MORIYA Makoto)

光・ナノ物質機能専攻 (主担当：理学部化学科 及び

大学院総合科学技術研究科理学専攻 化学コース)

専門分野： 材料化学、無機化学

e-mail address: moriya.makoto@shizuoka.ac.jp

homepage: <https://sites.google.com/view/moriyalab/home>



### 【 研究室組織 】

教 員：守谷 誠

博士課程：大木 結以 (創造科技院 D2)

修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

学 部 生：B4 (3名)

### 【 研究目標 】

ありふれた元素から構成される、新しい電池材料の開発を目指しています。そのための手法として、分子の自己集積化と規則的な配列を用いてイオン伝導パス（イオンの通り道）を構築することに取り組んでいます。「構造多様性に富む」という有機物の特徴と、「伝導パスを有する」という無機電解質材料に見られる特徴を併せ持つ新物質を開発し、高速かつ選択的なイオン伝導性を示す新規固体電解質へと展開します。また、燃料電池向け非白金触媒の高活性化・高密度化を目指し、錯体化学を出発点とした新規触媒材料の研究開発も実施しています。当面の研究目標は以下の通りです。

- (1) リチウムあるいはナトリウムイオンを高速かつ選択的に伝導性させる新規分子結晶の開発
- (2) マグネシウムやアルミニウムイオンの電解液中での溶媒和構造可視化
- (3) 中温無加湿条件下でプロトン的高速に拡散させ、十分な熱的・化学的安定性を有する有機イオン柔軟性結晶の開発
- (4) 新規イオン液体・柔軟性結晶の合成に向けた有機イオン種の開発
- (5) 燃料電池向け非白金触媒の高活性化・高密度化に向けた新規錯体触媒の開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 分子の自己集積化を利用した分子結晶電解質の創製

多点配位能を持ち、高い解離度を示す対アニオン（例えば  $N(SO_2CF_3)_2^-$ ）を持つリチウム塩やナトリウム塩、マグネシウム塩を出発原料に、結晶構造中にイオン伝導パスを持つ種々の分子結晶を合成し、これらの分子結晶が固体状態で比較的高速にイオンを拡散させられることを見出してきました。さらに、反応に用いる小分子の構造や反応比を適切に選択することにより、伝導パスの構造を系統的に変化させることにも成功しています。

#### (2) イオン液体を出発原料とした新規固体電解質の開発

イオン液体は、難燃性、不揮発性、高い電気化学安定性、塩を高濃度に溶解させることが可能といった電解質材料に適した特性を有することが知られています。このような特徴を持つイオン液体を固体として扱うことが可能になれば、デバイス応用への可能性が大きく広がると考えられます。このような背景から、イオン液体にルイス酸を作用させ、アニオンにルイス酸を付加させることで、アニオンを嵩高くし、分子運動を抑制することで、融点を上昇させ、イオン液体を固体化するという着想しました。チオシアネートアニオンを持つイミダゾリウム系イオン液体に嵩高いルイス酸として知られる  $B(C_6F_5)_3$  を作用させることにより、室温で

固体として振る舞う新規有機イオン結晶を得ました。この結晶の単結晶 X 線構造解析に成功するとともに、得られた試料が結晶状態でイオン伝導性を示すことを確認しました。また、ここにナトリウム塩を添加することにより、ナトリウムイオン伝導体として機能することも見出ししています。

#### 【 今後の展開 】

分子が持つ、「構造多様性に富み、動的機能も有する」という特徴を活かすことにより、革新的二次電池あるいは燃料電池の実現に貢献する電池材料を生み出すことが私達の目標です。分子を用いてセラミック電解質に見られるようなイオン伝導パスを構築できれば、全く新しい様式の固体電解質材料が得られるであろうという発想のもと、小分子の自己集積化と規則的配列をキーワードに新規分子結晶・有機イオン柔粘性結晶の合成とイオン伝導体への展開を検討しています。目指すところは、「ありふれた元素でできた分子」を組み合わせて並べることで「目的とするイオンを高速かつ選択的に拡散させられる電解質材料」を作り出すことです。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Y. Ohki, M. Moriya, “Synthesis of an Adduct-Type Organic Ionic Crystal with Solid-State Ionic Conductivity from A Thiocyanate-Based Ionic Liquid and  $B(C_6F_5)_3$ ”, Crystals, 9, 567 (2019).
- 2) 全固体電池の界面抵抗低減と作製プロセス、評価技術、河村純一ほか（分担）、技術情報協会

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 電気化学会、固体イオニクス討論会、日本 MRS 学会など 6 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 高分子学会第 118 回プラスチックフィルム研究会（2019. 7. 25）
- 2) 超領域研究推進本部第 13 回超領域研究会（2019. 7. 11）

## 5. 特別教育研究経費等

平成 31 年度(令和元年度)学長戦略運営経費及び機能強化経費で採択され、以下の通り実施した。

1. 事業名	<b>超領域分野における国際的若手人材育成プログラム</b> <b>博士課程ダブルディグリープログラム(DDP)を基盤とする持続的国際共同教育研究体制の構築</b>
プロジェクトリーダー	早川 邦夫(創造科学技術大学院国際戦略担当)
配分額	機能強化経費(機能強化促進分)13,437 千円(平成 31 年度)
事業計画期間	平成 31 年度(令和元年度)
研究組織	創造科学技術大学院総務委員、超領域分野に係る創造科学技術大院の教員、事務補佐(1 名)
目的	<p>海外の連携大学、先端拠点大学との間の共同研究指導や DDP など、国際会議、セミナー、講義等の共同教育を通して、学生、若手研究者のグローバル化と創造科学技術大学院の機能強化を図るとともに、地域大学、産業界の的資源も活用して超領域研究を推進し、我が国の発展に貢献できる国際的な人材を育成する。</p> <p>本大学院の重点 3 分野(光、ナノ、環境・エネルギー)を柱とする研究をベースに、俯瞰的で専門性に富む国際的博士人材の教育を強化するため、本学をハブとして各国に分散する研究教育拠点を有機的に結ぶ体制を構築することにより、本プログラムをより一層充実させる。</p>
実施状況	<p>共同研究実績を有する国際共同研究組織の人的ネットワーク構築を促進するために、計 3 件(派遣 23 名 173 日、招聘 0 名)を実施した。</p> <p>ベンガル湾 7 カ国との教育研究連携の強化のためのプラットフォーム形成事業として、本プログラムより 4 名の教員を 9 月にマレーシア工科大学(Universiti Teknologi Malaysia, UTM)ジョホールバルキャンパスにて開設されたジョイントラボの開設式典出席のために、UTM に派遣した。本交流にて、微生物を用いた有用物質生産、天然物化学及び省エネプロセス関連の共同研究開発プロジェクトを通して更なる研究交流・人材交流の活性化が期待される。また、大学間協定を締結している Taylor's 大学、マレーシアプトラ大学(Universiti Putra Malaysia, UPM)、ならびにサンウェイ大学(Sunway University, 未協定校)に 3 名の教員が訪問し、ミニシンポジウムによる教員・学生間交流と、有機化学を基盤としたものづくり技術に関する情報交換を実施した。さらに、本プログラム活動にて平成 28 年度に大学間協定を締結したインド工科大学ハイデラバード校(IITH)にて、アカデミックフェアのために 1 名の教員を派遣し、静岡大学への留学について IITH の学生に広く広報した。また、共同研究者を訪問し、水環境保全および薬剤耐性伝播に関する研究交流を深め IITH との結びつきを強化した。</p> <p>また、インドネシア大学が主催している The 6<sup>th</sup> International Conference on Quality in Research(QiR)が 7 月にインドネシアにて開催され、当会議出席のために 5 名の教員と博士課程学生 1 名を派遣し、インドネシア大学との研究交流</p>

を深めた。

中東欧の協定校との国際会議「The 18<sup>th</sup> International Conference on Global Research and Education (Inter-Academia 2019)」が、ハンガリーのオブダ大学が幹事校となりブタペストとバトンフレドで開催され、本学から 24 名の教員と学生を派遣した。4 日間を通して 64 件の口頭・ポスターによる研究発表、33 名の大学院生を中心とした若手発表者によるポスター及びショートプレゼンテーションが行われ、本プログラムは創造科学技術大学院生の発表を支援した。

平成 31 年度創造科学技術大学院に DDP 学生 6 名が入学、40 名が修了し、単位取得退学をした 2 名を含めて合計 42 名が学位を取得した。

国際シンポジウム (ISFAR) は超領域研究推進本部と共催で 2020.3.5 に開催予定で、133 名の参加 (うち海外からの参加 9 名) の申し込みがあったが、新型コロナウイルス感染拡大の影響により開催を中止した。プロシーディングスに掲載の論文は既発表として扱うこととした。

## 6. 学生教育研究活動支援

### (1) 学生公募プロジェクト助成申請一覧

専攻名	申請者氏名	指導教員名	プロジェクト研究名
ナビジョン工学	Kuppusamy Silambarasan	原 和彦	Hexagonal boron nitride (h-BN) for optoelectronic applications
ナビジョン工学	寺尾 剛	青木 徹	空乏層変調型CdTe半導体検出器による疑似エネルギー弁別X線イメージング
ナビジョン工学	田端 健人	青木 徹	シリコンコリメータを使った高解像度シンチレータ型X線画像検出器の開発
ナビジョン工学	西澤 潤一	青木 徹	レーザー界面直接照射によるpn型CdTe検出器の開発
ナビジョン工学	Arockiyasamy Periyanyaga Kristy	池田 浩也	Growth of vertically aligned ZnO nanorods on conductive fabrics for self-powered physiological sensor
ナビジョン工学	Nagarajan Anitharaj	猪川 洋	Directivity of SOI photodiode characteristics with 2D hole array metallic grating
ナビジョン工学	Manivannan Revathi	猪川 洋	Real-Time Digital Signal Processing Based on FPGA for SOI MOSFET Single-Photon Detector
ナビジョン工学	Nor Hafizah Binti Mohamed Halip	川田 善正	Two-photon phase-resolved fluorescence-lifetime-measurement method involving use of ultrashort-pulsed laser
ナビジョン工学	柴野 暁	川田 善正	高空間分解能イオンイメージングシステムの開発
ナビジョン工学	Che Nur Hamizah	川田 善正	Deep-UV Surface Plasmon for Observation of Living Biological Cells
ナビジョン工学	宮道 篤孝	小野 篤史	可視近赤外同時弁別イメージセンサに向けたマルチバンドプラズモニックカラーフィルタの開発
ナビジョン工学	Palanisamy Baskaran	池田 浩也	Construction of a novel thermal conductivity measurement technique of thermoelectric materials from micrometer scale to nanometer scale
光・ナノ物質機能	中林 翔	小林 健二	水素結合に基づく積層型ポルフィリン分子集合カプセルの研究
光・ナノ物質機能	Teguh Handoyo	近藤 淳	Study of effect rapid high thermal annealing followed by rapid cooling on Au thin film for LSPR sensor
光・ナノ物質機能	叶 浩司	近藤 淳	SH-SAWバイオセンサにおける粘性侵入度を用いた抗原抗体反応検出の高度化
光・ナノ物質機能	Subramanian Nithiananth	下村 勝	Vertically aligned single step growth of Rectangular TiO <sub>2</sub> nanorod as electron transport layer for perovskite solar cells applications
光・ナノ物質機能	Palani Rajasekaran	下村 勝	Preparation of highly dense barium stannate perovskite materials for thermoelectric application
光・ナノ物質機能	P. S. Jayawardena	下村 勝	QCM sensor based on metal oxide/graphene oxide composites for improved gas sensing upon UV irradiation and study the effect of different electronegative elements in the composite on gas sensing
光・ナノ物質機能	Salina Binti Mohammad Mokhtar	下村 勝	Study on the growth of niobium-doped TiO <sub>2</sub> nanorods array for ultraviolet sensor application
光・ナノ物質機能	Wan Ibtisam Binti Haji Wan Omar	下村 勝	Synthesis and characterization of the fluorescent graphene quantum dots
光・ナノ物質機能	Rengarajan Abinaya	下村 勝	Thermoelectric transport properties of 2D-MoS <sub>2</sub> : role of substrate, substrate and film interface effect

