

教育研究活動報告書

第13号

Annual report 2018

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	12
(4) 環境・エネルギーシステム専攻	14
(5) バイオサイエンス専攻	16
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	18
・教員別活動報告	20
(2) オプトロニクスサイエンス部門	
・部門活動報告	59
・教員別活動報告	62
(3) インフォマティクス部門	
・部門活動報告	78
・教員別活動報告	81
(4) ナノマテリアル部門	
・部門活動報告	136
・教員別活動報告	138
(5) エネルギーシステム部門	
・部門活動報告	166
・教員別活動報告	168
(6) 統合バイオサイエンス部門	
・部門活動報告	184
・教員別活動報告	186
(7) 環境サイエンス部門	
・部門活動報告	226
・教員別活動報告	228
(8) ベーシック部門	
・部門活動報告	250
・教員別活動報告	254
5. 特別教育研究経費等	294
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	296
(2) 英語論文投稿支援申請一覧	299
(3) 国際会議発表支援申請一覧	305
(4) リサーチ・アシスタント（RA）採用一覧	308
7. 主催・共催シンポジウム等	315
8. 大学間交流協定等	317

資料編

1. 入学状況	319
2. 競争的資金獲得状況	
(1) 科学研究費補助金	320
(2) 受託研究費	330
(3) 民間との共同研究	330
3. 学術論文・学会発表等	
教員構成員	331
(1) 学術論文・著書等	331
(2) 特許等	331
(3) 国際会議発表件数	332
(4) 国内学会発表件数	332
(5) 招待講演件数	332
4. 客員教授	333

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480名(うち、論文博士10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13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。

また、平成30年4月には、光・電子工学と光医学を融合させた「光医工学」分野を教育・研究を行う「共同教育課程(博士課程)光医工学共同専攻」を浜松医科大学と共に開設しました。この共同専攻は、本学では光医工学研究科に置かれていますが、本大学院の多くの教員が教育研究に携わっています。本共同専攻の構想は、本大学院の前身である電子科学研究科大学院において、浜松医科大学より医工学講座に教員ポストの提供と支援を受けて連携してきた伝統を踏まえたものとも言えます。

以上に述べましたようなこれまでに積み重ねてきた活動実績を引継ぎ、今後も教育プログラムの充実、学生に対する支援の強化を進めるとともに、産業界、海外、社会に対してこれまで以上にわかりやすく魅力ある情報を発信し、国際社会や地域社会の期待に応えることのできる人材の育成に取り組んでまいります。

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13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。

【平成30年度教育活動実績】

以下に、平成30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、平成30年度博士学位取得者49名(うち、9月期課程博23名、3月期課程博士25名、論文博士1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470名、論文博士は10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、本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。これら加えて、今年度は、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ました。

(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。

(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、平成30年9月に4

名および平成 31 年 3 月に 8 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 5 名(平成 31 年 3 月末までの総計 40 名)、学位を取得した DDP 学生は 6 名(同総計 25 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、もっとも高い S 評価を得ることができました。昨年度、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 25 名に授与しました。

(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

昨年度に引き続き機能強化経費(機能強化促進分)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、研究部報告 3. (3)の国際シンポジウムを開催しました。

(9) 協定大学との国際会議開催

・Inter-Academia

2018 年 9 月 24~27 日の期間で、中東欧の協定校との国際会議第 17 回 International Conference on Global Research and Education (Inter-Academia 2018)を、リトアニアのカウナス工科大学で開催しました。同会議には 13 か国から 86 名が集まり、本学からは 21 名の教職員、8 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 90 件の口頭・ポスターによる研究発表、21 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 3 名が選ばれました。

・The 4th International Conference on Nano Electronics Research and Education(ICNERE2018)

本学とインドネシア大学との DDP 協定をベースに広義のナノエレクトロニクスに関わる研究と教育をテーマとした国際会議で、本学とインドネシア大学の共催で、偶数年に開催している国際会議です。本年度は、電子工学研究所の高柳健次郎メモリアルシンポジウムとの共同会議として、2018 年 11 月 27 日から 3 日の期間で、浜松キャンパスで開催されました。会議には、インドネシア本学から 19 名の参加者を含む、298 名の教員と大学院生が参加し、研究発表を行うと共に、両大の交流に関する情報・意見交換を行いました。

・The 5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology(ICONN2019)

SRM 科学技術大学主催で 2013 年から隔年開催している国際会議で、本学が共催しています。本年度は、2019 年 1 月 28 日から 3 日間、SRM 科学技術大学(チェンナイ、インド)で開催されました。本学からは 16 名の教員と 6 名の大学院生が参加し、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しました。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 7 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質的量的に充実させるための活動に取り組んで参ります。質的な観点では、学生の進捗管理への組織的な対応、国際的な協働教育体制を基盤とする留学生指導の促進などを検討します。また、量的な観点では、引き続き修士課程学生への十分な情報提供による優秀な ABP 修士学生を含む修士課程からの進学者、および国際交流活動に基づく DDP 学生を含む留学生の入学者の増加を図ります。以上のような教育・研究の改善を通して、社会の要請に応えるべく国際的に評価される博士人材の育成を目指す所存であります。

(2) 創造科学技術研究部

創造科学技術研究部長 齋藤 隆之

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 8 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。

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、個々の教員にあっ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. 平成 30 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) 機能強化経費(機能強化促進分)

概算要求として本大学院から申請し採択された下記の教育・研究推進事業を推進した。

- ・「超領域分野における国際的若手人材育成プログラム」(平成 26～30 年度、30 年度 学長戦略運営経費(機