専攻名	申請者氏名	指導教員名	プロジェクト研究名
光・ナノ物質機能	Sugumaran Kavirajan	下村 勝	Synthesis of CuTe/BiTe composites for thermoelectric application
光・ナノ物質機能	コウ アルイ	立岡 浩一	Molten salt assisted synthesis of Silicon nanostructures at low temperature
光・ナノ物質機能	村上 拓	藤間 信久	積層欠陥を有するマグネシウム母体構造中における金属-希土類元素間の力学的相互作用
光・ナノ物質機能	Md. Abdul Momin	三重野 哲	Sensing Mechanism of MWCNT/Cotton-Composite-Based Load Cells and Development of Human Health and Activity Monitoring System
光・ナノ物質機能	Sreerama Jhansi Lakshmi	脇谷 尚樹	Heteroepitaxial growth of novel oxide thin film having very small lattice mismatch with Si
光・ナノ物質機能	Jumaeda Jatmika	海老原 孝雄	希土類強相関電子系物質における物質開拓と物性測定
光・ナノ物質機能	Jupalli Taruna Teja	Moraru Daniel	Study of highly-doped silicon nanowire in junctionless transistors for single-electron tunneling functionalities
情報科学	加藤 新良太	石原 進	災害時情報共有のための異種無線通信方式を併用した高信頼なV2X通信方式の開発
情報科学	市川 裕介	峰野 博史	公共施設における動的案内サインを用いた人流誘導システムの研究
情報科学	小池 誠	峰野 博史	施設園芸における機械学習を用いた自動灌水制御システムの開発
情報科学	倉 聖美	峰野 博史	WiFi電波情報を用いた状況推定の研究
情報科学	永井 幸政	峰野 博史	Sub-1GHzにおける異種間無線通信システムの周波数共用方式の研究
情報科学	Nahar Raufun	甲斐 充彦	DNN based Voice Activity Detector for Real Multi-speaker Environment with noise
情報科学	竹内 太法	立蔵 洋介	深層学習に基づく騒音環境を考慮した声質変換による聞き取りやすさ改善
情報科学	黒田 友貴	熊野 善介	高等教育における理系人材の科学観と教育制度に関する研究-科学観の養成に影響する文化的背景に着目して-
環境・エネルギーシステム	Devendran Thirunavukarasu	島村 佳伸	Preparation and characterization of cellulose nanofiber reinforced composites
環境・エネルギーシステム	本荘 雅宏	二又 裕之	微生物生態系における代謝ネットワーク機構の解明
環境・エネルギーシステム	Muhammad Almaududi Pulungan	守田 智	動物のグレイジングが草原群落の種多様性に与える影響の解析
環境・エネルギーシステム	Mingzhong Zhao	大矢 恭久	Influence of helium seeding on the deuterium plasma driven permeation behavior in tungsten under fusion relevant high temperature
バイオサイエンス	Shamsul Morshed	丑丸 敬史	過剰量のNop1のプロテアソーム分解の機構解明
バイオサイエンス	Tasnuva Sharmin	丑丸 敬史	マイクロオートファジー関連因子の探索研究
バイオサイエンス	Abdullah An Naser	徳元 俊伸	Identification of responsible genes for experimental testicular teratoma (ett)
バイオサイエンス	Md. Mostafizur Rahaman	徳元 俊伸	Transgenerational effects of an endocrine disrupting chemical, bisphenol A on reproductive functions of zebrafish

専攻名	申請者氏名	指導教員名	プロジェクト研究名
バイオサイエンス	Theeranukul Pachoensuk	徳元 俊伸	Establishment of gene knock-out strain of pax2a selected as ovulation-inducing gene by in vivo assay by genome editing in zebrafish
バイオサイエンス	Md. Rezanujjaman	徳元 俊伸	Evaluation of effects of chemicals on oocyte maturation and ovulation, and responsible gene identification for ovulation by in vivo assay using zebrafish
バイオサイエンス	Mohammad Rubel Rana	徳元 俊伸	Identification of membrane glucocorticoid receptor (mGR)
バイオサイエンス	Ahmad Suparmin	朴 龍洙	Characterization of Genes Regulates the Fruiting Body formation in <i>C. militaris</i> using CRISPR/Cas9
バイオサイエンス	Fahmida Nasrin	朴 龍洙	Study on the effect of tunable LSPR regulated by different size of nanoparticles and peptide chain length variation
バイオサイエンス	竹村 謙信	朴 龍洙	高導電性ナノ粒子複合体及び高蛍光性量子ドットを用いた電気化学・光学的遺伝子型同定迅速診断キットの創出
バイオサイエンス	Doddy Irawan Setyo Utomo	朴 龍洙	Development of tetravalent dengue virus-like particle (VLP) as vaccine candidate using silkworm expression system
バイオサイエンス	Egi Tritya Apdila	山崎 昌一	植物型ガラクト脂質合成経路を持つシアノバクテリアで見られる表現型の解析
バイオサイエンス	Or Rashid Md Mamun	山崎 昌一	Effect of membrane potential on mutant magainin 2-induced pore formation in lipid bilayers
バイオサイエンス	Saha Samiron Kumar	山崎 昌一	Effect of Osmotic Pressure on Antimicrobial Peptides-induced Pore Formation in Lipid Membrane
バイオサイエンス	Farzana Hossain	山崎 昌一	Effect of Membrane Potential on Entry of 6-Residue Antimicrobial Peptide Derived from Lactoferricin B into Single Vesicles and <i>E. coli</i> Cells
バイオサイエンス	Madhabi Lata Shuma	山崎 昌一	Characteristics of on entry of non-fluorescent probe-labelled cell-penetrating peptides inside single vesicles and single cell
バイオサイエンス	Md. Hazrat Ali	山崎 昌一	Characterization of PGL-induced pore formation and translocation of PGLa across membrane of lipid vesicles and <i>E. coli</i> cells
バイオサイエンス	Kaweewan Issara	小谷 真也	放線菌 <i>Streptomyces cacaoi</i> の産生するペプチドの構造決定
バイオサイエンス	岩本 莉奈	茶山 和敏	マウス新生仔の免疫機能発達に対する CCL25 および CCL28 の役割に関する研究
バイオサイエンス	三宅 敬太	成川 礼	シアノバクテリア <i>Acaryochloris</i> 属の光質に対する生存戦略
バイオサイエンス	青柳 拓也	丑丸 敬史	シロイヌナズナ <i>IDD4</i> 遺伝子による新奇な種子発芽制御メカニズムの解明

(2) 英語論文投稿支援申請一覧

専攻名	投稿者名	指導教員名	掲載(受理)年月日	論文名	著者名	雑誌名
ナノデバイス工学	Goyal Chandra Prakash	池田 浩也	2019.7.18	Fabrication of ultrathin poly-crystalline SiGe-on-insulator layer for thermoelectric applications	CP Goyal, MOmprakash, MNaveethan, T Takeuchi, YShimura, MShimomura,	Journal of Physics Communications
ナノデバイス工学	Elamaran Durgadevi	猪川 洋	2019.3.1	Investigation of silicon-on-insulator CMOS integrated thermocouple and heater for antenna-coupled bolometer	Durgadevi Elamaran, Hiroaki Satoh, Norihisa Hiromoto, and Hiroshi Inokawa	Japanese Journal of Applied Physics
ナノデバイス工学	Lee Minho	川人 祥二	2019.6.28	A Wide Dynamic Range CMOS Image Sensor with a Charge Splitting Gate and Two Storage Diodes	Minho Lee, Min-Woong Seo, Juyeong Kim, Keita Yasutomi, Keiichiro Kagawa,	Sensors
ナノデバイス工学	宮道 篤孝	小野 篤史	2019.4.12	Plasmonic Color Filter Array with High Color Purity for CMOS Image Sensors	Atsuta Miyamichi, Atsushi Ono, Keiichiro Kagawa, Keita Yasutomi and Shoji Kawahito	Sensors
ナノデバイス工学	Sivakumar Panneer Selvam	香川 景一郎	2019.8.14	MULTI-EXPOSURE LASER SPECKLE CONTRAST IMAGING USING A VIDEO-RATE MULTI-TAP CHARGE MODULATION IMAGE SENSOR	Sivakumar Panneer Selvam, Keiichiro Kagawa, Christian Crouzet, Bernard Choi, Keita Yasutomi, Shoji Kagawa	Optics Express
ナノデバイス工学	Fauziah Khotimatul	池田 浩也	2019.6.3	Effect of Phonon-Drag Contributed Seebeck Coefficient on Si-Wire Thermopile Voltage Output	Khotimatul Fauziah, Yuhei Suzuki, Yuki Narita, Yoshinari Kamakura, Takanobu Watanabe, Faiz Salleh, Hiroya Ikeda	IEICE Transaction on Electronics
光・ナノ物質機能	Siarhei D. Barsukou	近藤 淳	2018.8.22	Features of Electro-Induced Periodical Structures in LiTaO3 Single Crystal and Their Interaction with Surface Acoustic Wave	Siarhei D. Barsukou, Jun Kondoh, and Sergei A. Khakhomov	Advances in Materials Science and Engineering

専攻名	投稿者名	指導教員名	掲載(受理)年月日	論文名	著者名	雑誌名
光・ナノ物質機能	Savidya Jayawardena	下村 勝	2019.6.28	Fabrication of a quartz crystal microbalance sensor based on graphene oxide/TiO2 composite for the detection of chemical vapors at room temperature	Savidya Jayawardena, Hirulak D. Siriwardena, R.M.G. Rajapakse, Atsushi Kubono, Masaru Shimomura	Applied Surface Science
光・ナノ物質機能	Sugumaran Kavirajan	下村 勝	2019.5.20	Ultra-low thermal conductivity via interfacial phonon scattering in PbTe hoppercubes/PbTeO3 microrods for thermoelectric applications	S. Kavirajan, J. Archana, M. Omprakash, S. Harish, M. Navaneethan, S. Ponnusamy, C. Muthamizhchelvan, M. Shimomura, Y. Hayakawa	Journal of Alloys and Compounds
光・ナノ物質機能	Huang Yalei	立岡 浩一	2019.3.14	Synthesis, structural and photoluminescence properties of Mg2Si/Si nanocomposites consisting of Si nanosheet bundles and Mg2Si deposits	Yalei Huang, Ryo Tamaki, Peiling Yuan, Yuki Kumazawa, Nanae Atsumi, Vimal Saxena, Nazmul Ahsan, Yoshitaka Okada, Yasuhiro Hayakawa and Hirokazu Tatsuoka	Japanese Journal of Applied Physics
光・ナノ物質機能	Md. Abdul Momin	三重野 哲	2019.5.1	Development of Compact Load Cell Using Multiwall Carbon Nanotube/Cotton Composites and Its Application to Human Health and Activity Monitoring	Md. Abdul Momin, Mohammad Jellur Rahman, Tetsu Mieno	Journal of Nanomaterials
光・ナノ物質機能	朱 程亮	李 洪譜	2019.1.25	Optimal design and fabrication of multichannel helical long-period fiber gratings based on phase-only sampling method	Chengliang Zhu, Shoma Ishikami, Peng Wang, Hua Zhao, and Hongpu Li	Optics Express
光・ナノ物質機能	朱 程亮	李 洪譜	2019.5.1	Multichannel Long-Period Fiber Grating Realized by Using the Helical Sampling Approach	Chengliang Zhu, Shoma Ishikami, Hua Zhao, and Hongpu Li	IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology

専攻名	投稿者名	指導教員名	掲載(受理)年月日	論文名	著者名	雑誌名
光・ナノ物質機能	朱 程亮	李 洪譜	2019.7.25	DC-sampled helical fiber grating and its application to multi-channel OAM generator	Chengliang Zhu, Peng Wang, Shoma Ishikami, Ryo Mizusima, Hua Zhao, and Hongpu Li	IEEE Photonic Technology Letter
光・ナノ物質機能	Sridevi Meenachisundaram	脇谷 尚樹	2019.2.10	Magnetoelectric effect in free-standing multiferroic thin film	Sridevi Meenachisundaram, Hironori Mori, Takahiko Kawaguchi, Parthasarathi Gangopadhyay, Naonori Sakamoto, Kazuo Shinozaki, Chellamuthu Muthamizhchelvan, Suruttaiyudaiyar Ponnusamy, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya	Journal of Alloys and Compounds
光・ナノ物質機能	Adnan Afiff	Moraru Daniel	2019.7.12	Coulomb-blockade transport in selectively-doped Si nano-transistors	Adnan Afiff, Arup Samanta, Arief Udhiarto, Harry Sudibyo, Masahiro Hori, Yukinori Ono, Michiharu Tabe, and Daniel Moraru	Applied Physics Express
光・ナノ物質機能	Gaurang Prabhudesai	Moraru Daniel	2019.6.18	Single-charge band-to-band tunneling via multiple-dopant clusters in nanoscale Si Esaki diodes	Gaurang Prabhudesai, Manoharan Muruganathan, Le The Anh, Hiroshi Mizuta, Masahiro Hori, Yukinori Ono, Michiharu Tabe, and Daniel Moraru	Applied Physics Letters
光・ナノ物質機能	大木 結以	守谷 誠	2019.10.28	Synthesis of an Adduct-Type Organic Ionic Crystal with Solid-State Ionic Conductivity from A Thiocyanate-Based Ionic Liquid and B(C <sub>6</sub> F <sub>5</sub> ) <sub>3</sub>	Yui Oki, Makoto Moriya	Crystals

専攻名	投稿者名	指導教員名	掲載(受理)年月日	論文名	著者名	雑誌名
情報科学	Nurul Fitriyah Sulaeman	熊野 善介	2019.8.1	Development of Students' Perception Instrument os New and Renewable Energy (PINIRE)	Nurul Fitriyah Sulaeman and Yoshisuke Kumano	New Educational Review
環境・エネルギーシステム	Muhammad Almaududi Pulungan	守田 智	2019.8.1	Grazing enhances species diversity in grassland communities	Muhammad Almaududi Pulungan, Shota Suzuki, Maica Krizna Areja Gavina, Jerrold M. Tubay, Hiromu Ito, Momoka Nii, Genki Ichinose, Takuya Okabe, Atsushi Ishida, Masae Shiyomi, Tatsuya Togashi, Jin Yoshimura & Satoru Morita.	Scientific Reports
環境・エネルギーシステム	楠野 宏明	真田 俊之	2019.7.9	Lift force acting on a pair of clean bubbles rising in-line	Hiroaki Kusuno , Hiroya Yamamoto, and Toshiyuki Sanada	Physics Fluids
環境・エネルギーシステム	Le Thi Ha Thanh	金原 和秀	2019.5.7	Isolation and characterization of a moderate thermophilic Paenibacillus naphthalenovorans strain 4B1 capable of degrading dibenzofuran from dioxin-contaminated soil in Vietnam	Le Thi Ha Thanh, Tran Vu Ngoc Thi, Masaki Shintani, Ryota Moriuchi, 3 Hideo Dohra, Nguyen Hoang Loc, and Kazuhide Kimbara	Journal of Bioscience and Bioengineering
環境・エネルギーシステム	EKA RAKHMAN PRIANDANA	野口 敏彦	2019.12.16	Pure Sinusoidal Output Single-Phase Current-Source Inverter with Minimized Switching Losses and Reduced Output Filter Size	Eka Rakhman Priandana, Toshihiko Noguchi	MDPI Electronics
環境・エネルギーシステム	Wang Chunyang	Moghtada Mobeidi	2019.11.16	A New Formulation for Nondimensionalization Heat Transfer of Phase Change in Porous Media: An example Application to Closed Cell Porous Media	Chunyang Wang, Moghtada Mobeidi	International Journal of Heat and Mass Transfer

専攻名	投稿者名	指導教員名	掲載(受理)年月日	論文名	著者名	雑誌名
バイオサイエンス	Farzana Hossain	山崎 昌一	2019.5.22	Membrane potential is vital for rapid permeabilization of plasma membranes and lipid bilayers by the antimicrobial peptide lactoferricin B	Farzana Hossain, Md. Mizanur Rahman Moghal, Md. Zahidul Islam, Md. Moniruzzaman, Masahito Yamazaki	J. Biol. Chem.
バイオサイエンス	Shamsul Morshed	丑丸 敬史	2019.11.5	Def1 mediates the degradation of excess nucleolar protein Nop1 in budding yeast	Shamsul Morshed, Takahiro Mochida, Ritsu Shibata, Kisara Ito, Md Golam Mostofa, Muhammad Arifur Rahman, Takashi Ushimaru	Biochem Biophys Res Commun.
バイオサイエンス	Shamsul Morshed	丑丸 敬史	2019.11.10	TORC1 regulates ESCRT-0 complex formation on the vacuolar membrane and microautophagy induction in yeast	Shamsul Morsheda, Tasnuva Sharmina, Takashi Ushimaru,	Biochem Biophys Res Commun.
バイオサイエンス	Md. Golam Mostofa	丑丸 敬史	2019.9.24	rDNA Condensation Promotes rDNA Separation from Nucleolar Proteins Degraded for Nucleophagy after TORC1 Inactivation	Md. Golam Mostofa, Shamsul Morshed, Ritsu Shibata, Yuri Takeichi, Muhammad Arifur Rahman, Shun Hosoyamada, Takehiko Kobayashi, and Takashi Ushimaru	Cell Reports
バイオサイエンス	Md. Mizanur Moghal	山崎 昌一	2019.11.12	Role of Membrane Potential on Entry of Cell-Penetrating Peptide Transportan 10 into Single Vesicles	Md. Mizanur Rahman Moghal, Md. Zahidul Islam, Farzana Hossain, Samiron Kumar Saha, and Masahito Yamazaki	Biophys. J.

専攻名	投稿者名	指導教員名	掲載(受理) 年月日	論文名	著者名	雑誌名
バイオエンス	竹村 太秀	河岸 洋和	2019.5.14	A fairy chemical, imidazole-4-carboxamide, is produced on a novel purine metabolic pathway in rice	Takemura, H., Choi, J-H., Matsuzaki, N., Taniguchi, Y., Wu, J., Hirai, H., Motohashi, R., Asakawa, T., Ikeuchi, K., Inai, M., Kan, T., and Kawagishi, H.	Scientific Reports

(3) 国際会議発表支援申請一覧

専攻名	発表者名	指導教員名	出張期間	国際会議名	開催地	発表題目
ナノビジョン工学	宮道 篤孝	小野 篤史	2019.8.10～8.17	SPIE Optics + Photonics	San Diego, U.S.A	Plasmonic color filtering using nanostructured metallic corrugation for multi-band imaging application
ナノビジョン工学	西澤 潤一	青木 徹	2019.10.24～11.4	The 2019 IEEE Nuclear Science Symposium (NSS) and Medical Imaging Conference (MIC), and the International Symposium on Room Temperature Semiconductor Detectors	Manchester, UK	Impeccable regulated doping of p-n junction CdTe diode by backside laser doping
ナノビジョン工学	Anitharaj Nagarajan	猪川 洋	2019.12.16～12.18	Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS)	Xiamen, China	A Study on Directivity of SOI Photodetector with 2D Hole Array Type Gold Grating
光・ナノ物質機能	Rengarajan Abinaya	下村 勝	2019.1.9～2.3	5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN2019)	Chennai, India	1) Enhancing thermoelectric properties by coherent interface of MoS <sub>2</sub> /WS <sub>2</sub> Nano hybrid 2) Highly enhanced thermoelectric power factor of MoS <sub>2</sub> by MoO <sub>2</sub> metallic inclusion
光・ナノ物質機能	Sugumaran Kavirajan	下村 勝	2019.1.9～2.4	5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN2019)	Chennai, India	Solid state synthesis of Cu <sub>1.45</sub> Ni <sub>1.45</sub> Te <sub>2</sub> ternary compound for thermoelectric application
光・ナノ物質機能	Nithiananth Subramanian	下村 勝	2019.1.12～2.3	5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN2019)	Chennai, India	1) Synthesis of one-dimensional growth of well-aligned rutile TiO <sub>2</sub> nanorod as photoanode in dye-sensitized solar cell applications. 2) Synthesis and characterization of Nickel doped copper indium diselenide as counter electrode for dye sensitized solar cell applications. 3) Elemental substitution CuInSe <sub>2</sub> (In= Co, Fe, Ni, Zn) for efficient counter electrode for dye sensitized solar cell applications

専攻名	発表者名	指導教員名	出張期間	国際会議名	開催地	発表題目
光・ナノ物質機能	Rajasekaran Palani	下村 勝	2019.1.13～2.2	5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN2019)	Chennai, India	BaSb <sub>x</sub> Sn <sub>1-x</sub> O <sub>3</sub> perovskite materials for high temperature thermoelectric application
光・ナノ物質機能	Teguh Handoyo	近藤 淳	2019.7.20～7.26	Quality in Research 2019	Padang, Indonesia	Development of Gold Thin-Film for Optical-Based Biosensor
光・ナノ物質機能	Momin Md. Abdul	三重野 哲	2019.9.1～9.5	12th Asian-European International Conference on Plasma Surface Engineering	Cheju Island, Korea	Study of MWCNT/Cotton Composites and Development of Compact Load Cells
情報科学	Pramudya Dwi Aristya Putra	熊野 善介	2019.7.24～7.30	The 2nd International Conference on Science, Mathematics, Environment and Education (ICoSMEE)	Solo, Indonesia	Examining of Professional Pre-service Science Teachers Knowledge and Skills When Planning the STEM Lesson Trough Microteaching
情報科学	Nurul Fitriyah Sulaeman	熊野 善介	2019.7.25～7.30	The 2nd International Conference on Science, Mathematics, Environment and Education (ICoSMEE)	Solo, Indonesia	The Development and Practice of Energy STEM Learning Material: A Case Study in Shizuoka Attached Middle School
情報科学	黒田 友貴	熊野 善介	2019.8.23～9.5	2019 European Science Education Research Association 13th conference	Bologna, Italy	A STUDY ON STEM HUMAN RESOURCES COMMUNITY ABILITY; FOCUS ON HIGHER EDUCATION STUDENTS IN JAPAN AND AFRICA
情報科学	竹林 知大	熊野 善介	2019.9.28～10.5	The First International Conference of Science, Technology, Engineering, and Mathematics Education	Jember, Indonesia	Earth and Space STEM Education based on the Comparative Planetary Science using the Dagik Earth
情報科学	加藤 新良太	石原 進	2019.10.20～10.27	The 25th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking	Los Cabos, Mexico	Wireless LAN Emulator Using Wireless Network Tap Device for Testing a Vehicular Network System

専攻名	発表者名	指導教員名	出張期間	国際会議名	開催地	発表題目
環境・エネルギーシステム	Zhao Mingzhong	大矢 恭久	2019.4.21～4.26	12th International Conference on Tritium Science & Technology (Tritium 2019)	Busan, Korea	The Deuterium Permeation Behavior in Fe Ions Damaged Tungsten Studied by Gas-Driven Permeation Method
環境・エネルギーシステム	Eka Rakhman Priandana	野口 敏彦	2019.9.16～9.22	ICETIR2019	Purwokerto, Indonesia	High-Level Number Multilevel Single-Phase Current-Source Inverter With Reduced Switching Device Count
環境・エネルギーシステム	Wang Chunyang	Moghtada Mobedi	2019.10.30～11.4	The 30th International Symposium on Transport Phenomena	Ha Long, Quang, Viet Nam	Local Thermal non-equilibrium model for analyzing heat transfer in a closed cell porous medium
環境・エネルギーシステム	Devendran Thirunavukarasu	島村 佳伸	2019.12.4～12.7	The 12th Korea-Japan Joint Symposium on Composite Materials	Changwon, Korea	Preparation and Mechanical Characterization of Cellulose Nanofiber Reinforced Epoxy Films Using Solution Dipping Technique
バイオサイエンス	竹村 謙信	朴 龍洙	2019.6.29～7.10	The 14th Asian Congress on Biotechnology (ACB2019)	Taipei, Taiwan	Ultrasensitive Electrochemical Immunoassay of Hepatitis E virus
バイオサイエンス	Noorhamizah Binti Suhaimi	朴 龍洙	2019.9.23～9.28	2nd International Postgraduate Symposium in Biotechnology 2019	Johor Bahru, Malaysia	Identification of secretion domain of Neospora caninum profilin
バイオサイエンス	Robert Minkner	朴 龍洙	2019.9.23～9.28	2nd International Postgraduate Symposium in Biotechnology 2019	Johor Bahru, Malaysia	Purification of Recombinant Proteins from the Haemolymph and FatBody of the Silkworm Bombyx Mori Aiming for Industrial Usage
バイオサイエンス	Ahmad Suparmin	朴 龍洙	2019.9.23～9.28	2nd International Postgraduate Symposium in Biotechnology 2019	Johor Bahru, Malaysia	Analysis genes controlling the fruiting body formation of Cordyceps militaris in silkworm

専攻名	バイオサイエンス	発表者名	Farzana Hossain	指導教員名	山崎 昌一	出張期間	2020.2.14～2.20	国際会議名	第64回アメリカ生物物理学会 (2020)	開催地	San Diego, USA	発表題目	Membrane potential is vital for rapid permeabilization of plasma membrane and lipid bilayers by the antimicrobial peptide lactoferricin B
-----	----------	------	-----------------	-------	-------	------	----------------	-------	-----------------------	-----	----------------	------	---

#### (4)リサーチ・アシスタント(RA)前期採用一覧

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
1	超高時間分解撮像デバイスに関する研究	ナノビジョン工学	Sivakumar Panneer Selvam	香川 景一郎
2	高感度・広ダイナミックレンジイメージセンサに関する研究	ナノビジョン工学	Lee Minho	川人 祥二
3	3D画像センサの開発	ナノビジョン工学	Lee Sanggwon	川人 祥二
4	ウェアラブル熱電発電材料の研究	ナノビジョン工学	Khan Faizan	池田 浩也
5	微細加工シンチレーター放射線検出器	ナノビジョン工学	田端 健人	青木 徹
6	レーザードーピング集積型放射線検出器	ナノビジョン工学	西澤 潤一	青木 徹
7	可視近赤外同時弁別性イメージセンサの開発	ナノビジョン工学	宮道 篤孝	小野 篤史
8	ZnOナノ構造を用いた光触媒に関する研究	ナノビジョン工学	Worasawat Suchada	三村 秀典
9	イメージセンサの車両周辺認識システムへの適用性検討	ナノビジョン工学	Kim Juyeong	川人 祥二
10	高空間分解能イオンイメージングシステムの作製	ナノビジョン工学	柴野 暁	川田 善正
11	ハイブリッドカスケード光電荷変調による極限時間分解撮像デバイスの画素駆動・制御及び読出し回路に関する研究	ナノビジョン工学	Shukri B. Korakkottil Kunhi Mohd	川人 祥二
12	六方晶BN薄膜の高品質化	ナノビジョン工学	Kuppusamy Silambarasan	原 和彦
13	CNTトランジスタの研究	ナノビジョン工学	Chitra Pandey	三村 秀典
14	ボロン添加ダイヤモンドを用いた中性子検出器の研究	ナノビジョン工学	三宅 拓	三村 秀典
15	有機薄膜における高次構造形成及び応用に関する研究	光・ナノ物質機能	曇 艶	久保野 敦史

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
16	リチウムイオン二次電池における高エネルギー密度を持つ正極活物質の合成と物性評価	光・ナノ物質機能	木村 憲尚	富田 靖正
17	螺旋状ファイバ回折格子の研究開発	光・ナノ物質機能	朱 程亮	李 洪譜
18	希土類金属間化合物の物性研究	光・ナノ物質機能	Jumaeda Jatmika	海老原 孝雄
19	高活性アゾリウムカルベンの創製	光・ナノ物質機能	喜屋武 龍二	鳴海 哲夫
20	エネルギーデバイスへの応用を目的としたシリサイド系ナノ構造の作製	光・ナノ物質機能	Huang Yalei	立岡 浩一
21	酸化スズ系ペロブスカイトナノ構造の物性に関する研究	光・ナノ物質機能	Palani Rajasekaran	下村 勝
22	ナノ材料に基づくQCMセンサーの開発	光・ナノ物質機能	Pramudi Savidya Jayawardena	下村 勝
23	新規ロタキサン機能物質の開発	光・ナノ物質機能	Hoque Mohammed Jabedul	間瀬 暢之
24	新規有機イオン結晶の合成と固体電解質への展開	光・ナノ物質機能	大木 結以	守谷 誠
25	ポルフィリンとピリジルキャビタンドから成る分子集合カプセルと分子集合ギアの研究	光・ナノ物質機能	中林 翔	小林 健二
26	MoS2/WS2ナノコンポジット熱電変換材料の研究	光・ナノ物質機能	Rengarajan Abinaya	下村 勝
27	アミロイド線維の特性を利活用する機能性分子の創製	光・ナノ物質機能	児玉 有輝	鳴海 哲夫
28	高ドーピングシリコンナノワイヤのドーピングと測定に関する研究	光・ナノ物質機能	Jupalli Taruna Teja	Moraru Daniel
29	PLD法によるセラミックス薄膜の作製	光・ナノ物質機能	Sreerama Jhansi Lakshmi	脇谷 尚樹
30	ミルフィーユ型Mg合金におけるキンク構造の安定性と機械的強度	光・ナノ物質機能	村上 拓	藤間 信久

№	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
31	HAIにおけるエージェント認識解析プロジェクト	情報科学	坂本 孝丈	竹内 勇剛
32	時相認識論理のモデル論の構築	情報科学	矢崎 大志	鈴木 信行
33	素粒子論における多様な解析研究	情報科学	杉山 健斗	森田 健
34	STEM教育の欧米における実証的調査研究と日本でのモデル開発研究	情報科学	竹林 知大	熊野 善介
35	有限密度における量子色力学の研究	情報科学	松浦 夏穂	土屋 麻人
36	実環境応用のための音声情報処理技術の開発	情報科学	S M Raufun Nahar	甲斐 充彦
37	Computer Vision using Convolutional Neural Network	情報科学	Sultana Rebeka	大橋 剛介
38	安倍川・大井川流域におけるコミュニティの維持要因を解明するための質的資料分析	情報科学	伊東 さの子	藤本 穰彦
39	ユーザの利用環境に適応的な音情報処理に関する研究	情報科学	竹内 太法	立蔵 洋介
40	プラスチックリサイクルに関するリスク分析	情報科学	Suresh Pooja Pragati	前田 恭伸
41	Isogeometric Analysisの基礎・応用研究	情報科学	王 丹	三浦 憲二郎
42	超弦理論の行列模型の研究	情報科学	山代 和志	土屋 麻人
43	広域低速度無線通信とDTNを用いたセキュアな緊急情報配信技術の実証的研究	情報科学	加藤 新良太	石原 進
44	身体知覚におけるPostdictionの神経機序の解明	情報科学	吉岡 源太	宮崎 真
45	微生物生態系における動的平衡機構の解明	環境・エネルギーシステム	鈴木 研志	二又 裕之

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
46	サンゴの健康時・白化時における捕食機構の解明	環境・エネルギーシステム	Sangmanee Kanwara	藤原 健智
47	沿岸海洋における原生動物の動態と食物網における役割	環境・エネルギーシステム	Dinh Nhan Van	藤原 健智
48	サンゴの複合ストレス下における防御機構に関わる化学成分の研究	環境・エネルギーシステム	Thummasan Montaphat	藤原 健智
49	デュアルインバータによるオープンエンド巻線PMモータドライブに関する研究	環境・エネルギーシステム	大音 慶明	野口 敏彦
50	零相電流を用いた1自由度制御形磁気浮上モータの研究	環境・エネルギーシステム	藤井 勇介	朝間 淳一
51	Pore scale and volume average analysis of heat and fluid flow in solid/liquid phase change assisted with porous media	環境・エネルギーシステム	王 春陽	桑原 不二郎
52	気泡流多重スケールモデリング	環境・エネルギーシステム	楠野 宏明	真田 俊之
53	セルローズナノファイバーを利用した建築物の開口部の大幅な断熱を実現する技術開発・実証	環境・エネルギーシステム	Thirunavukarasu Devendran	島村 佳伸
54	草原地域における共存	環境・エネルギーシステム	Muhammad Almaududi Pulungan	守田 智
55	カルスト生態系における分光反射特性に関する研究	環境・エネルギーシステム	Huang Ke Chao	王 権
56	超硬合金の電解複合切削加工用工具の開発	環境・エネルギーシステム	王 思聰	早川 邦夫
57	二酸化炭素の触媒的変換システムの開拓	環境・エネルギーシステム	平田 望	福原 長寿
58	微細構造熱交換器の最適化	環境・エネルギーシステム	易 遠	桑原 不二郎
59	グラフェン複合材料の作製とスーパーキャパシタへの応用	環境・エネルギーシステム	Ma Jiao Jiao	孔 昌一
60	多孔質体内の乾燥過程のモデル化	環境・エネルギーシステム	鄭 子豪	桑原 不二郎

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
61	NiTi合金の切削加工に関する研究	環境・エネルギーシステム	楊 昊	早川 邦夫
62	異なるスケールでの植物生理と分光反射特性に関する研究	環境・エネルギーシステム	Song Guangman	王 権
63	摩擦かくはん接合における接合部強度の解明	環境・エネルギーシステム	Arunagiri Azhagar	早川 邦夫
64	微生物細胞における外環境適応プロセスの解明	環境・エネルギーシステム	本荘 雅宏	二又 裕之
65	環境ストレスがエピジェネティック作用に及ぼす影響に関する研究	バイオサイエンス	Sapon Md. Ashrafuzzaman	山内 清志
66	高免疫応答型多価ウイルス様粒子を用いた原虫感染症治療用ワクチン開発基盤技術の構築	バイオサイエンス	Noorhamizah Bt Suhaimi	朴 龍洙
67	DNA修復機構の解明	バイオサイエンス	小池 直暉	丑丸 敬史
68	遺伝子欠失マウスを用いた肝臓構築メカニズムに関する分子細胞生物学的研究	バイオサイエンス	福地 智一	塩尻 信義
69	カイコで発現したエンベロープ型ウイルス様粒子の効率的精製に関する研究	バイオサイエンス	Robert Minkner	朴 龍洙
70	コルジセピン生合成経路の解明	バイオサイエンス	Suparmin Ahmad	朴 龍洙
71	キノコからの機能性物質の発見	バイオサイエンス	Arif Yanuar Ridwan	河岸 洋和
72	フェアリーリングの形成の分子機構解明	バイオサイエンス	Irine Yunhafita Malya	河岸 洋和
73	サトイモの系統解析	バイオサイエンス	Chacuttayapong Wiluk	本橋 令子
74	チラコイド膜がプロトン濃度差を維持する仕組みの解明	バイオサイエンス	Egi Trytia Apdila	栗井 光一郎
75	放線菌の産生する抗生物質の研究	バイオサイエンス	Issara Kaweewan	小谷 真也

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
76	巨大リポソームの力学特性とその膜機能に対する効果の研究	バイオサイエンス	Samiron Kumar Saha	山崎 昌一
77	遺伝子変異メダカを用いたプロゲスチン膜受容体(mPR)の機能解析	バイオサイエンス	Naser Abdullah An	徳元 俊伸
78	抗菌ペプチドと生体膜の相互作用の研究	バイオサイエンス	Farzana Hossain	山崎 昌一
79	病原性ウイルスの高感度検出に関する研究	バイオサイエンス	Fahmida Nasrin Soma	朴 龍洙
80	内分泌かく乱化学物質の継代効果の実証とその原因の解明	バイオサイエンス	Rahaman Md Mostafizur	徳元 俊伸
81	白色腐朽菌を用いたバイオレメディエーション	バイオサイエンス	和栗 智治	平井 浩文
82	マウス新生仔の免疫機能発達における母乳中CCL25およびCCL28の役割に関する研究	バイオサイエンス	岩本 莉奈	茶山 和敏
83	ナノ素材を用いた高感度ウイルス検出技術の構築	バイオサイエンス	竹村 謙信	朴 龍洙
84	細胞透過ペプチドと生体膜の相互作用の研究	バイオサイエンス	Md. Hazrat Ali	山崎 昌一
85	ゲノム編集ゼブラフィッシュを用いた排卵誘導遺伝子の	バイオサイエンス	Md. Rezanujjaman	徳元 俊伸
86	毒キノコの毒物質の解明	バイオサイエンス	大場 由美子	河岸 洋和
87	カイコの発現システムを用いた一価および四価 Dengue 熱ウイルス様粒子の開発	バイオサイエンス	Doddy Irawan Setyo Utomo	朴 龍洙
88	種子発芽制御メカニズムの解明	バイオサイエンス	青柳 拓也	丑丸 敬史
89	フェアリー化合物の生合成経路解明	バイオサイエンス	竹村 太秀	河岸 洋和
90	ユニークなシアノバクテリアが有する2つの開環テトラピロール合成酵素の機能分化に関する解析	バイオサイエンス	三宅 敬太	成川 礼

#### (4)リサーチ・アシスタント(RA)後期採用一覧

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
1	ナノコンポジット熱電変換材料及び太陽電池材料の電子状態計算	光・ナノ物質機能	Singh Kamaljeet	下村 勝
2	マイクロプラズマドラッグデリバリーの可能性検証	光・ナノ物質機能	Yahaya Ahmad Guji	清水 一男
3	エネルギーデバイスへの応用を目的としたIV族半導体ナノ構造の作製	光・ナノ物質機能	Li Ye	立岡 浩一
4	Noncommutative quadric hypersurfaces	情報科学	Hu Haigang	毛利 出
5	日常のインタラクションにおける文化的ギャップの情報科学的解決	情報科学	王 斌宇	竹内 勇剛
6	マルチモーダル深層学習向けエッジAIの研究	情報科学	河合 孔明	峰野 博史
7	機械学習に関する研究	情報科学	Sendilkumaar Indrapriyadarsini	浅井 秀樹
8	分光反射に基づく生理特性の推定	環境・エネルギーシステム	Gan Yi	王 権
9	非対称巻線構造を有するベアリングレスモータの巻線統合化の研究	環境・エネルギーシステム	Swandahru Suryo Kumoro	朝間 淳一
10	ゼブラフィッシュプロテアソームの構造と機能の解析	バイオサイエンス	Ali Md Hasan	徳元 俊伸
11	Electrochemical platform utilizing nanocarrier for virus detection	バイオサイエンス	Indra Memdi Khoris	朴 龍洙
12	膜電位が膜物性やペプチド-膜相互作用に与える効果の研究	バイオサイエンス	Md. Masum Billah	山崎 昌一
13	種子発芽および初期成長におけるストレス耐性メカニズムの解明	バイオサイエンス	Khan Md Saiful Islam	木寄 暁子
14	Truncation of VP15 for functional domain identification and its interaction with DNA and the host factor gC1qR	ナノビジョン工学	Boonyakida Jirayu	朴 龍洙
15	脂肪酸不飽和化酵素DesCの種間による基質特異性差の解析	バイオサイエンス	Devi Bentia Effendi	栗井 光一郎

№	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
16	海藻の分泌する天然ホルモン活性物質の同定	バイオサイエンス	Acharjee Mrityunjoy	徳元 俊伸

## 7. 主催・共催シンポジウム等

### (1) The 16th International Conference on Quality in Research (QIR)

日時 令和元年7月 22 日～24 日  
場所 Pandang Convention Center インドネシア  
世話人 インドネシア大学  
分野 工学・情報系分野  
参加者 原和彦創造科学技術大学院長をはじめ、5名の教員、博士課程学生1名を含む、海外の教員・研究者、博士課程学生、企業の研究者・技術者など

### (2) 第 18 回インターアカデミア (Inter-Academia 2019) 国際会議

“The 18th International Conference on Global Research and Education”

日時 令和元年9月4日～7日  
場所 ブダペスト・バラトンフレド ハンガリー  
Danubius Hotel Gellert and Hotel Annabella Beach Resort Superior  
世話人 オブダ大学インターアカデミア実行委員会  
静岡大学インターアカデミア実行委員会  
分野 工学・情報系分野  
参加者 木村副学長、原和彦創造科学技術大学院長、三村秀典電子工学研究所長をはじめ、教員、博士課程・修士課程学生24名を含む、海外の教員・研究者、博士課程学生、企業の研究者・技術者など

### (3) “The 6th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2020(ISFAR-SU2020)～Joint International Workshops on Advanced Nanovision Science / Advanced Green Science / Promotion of Global Young Researchers, on the basis of Interdisciplinary Domain Researches～”

#### 国際シンポジウム

共催 創造科学技術大学院 電子工学研究所 グリーン科学技術研究所 超領域研究推進本部  
大学院光医工学研究科  
日時 令和2年3月5日  
場所 静岡大学 浜松キャンパス 共通講義棟  
世話人 超領域研究推進本部、電子工学研究所、グリーン科学研究所、創造科学技術大学院、大学院光医工学研究科が共催で開催する国際会議の実行委員会  
分野 イメージング、ナノマテリアル、情報科学、環境・エネルギー科学、グリーンバイオ科学、  
参加者 朴龍洙グリーン科学技術研究所長、三村秀典電子工学研究所長、原和彦創造科学技術大学院長および大学院光医工学研究科長、並びに教職員学生を含む133名の参加(うち海外からの参加9名)申し込みがあったが、新型コロナウイルス感染拡大の影響により開催を中止した。プロシーディングスに掲載の論文は既発表として扱うこととした。

## 8. 大学間交流協定等

- (1) モルドバ国立大学(モルドバ共和国)とのダブルディグリープログラム(DDP)覚書締結(令和元年8月29日)
- (2) ティラーズ大学(マレーシア)との博士課程サンドウィッチプログラム(DDSP)覚書締結(令和元年7月16日)
- (3) インド工科大学ハイデラバード校(インド)との博士課程サンドウィッチプログラム(DDSP)覚書締結(令和元年11月9日)

# 資 料 編

## 1. 入学状況

大学院自然科学系教育部

専攻名	区分	一般	社会人	私費留学生	国費留学生	合計
ナノビジョン工学	4月入学	1	0	0	0	1
	10月入学	0	0	0	6	6
	計	1	0	0	6	7
光・ナノ物質機能	4月入学	2	0	2	0	4
	10月入学	0	0	3	2	5
	計	2	0	5	2	9
情報科学	4月入学	3	6	0	0	9
	10月入学	1	2	3	0	6
	計	4	8	3	0	15
環境・エネルギーシステム	4月入学	2	1	2	0	5
	10月入学	0	0	2	1	3
	計	2	1	4	1	8
バイオサイエンス	4月入学	3	0	0	0	3
	10月入学	0	0	7	2	9
	計	3	0	7	2	12
合 計		12	9	19	11	51

## 2. 競争的資金獲得状況 (1) 科学研究費補助金

研究種目	研究代表者			交付(予定)額				研究課題名
	所 属	職 名	氏 名	平成31年度/令和元年度		令和2年度	令和3年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費	
新学術領域研究 (研究領域提案型)	グリーン科学技術研究所	教授	河岸 洋和	12,000,000	3,600,000	12,000,000	12,000,000	菌類が関わる共生・寄生における化学コミュニケーションの解明
新学術領域研究 (研究領域提案型)	グリーン科学技術研究所	教授	間瀬 暢之	1,800,000	540,000	0	0	特殊反応場における連続合成:マイクロウェーブ・フラインバブル・フロー手法の融合
新学術領域研究 (研究領域提案型)	工学部	准教授	鳴海 哲夫	3,100,000	930,000	3,100,000	0	ユビキチン鎖の空間配向制御を指向した非水解性アルケルケトン型ユビキチン結合等価体の創出
基盤研究(S)	電子工学研究所	教授	川人 祥二	34,400,000	10,320,000	34,100,000	30,100,000	超高速ハイブリッドカスケード光電荷変調による極限時間分解撮像デバイスと応用開拓
基盤研究(A)	情報学部	教授	大島 純	6,800,000	2,040,000	0	0	アクティブラーニングの形式的評価ツールの開発と検証
基盤研究(A)	電子工学研究所	教授	小野 行徳	3,300,000	990,000	0	0	シリコン中のドーパント原子を用いた単一フロン制御
基盤研究(A)	グリーン科学技術研究所	教授	朴 龍洙	7,400,000	2,220,000	0	0	高免疫応答型多価ウイルス様粒子を用いた原虫感染症治療用ワクチン開発基盤技術の構築
基盤研究(A)	工学部	准教授	松井 信	9,500,000	2,850,000	5,000,000	3,000,000	半導体レーザー維持プラズマの高効率化機構の解明と宇宙推進機への応用
基盤研究(A)	情報学部	教授	宮崎 真	13,000,000	3,900,000	8,600,000	7,100,000	複数の事前分布の学び分け:タイミング行動における神経基盤の解明
基盤研究(B)	グリーン科学技術研究所	教授	木村 浩之	2,100,000	630,000	0	0	地下圏微生物による窒素循環:付加体の地下水流動と微生物脱窒のリンケージ解明
基盤研究(B)	農学部	教授	王 権	1,700,000	510,000	0	0	分光反射によるキャパシター機能特性評価:フロンシヨナルバイオオゾゾグラフィイーへ
基盤研究(B)	情報学部	教授	峰野 博史	3,500,000	1,050,000	3,500,000	0	深層強化学習を用いたモバイルデータ3Dオフローディングの研究

研究種目	研究代表者			交付(予定)額					研究課題名
	所 属	職 名	氏 名	平成31年度/令和元年度		令和2年度	令和3年度		
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費		
基盤研究(B)	情報学部	准教授	木谷 友哉	2,900,000	870,000	2,800,000	0	地域型高精度測位インフラストラクチャの構築	
基盤研究(B)	工学部	教授	福原 長寿	3,200,000	960,000	0	0	産業排出CO2ガスの高度で高効率な資源変換を図る革新型触媒反応システムの開拓	
基盤研究(B)	理学部	教授	北村 晃寿	2,600,000	780,000	0	0	南海トラフ東部におけるレベル1.5地震・津波の実態解明	
基盤研究(B)	グリーン科学技術研究所	教授	小林 健二	2,800,000	840,000	0	0	ピリジルキヤピタンドとポルフィリンを鍵とする分子集合体が拓く機能創発	
基盤研究(B)	工学部	教授	平川 和貴	2,400,000	720,000	0	0	電子移動制御に基づく長波長応答性がん選別的光増感剤の創成	
基盤研究(B)	電子工学研究所	教授	岩田 太	2,400,000	720,000	0	0	ナノスケール微細加工および組成分析可能な大気圧プラズマ照射プローブ顕微鏡の開発	
基盤研究(B)	工学部	准教授	朝間 淳一	4,400,000	1,320,000	0	0	磁気浮上ベアリングレスモータの革新的インテグレーション化・高速化技術の確立	
基盤研究(B)	工学部	准教授	中村 篤志	4,300,000	1,290,000	0	0	再生可能な100万桁のダイナミックレンジを有するグラフエンプバイオFETの創製	
基盤研究(B)	理学部	教授	富田 誠	4,400,000	1,320,000	1,500,000	1,200,000	多段結合された共振器の中の速い光と遅い光、Goos-Hanchenシフト	
基盤研究(B)	電子工学研究所	准教授	香川 景一郎	2,700,000	810,000	3,200,000	0	マルチパワースキーマルチタップCMOSイメージセンサによる機能的生体イメージング	
基盤研究(B)	工学部	教授	前田 恭伸	2,700,000	810,000	2,600,000	2,500,000	ボラテニア参加機構を活用したボラテニア獲得のための情報システムの展開と拡張	
基盤研究(B)	電子工学研究所	教授	脇谷 尚樹	4,800,000	1,440,000	2,400,000	0	磁場印加PLDを用いた誘電体-磁性体複合薄膜における目的的分離の動力学	

研究種目	研究代表者			交付(予定)額				研究課題名
	所 属	職 名	氏 名	平成31年度/令和元年度		令和2年度	令和3年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費	
基盤研究(B)	グリーン科学技術研究所	教授	間瀬 暢之	2,400,000	720,000	2,500,000	0	フラインバブル有機合成の確立:日本で生まれた技術によるグリーンものづくりに向けて
基盤研究(B)	グリーン科学技術研究所	教授	原 正和	2,000,000	600,000	1,800,000	1,800,000	超低温保存が可能な種子における天然変性蛋白質の卓越した保護活性の分子機構
基盤研究(B)	農学部	教授	平井 浩文	3,000,000	900,000	3,100,000	0	新規白色腐朽菌の好気的水素産生メカニズムの解明
基盤研究(B)	農学部	教授	轟 泰司	2,700,000	810,000	2,800,000	2,200,000	新規アプシシン酸シグナル伝達機構の解明
基盤研究(B)	情報学部	教授	西垣 正勝	2,500,000	750,000	2,500,000	2,600,000	量子論的生体認証:生体情報の新たな物理的様相に踏み込む微細生体認証技術
基盤研究(B)	情報学部	教授	西村 雅史	3,400,000	1,020,000	2,700,000	2,400,000	多元的音情報に基づく口腔機能・摂食嚥下機能評価システムの開発と検証
基盤研究(B)	グリーン科学技術研究所	教授	二又 裕之	4,300,000	1,290,000	4,000,000	0	超効率的嫌気廃水処理を誘導する微生物電子共生系の解明
基盤研究(B)	情報学部	教授	大島 律子	5,900,000	1,770,000	3,000,000	2,200,000	自然言語処理と学習プロセスセンシングを用いた協調学習の形成的評価環境の構築
基盤研究(B)	理学部	講師	近田 拓未	5,700,000	1,710,000	3,900,000	3,700,000	核融合炉ブランケットにおける水素・腐食・照射相乗効果の解明と機能性材料設計
基盤研究(B)	創造科学技術大学院	教授	三浦 憲二郎	9,900,000	2,970,000	1,900,000	1,900,000	トリム曲面接続の理論解析と計測点群データからの高品質トリム曲面の生成
基盤研究(B)	工学部	教授	江上 力	3,300,000	990,000	2,800,000	2,700,000	DDSナノ微粒子薬物キャリア分光計測のための非線形共焦点顕微鏡システムの開発
基盤研究(B)	電子工学研究所	教授	橋口 原	5,900,000	1,770,000	2,600,000	1,400,000	High-Q・高帯電MEMS共振子を同調回路に用いた標準電波の電波発電技術

研究種目	研究代表者			交付(予定)額					研究課題名
	所 属	職 名	氏 名	平成31年度/令和元年度		令和2年度	令和3年度		
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費		
基盤研究(B)	電子工学研究所	准教授	小野 篤史	5,300,000	1,590,000	6,000,000	2,100,000	偏光場を活用したレーザー光還元法による超微細金属ナノ構造作製技術の開発	
基盤研究(B)	工学部	准教授	松田 靖弘	11,400,000	3,420,000	1,400,000	1,200,000	らせんの巻き戻しを積極的に利用した多重らせん多糖類の構造・物性制御	
基盤研究(B)	工学部	准教授	新谷 政己	5,500,000	1,650,000	4,200,000	3,700,000	細菌の多様性を生み出す遺伝子の伝播を真に担うプラスミドの同定とその伝播の実態解明	
基盤研究(B)	工学部	講師	田代 陽介	6,800,000	2,040,000	3,500,000	3,300,000	細菌-宿主細胞インターフェースにおける膜小胞を介した感染戦略の機構解明	
基盤研究(B)	電子工学研究所	教授	山崎 昌一	9,500,000	2,850,000	2,200,000	2,200,000	膜電位と張力が抗菌ペプチドや細胞透過ペプチドの機能に与える効果とメカニズムの解明	
基盤研究(B)	工学部	教授	石原 進	4,000,000	1,200,000	2,700,000	3,800,000	広域低速度無線通信とDTNを用いたセキユアな緊急情報配信技術の実証的研究	
基盤研究(B)	電子工学研究所	准教授	中野 貴之	6,900,000	2,070,000	3,400,000	3,200,000	BGaN半導体検出器を用いた熱中性子イメージングセンサーの開発	
挑戦的研究(開拓)	電子工学研究所	教授	小野 行徳	5,200,000	1,560,000	5,200,000	1,700,000	新原理エレクトロニクス創成に向けた電子系格子系・高速エネルギー変換技術の確立	
若手研究(A)	電子工学研究所	准教授	臼杵 深	1,900,000	570,000	0	0	生産・加工現場での高分解能観察を可能にする低コヒーレンス干渉型変調顕微鏡	
若手研究(A)	電子工学研究所	講師	堀 匡寛	1,100,000	330,000	0	0	単一界面欠陥のチャージボロピング過程を用いた2電子スピンの室温測定	
若手研究(A)	工学部	准教授	鳴海 哲夫	2,600,000	780,000	0	0	クロアルケン型ペプチド結合等価体を基盤とする実践的創薬研究	
若手研究(A)	情報学部	助教	石川 翔吾	4,600,000	1,380,000	4,200,000	0	根拠に基づく認知ケアを促すスキル伝承支援プラットフォームの構築	

研究種目	研究代表者				交付(予定)額					研究課題名
	所 属	職 名	氏 名	平成31年度/令和元年度	令和2年度		令和3年度			
					直接経費	間接経費	直接経費	直接経費		
特別研究員奨励費	自然科学系教育部	DC2	潤間 威史	700,000	0	0	0	0	0	駆動状態での美デバイス動作面の電子物性を評価可能なプローブ顕微鏡システムの開発
特別研究員奨励費	自然科学系教育部	DC1	伊藤 彰将	700,000	0	700,000	0	0	0	フェアリー化合物の菌類におけるホルモンとしての証明
特別研究員奨励費	自然科学系教育部	DC1	太田 考陽	700,000	0	700,000	0	0	0	脊椎動物進化に伴う肝臓構造変化の機構と生物学的意義解明に向けた比較分子形態学解析
特別研究員奨励費	自然科学系教育部	DC2	畠山 洸太	1,000,000	0	900,000	0	0	0	数値及び解析的手法による超弦の行列模型の研究
研究成果公開促進費	理学部	教授	丑丸 敬史	500,000	0	0	0	0	0	逆境にだって負けないぞ！ 飢餓を生き抜く細胞の知恵「オートファジー」の解析
基盤研究(B)	農学部	教授	本橋 令子	4,700,000	1,410,000	0	0	0	0	サトモ遺伝資源の分子遺伝学的解析・保全整備と耐病性育種素材の探索
基盤研究(C)	理学部	教授	田中 直樹	700,000	210,000	0	0	0	0	距離空間における微分方程式の適切性理論の構築ーベクトル空間の枠を超える挑戦ー
基盤研究(C)	理学部	教授	鈴木 信行	1,000,000	300,000	0	0	0	0	構成性を中間述語論理の観点から理解する
基盤研究(C)	工学部	准教授	小林 祐一	800,000	240,000	0	0	0	0	協働する人からの指摘・要望の自然言語表現を反映したロボットの状態識別・軌道生成法
基盤研究(C)	創造科学技術大学院	教授	藤原 健智	1,000,000	300,000	0	0	0	0	POD遺伝子をマーカーとする従属栄養硝化菌の検出法の開発と環境動態解析への適用
基盤研究(C)	理学部	准教授	矢永 誠人	800,000	240,000	0	0	0	0	実現可能な田畑土壌の除染ー セシウムをもってセシウムを制すー
基盤研究(C)	情報学部	准教授	永吉 実武	600,000	180,000	600,000	0	0	0	「失敗からの学び」の阻害要因の克服:日本のオーナー製造企業の研究

研究種目	研究代表者			交付(予定)額				研究課題名	
	所 属	職 名	氏 名	平成31年度/令和元年度		令和2年度			令和3年度
				直接経費	間接経費	直接経費	間接経費		直接経費
基盤研究(C)	工学部	教授	符 徳勝	700,000	210,000	0	0	超高感度新規焦電材料の開発	
基盤研究(C)	工学部	教授	下村 勝	1,000,000	300,000	0	0	シリコン表面上のアクティブ単分子素子の開発	
基盤研究(C)	工学部	教授	依田 秀実	600,000	180,000	0	0	新規なホウ素種/亜鉛交換反応を用いる環境調和型不斉スピロ環構築法の開発	
基盤研究(C)	工学部	教授	大岩 孝彰	500,000	150,000	0	0	追尾式レーザ干渉測長器による6自由度相対運動計測・補正に基づく超精密機械システム	
基盤研究(C)	工学部	准教授	MOBEDI Moghtada	400,000	120,000	0	0	An Innovative Technology for Enhancement of Heat Transfer : 3D Lattice Metal Frame Porous Media	
基盤研究(C)	電子工学研究所	准教授	根尾 陽一郎	600,000	180,000	0	0	プレバッチ電子線を用いたスミスパーセル超放射	
基盤研究(C)	工学部	教授	喜多 隆介	1,000,000	300,000	0	0	分子ドープリングを用いたナノ人工ピン制御による磁束捕捉特性解明と高機能超伝導膜実現	
基盤研究(C)	工学部	教授	立岡 浩一	900,000	270,000	0	0	新規ナノシート束の創生、構造制御とエネルギーデバイスへの応用	
基盤研究(C)	工学部	准教授	武田 正典	500,000	150,000	0	0	ジョセフソン接合を用いず極高感度化を実現する新奇超伝導磁束計の研究	
基盤研究(C)	創造科学技術大学院	教授	早川 邦夫	500,000	150,000	0	0	冷間鍛造部品の供用時強度評価シミュレーションの高精度化	
基盤研究(C)	理学部	教授	鈴木 雅一	1,300,000	390,000	0	0	スタウナギにおける脳下垂体-甲状腺系の分子機構および内分泌系遺伝子の包括的解析	
基盤研究(C)	理学部	教授	佐藤 慎一	900,000	270,000	1,000,000	0	人為的環境攪乱および自然災害に伴う底生動物群集の変化の長期的定点観測	

研究種目	研究代表者				交付(予定)額				研究課題名
	所 属	職 名	氏 名	平成31年度/令和元年度					
				直接経費	間接経費	令和2年度 直接経費	令和3年度 直接経費		
基盤研究(C)	農学部	准教授	大西 利幸	900,000	270,000	0	0	0	植物防御応答を司る「香り」の配糖化メカニズムの解明
基盤研究(C)	理学部	教授	浅芝 秀人	700,000	210,000	700,000	600,000	600,000	双圏論的被覆理論と導来同値分類
基盤研究(C)	理学部	准教授	保坂 哲也	300,000	90,000	500,000	300,000	300,000	群の作用する非正曲率空間および無限コクセター群と有限グラフの研究
基盤研究(C)	工学部	教授	守田 智	1,200,000	360,000	1,000,000	0	0	動的ネットワークの汎用モデルの構築とその一般理論
基盤研究(C)	理学部	准教授	海老原 孝雄	700,000	210,000	500,000	0	0	重い電子系物質の強磁場物性と微視的電子状態
基盤研究(C)	理学部	教授	三重野 哲	900,000	270,000	800,000	0	0	高温ガススプレーームの冷却過程で合成されるアミノ酸・有機分子の研究
基盤研究(C)	理学部	教授	土屋 麻人	700,000	210,000	700,000	0	0	解析および数値的手法による超弦の行列模型の研究
基盤研究(C)	理学部	教授	森下 祐一	1,200,000	360,000	500,000	0	0	金・白金族元素沈殿の成因解明—ナノレベル存在形態解明の新展開
基盤研究(C)	電子工学研究所	教授	原 和彦	800,000	240,000	800,000	0	0	六方晶窒化ホウ素のウェハ状大型単結晶を製作するための基本プロセスの開発
基盤研究(C)	情報学部	教授	佐治 斉	1,000,000	300,000	900,000	0	0	プローブカー情報とヘリコプロプター情報の統合による大規模災害時道路情報把握システム
基盤研究(C)	工学部	准教授	荻野 明久	900,000	270,000	700,000	0	0	層状半導体材料を用いた新規薄型光支援熱電子エミッタの開発
基盤研究(C)	教育学部	教授	板垣 秀幸	1,200,000	360,000	1,200,000	0	0	精妙なポリマーコンポジット作製方法の確立と機能発現

研究種目	研究代表者			交付(予定)額					研究課題名
	所 属	職 名	氏 名	平成31年度/令和元年度		令和2年度	令和3年度		
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費		
基盤研究(C)	理学部	教授	丑丸 敬史	900,000	270,000	900,000	0	栄養源飢餓後のオートファジーに必要な核小体・rDNAの核内再配置の解析	
基盤研究(C)	情報学部	講師	大木 哲史	900,000	270,000	700,000	600,000	未知の攻撃を検知するUnspoofable Biometricsの研究	
基盤研究(C)	工学部	准教授	甲斐 充彦	1,000,000	300,000	1,000,000	0	実環境音声認識のための深層学習と人手を併用する音声言語知識拡充フレームワーク	
基盤研究(C)	創造科学技術大学院	客員教授	秦中 啓一	900,000	270,000	1,000,000	0	格子ロトカポルテラ模型の生物・生態系への応用研究	
基盤研究(C)	情報学部	教授	酒井 三四郎	900,000	270,000	800,000	0	複数の診断機能により学習者に多面的な気づきを与えるモデルリング学習支援システム	
基盤研究(C)	電子工学研究所	准教授	庭山 雅嗣	900,000	270,000	800,000	700,000	新たな空間分解分光法による非接触・高速・定量的な血液動態イメージング法	
基盤研究(C)	工学部	教授	島村 佳伸	2,200,000	660,000	500,000	700,000	超音波疲労試験法を活用した炭素繊維強化エポキシ積層板の超高サイクル疲労特性の解明	
基盤研究(C)	工学部	准教授	真田 俊之	1,500,000	450,000	900,000	900,000	音波照射による微細孔への液体侵入促進および液置換・乾燥技術への展開	
基盤研究(C)	工学部	教授	桑原 不二朗	1,300,000	390,000	1,000,000	900,000	多孔質体理論に基づき、土砂災害発生モデルの提案	
基盤研究(C)	工学部	教授	和田 忠浩	1,600,000	480,000	800,000	500,000	低緯度地域における流星バースト通信実験に基づき通信性能の解明と通信路のモデル化	
基盤研究(C)	電子工学研究所	准教授	MORARU Daniel	1,900,000	570,000	900,000	500,000	Study of two-dimensional Si Esaki diodes at ultra-high doping with semimetal behavior	
基盤研究(C)	工学部	准教授	一ノ瀬 元喜	1,500,000	450,000	1,300,000	600,000	社会的ジレンマの変動に対応するクラウド型オンライン実験とエージェントモデルの融合	

研究種目	研究代表者			交付(予定)額				研究課題名
	所 属	職 名	氏 名	平成31年度/令和元年度		令和2年度	令和3年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費	
基盤研究(C)	電子工学研究所	教授	居波 涉	1,800,000	540,000	1,100,000	400,000	電子線励起超解像顕微鏡における蛍光薄膜の厚さの最適化とコントラスト増強
基盤研究(C)	工学部	教授	鳥居 肇	1,600,000	480,000	900,000	900,000	分子間相互作用の協奏による中距離的構造形成と分光学的検出可能性の理論解析
基盤研究(C)	農学部	教授	瀧川 雄一	600,000	180,000	700,000	700,000	植物病原性Pantoea属細菌の生態の解明
基盤研究(C)	農学部	助教	菌部 礼	1,300,000	390,000	1,100,000	900,000	機械学習を活用した分光反射特性からの茶樹生葉の品質・ストレス評価
基盤研究(C)	理学部	教授	塩尻 信義	1,100,000	330,000	1,400,000	800,000	脊椎動物における肝臓構築の多様性とその分子基盤に関する比較分子形態学的研究
基盤研究(C)	教育学部	准教授	雪田 聡	1,200,000	360,000	1,000,000	1,200,000	遺伝子改変両生類を用いた新たな骨リモデリング機序の解析方法の確立
基盤研究(C)	工学部	准教授	立蔵 洋介	1,400,000	420,000	1,000,000	1,000,000	音場の逆フィルタ処理において音響伝達特性の影響はどこまで補正されるべきか?
基盤研究(C)	情報学部	教授	小西 達裕	800,000	240,000	500,000	600,000	プログラミング演習における学習者の作業プロセスの分析に基づく学習教育支援システム
基盤研究(C)	情報学部	教授	杉山 岳弘	1,200,000	360,000	1,000,000	1,100,000	有形・無形の文化財情報を知識結合したマルチモーダル・データベースの構築
基盤研究(C)	情報学部	講師	山本 祐輔	800,000	240,000	900,000	0	自律的・能動的な情報信憑性判断力を高める情報インタラクション
挑戦的研究(萌芽)	農学部	准教授	平田 久笑	1,100,000	330,000	0	0	異種病原体の重複感染により劇症化する植物病の分子解剖
挑戦的研究(萌芽)	グリーン科学技術研究所	教授	木村 浩之	1,300,000	390,000	0	0	G+C含量の異なる16S rRNA遺伝子をもつ好塩性アーキアの温度適応メカニズム

研究種目	研究代表者			交付(予定)額				研究課題名
	所 属	職 名	氏 名	平成31年度/令和元年度		令和2年度	令和3年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費	
挑戦的研究(萌芽)	情報学部	准教授	狩野 芳伸	1,900,000	570,000	1,900,000	0	心理学的に妥当な自然言語処理システムによる会話の自然な「間」の自動生成
挑戦的研究(萌芽)	情報学部	教授	大島 律子	1,400,000	420,000	1,200,000	0	創造的問題解決におけるアイデアの有望性判断失敗メカニズムの解明
挑戦的研究(萌芽)	電子工学研究所	教授	川田 善正	2,100,000	630,000	0	0	単一イオンチャンネル観察のための電子線検出型イオンセンサーの開発
挑戦的研究(萌芽)	農学部	教授	平井 浩文	1,800,000	540,000	0	0	新規白色腐朽菌によるメタン・ブタノール産生経路の解明
挑戦的研究(萌芽)	イノベーション/社会連携推進機構	准教授	清水 一男	2,000,000	600,000	1,500,000	1,500,000	プラズマと静電気力による微粒子制御の検討
挑戦的研究(萌芽)	電子工学研究所	准教授	小野 篤史	3,300,000	990,000	1,600,000	0	光-電子結合系超解像イメージングデバイスの開発
挑戦的研究(萌芽)	電子工学研究所	教授	岩田 太	2,900,000	870,000	2,100,000	0	液中環境における表面電荷分布のナノスケール可視化プローブ顕微鏡の開発
挑戦的研究(萌芽)	グリーン科学技術研究所	教授	原 正和	2,000,000	600,000	1,500,000	1,500,000	植物の超低温生存力を支える蛋白質の機能を利用した革新的保存技術に関する研究
挑戦的研究(萌芽)	農学部	准教授	崔 宰熏	1,000,000	300,000	2,000,000	2,000,000	フェアリーリング病における子実体形成メカニズム解明
挑戦的研究(萌芽)	工学部	教授	福原 長寿	2,200,000	660,000	2,800,000	0	CO2を常温で大量にメタン変換する革新的な資源化反応場の創製
挑戦的研究(萌芽)	グリーン科学技術研究所	教授	二又 裕之	2,100,000	630,000	2,800,000	0	微生物生態系のシステム崩壊と再安定化機構の解明
国際共同研究加速基金(国際共同研究強化)	情報学部	教授	宮崎 真	12,000,000	3,600,000	0	0	運動特異性に応じた事前分布の学び分け:時間知覚におけるその一般性と神経基盤の検証

研究種目	研究代表者			交付(予定)額				研究課題名	
	所 属	職 名	氏 名	平成31年度/令和元年度		令和2年度			令和3年度
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費		直接経費
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (A))	電子工学研究所	准教授	臼杵 深	11,700,000	3,510,000	0	0	超高分解能観察の実現に向けた近接場光位相共役によるサブ波長ピッチ空間変調照明	
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (B))	創造科学技術大学院	特任教授	CASARETO Beatriz	5,200,000	1,560,000	5,200,000	0	Identifying "super corals" in Mauritius: what physiological factors promote high recovery after bleaching?	
若手研究(B)	工学部	准教授	二川 雅登	900,000	270,000	0	0	植物栽培培地内可視化のための小型かつ高性能な水分量・イオン濃度センサー研究開発	
若手研究	情報学部	助教	板口 典弘	1,200,000	360,000	0	0	身体行為における随意性と視覚の相互作用に関する認知神経心理学的検討	
若手研究	理学部	准教授	メリア デイエゴ	600,000	180,000	600,000	600,000	反復強制法の理論における新たな発展	
若手研究	農学部	准教授	藤本 穰彦	700,000	210,000	800,000	0	「農と食の地域自給圏」に関する農村社会開発手法の研究－「最も美しい村」の日仏比較	
若手研究	工学部	助教	劉 志	1,100,000	330,000	1,000,000	0	Error resilient virtual reality (VR) video streaming	
	合計127件			372,400,000	110,640,000	202,600,000	117,500,000		

## (2) 受託研究費

合計件数	当該年度の受入れ金額	直接経費	間接経費
52件	436,010,477 円	341,816,947 円	94,193,530 円

## (3) 民間等の共同研究

合計件数	当該年度の 受入れ金額	直接経費	一般管理費	共同研究員費	間接経費
179件	334,036,745 円	286,670,715 円	42,606,030 円	3,966,700 円	793,300 円

### 3. 学術論文・学会発表等

【教員構成員】

2019/10/1 教員名簿による

№	部門	教授	准教授	講師	助教	計
1	ナノビジョンサイエンス	16	11	1		28
2	オプトロニクスサイエンス	5	1			6
3	インフォマティクス	25	13	3	3	44
4	ナノマテリアル	12	7			19
5	エネルギーシステム	9	4			13
6	統合バイオサイエンス	17	11	3		31
7	環境サイエンス	12	2		1	15
8	ベーシック	16	6	3		25
	計	112	55	10	4	181

#### (1) 学術論文・著書等

令和2年3月31日現在

№	部門	教授	准教授	講師	助教	計
1	ナノビジョンサイエンス	94	36	3		133
2	オプトロニクスサイエンス	32	3			35
3	インフォマティクス	91	45	11	2	149
4	ナノマテリアル	42	11			53
5	エネルギーシステム	57	12			69
6	統合バイオサイエンス	80	24	13		117
7	環境サイエンス	54			10	64
8	ベーシック	24	13	6		43
	計	474	144	33	12	663

#### (2) 特許等

№	部門	教授	准教授	講師	助教	計
1	ナノビジョンサイエンス	8	7			15
2	オプトロニクスサイエンス					
3	インフォマティクス	5	1			6
4	ナノマテリアル	4				4
5	エネルギーシステム	2				2
6	統合バイオサイエンス	7				7
7	環境サイエンス	1				1
8	ベーシック	2		5		7
	計	29	8	5		42

## (3)国際会議発表件数

№	部門	教授	准教授	講師	助教	計
1	ナノビジョンサイエンス	118	50	1		169
2	オプトロニクスサイエンス	23	5			28
3	インフォマティクス	76	40	7		123
4	ナノマテリアル	25	16			41
5	エネルギーシステム	44	11			55
6	統合バイオサイエンス	47	15	7		69
7	環境サイエンス	6				6
8	ベーシック	25	4	14		43
	計	364	141	29		534

## (4)国内学会発表件数

№	部門	教授	准教授	講師	助教	計
1	ナノビジョンサイエンス	151	97	8		256
2	オプトロニクスサイエンス	23	5			28
3	インフォマティクス	207	96	19	1	323
4	ナノマテリアル	57	61			118
5	エネルギーシステム	55	17			72
6	統合バイオサイエンス	110	48	28		186
7	環境サイエンス	41	1		7	49
8	ベーシック	63	3	27		93
	計	707	328	82	8	1,125

## (5)招待講演件数

№	部門	教授	准教授	講師	助教	計
1	ナノビジョンサイエンス	45	13	3		61
2	オプトロニクスサイエンス	2				2
3	インフォマティクス	22	11			33
4	ナノマテリアル	12	10			22
5	エネルギーシステム	12	2			14
6	統合バイオサイエンス	15	7	5		27
7	環境サイエンス	7				7
8	ベーシック	13	4	5		22
	計	128	47	13		188

#### 4. 客員教授

部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Bottoni Paolo(59歳)  
現職 ローマ大学 准教授  
任期 平成30年4月1日～令和2年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Jenkin Michael(60歳)  
現職 ヨーク大学 教授  
任期 平成30年4月1日～令和2年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Kapralos Bill(46歳)  
現職 University of Ontario Institute of Technology 准教授  
任期 平成30年4月1日～令和2年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Erik Brundermann(53歳)  
現職 カールスルーエ工科大学 シンクロトロン放射光研究所 加速器研究科長  
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

部門 インフォマティクス部門  
氏名 飯田 一朗(64歳)  
現職 秋田県立大学システム科学技術学部電子情報システム学科 教授  
任期 平成30年4月1日～令和2年3月31日

部門 インフォマティクス部門  
氏名 山本 眞司(79歳)  
現職 なし  
任期 平成30年4月1日～令和2年3月31日

部門 インフォマティクス部門  
氏名 井上 友二(71歳)  
現職 のうえノバ株式会社 代表取締役社長  
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

部門 インフォマティクス部門  
氏名 石山 洸(37歳)  
現職 株式会社エクサウィザーズ 代表取締役社長  
任期 平成31年4月1日～令和2年3月31日

部門 インフォマティクス部門  
氏名 玉井 颯(64歳)  
現職 医療法人敦賀温泉病院 理事長 院長  
嶺南地区認知症疾患医療センター センター長  
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

部門 ナノマテリアル部門  
氏名 簗島 伸生(65歳)  
現職 浜松医科大学 副学長(研究担当)  
光先端医学教育研究センター長・光ゲノム医学研究室 教授  
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

部門 ナノマテリアル部門  
氏名 福田 敦夫(62歳)  
現職 浜松医科大学 神経生理学講座 教授  
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

部門 ナノマテリアル部門  
氏名 山本 清二(65歳)  
現職 浜松医科大学 理事(教育・産学連携担当)・副学長  
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

部門 ナノマテリアル部門  
氏名 今野 弘之(67歳)  
現職 浜松医科大学 学長  
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

部門 統合バイオサイエンス部門  
氏名 Susanne Baldermann(42歳)  
現職 ドイツライプニッツ研究所、ポツダム大学 准教授  
任期 平成30年4月1日～令和2年3月31日

部門 統合バイオサイエンス部門  
氏名 Li Shu Jie(59歳)

現職 南開大学 物理学科 教授  
任期 平成30年4月1日～令和2年3月31日

部門 統合バイオサイエンス部門  
氏名 Victor G.Levadny (73歳)  
現職 ロシア科学アカデミー 理論薬理学センター 上級研究員  
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

部門 統合バイオサイエンス部門  
氏名 Hermann Watzig (57歳)  
現職 ブラウンシュバイク工科大学 教授  
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

部門 環境サイエンス部門  
氏名 泰中 啓一 (70歳)  
現職 なし  
任期 平成30年4月1日～令和2年3月31日

部門 環境サイエンス部門  
氏名 大葉 英雄 (66歳)  
現職 なし  
任期 平成30年4月1日～令和2年3月31日

部門 ベーシック部門  
氏名 竹内 康博 (68歳)  
現職 青山学院大学理工学部 教授  
任期 平成30年4月1日～令和2年3月31日

部門 ベーシック部門  
氏名 後藤 基志 (51歳)  
現職 核融合化学研究所  
任期 平成30年4月1日～令和2年3月31日

部門 ベーシック部門  
氏名 増崎 貴 (52歳)  
現職 大学共同利用機関法人自然科学研究機構 核融合科学研究所 教授  
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

氏名 河合 文雄(69歳)  
現職 有限会社ホープ・マネジメント 代表取締役  
任期 平成30年8月1日～令和2年3月31日

# 教員索引

## あ

青木 徹	25
浅井 秀樹	68
浅芝 秀人	232
粟井 光一郎	188

## い

池田 浩也	27
石原 進	70
板垣 秀幸	234
坂口 典弘	118
一ノ瀬 元喜	102
猪川 洋	21
居波 涉	29

## う

丑丸 敬史	168
臼杵 深	104

## え

海老原 孝雄	253
--------	-----

## お

大岩 孝彰	148
大橋 剛介	72
大矢 恭久	255
岡田 令子	200
岡林 利明	236
沖田 善光	114
荻野 明久	41
奥谷 昌之	138
小野 篤史	43
小野 行徳	23

## か

甲斐 充彦	106
香川 景一郎	45
加藤 竜也	190
川人 祥二	31
川本 竜彦	211

## き

喜多 隆介	124
北村 晃寿	213
木村 浩之	209
木村 洋子	170
金原 和秀	215

## く

熊野 善介	74
桑原 義彦	76

## け

## こ

木寄 暁子	192
孔 昌一	150
光野 徹也	47
小谷 真也	194
小西 達裕	78
小林 健二	237
近藤 淳	126
近藤 満	239

## さ

佐治 斉	80
佐藤 慎一	217
真田 俊之	158

## し

塩尻 信義	172
島村 佳伸	152
清水 一男	62
新谷 政己	196

## す

杉浦 彰彦	82
杉山 岳弘	84
鈴木 信行	241
鈴木 久男	128

## せ

## そ

蘭部 礼	225
------	-----

## た

竹内 勇剛	86
竹之内 裕文	174
田代 陽介	202
立岡 浩一	130
田中 直樹	243

## ち

近田 拓未	259
-------	-----

つ

塚越 哲 .....219  
土屋 麻人 .....245

て

と

徳元 俊伸 .....166  
轟 泰司 .....176  
富田 誠 .....247  
富田 因則 .....178  
トリパティ サロジ ..... 48

な

中野 貴之 ..... 50  
中村 篤志 .....140  
永吉 実武 .....108  
成川 礼 .....204  
鳴海 哲夫 .....142

に

西垣 正勝 ..... 88  
西村 雅史 ..... 90  
庭山 雅嗣 .....110

ぬ

ね

根尾 陽一郎 ..... 52

の

能見 公博 ..... 92

は

朴 龍洙 .....180  
橋口 原 ..... 33  
早川 邦夫 .....154  
原 和彦 ..... 19  
原 正和 .....164

ひ

平井 浩文 .....182  
平川 和貴 .....132  
廣本 宣久 ..... 35

ふ

福田 直樹 .....112

福田 充宏 .....156  
藤間 信久 .....134

へ

ほ

堀 匡寛 ..... 56

ま

前田 恭伸 ..... 94  
間瀬 暢之 .....122  
松井 信 .....160  
松田 靖弘 .....144

み

三浦 憲二郎 ..... 66  
三重野 哲 .....230  
ミゼイクス ビガンタス ..... 37  
道下 幸志 ..... 96  
峰野 博史 ..... 98  
三村 秀典 ..... 39  
宮崎 佳典 .....100

む

め

メヒア デイエゴ .....257

も

毛利 出 .....249  
森田 健 .....261  
森田 達也 .....184  
守谷 誠 .....263

や

山崎 昌一 .....186  
山本 祐輔 .....116

ゆ

雪田 聡 .....198

よ

吉村 仁 .....221  
依田 秀実 .....251

ら

り

李 洪 譜 ..... 60

る

れ

ろ

わ

脇 谷 尚 樹 .....136  
渡 邊 実 ..... 54  
王 権 .....223

静岡大学創造科学技術大学院  
教育研究活動報告書

第 14 号

---

	静岡大学創造科学技術大学院
発 行 者	原 和 彦
	432-8011 浜松市中区城北三丁目 5 番 1 号 TEL(053)478-1350(直通)
制 作	株式会社 アドットワークス
	430-0941 浜松市中区山下町2番地1 3F TEL(053)479-0047(代)

---

令和3年12月20日発行



静岡大学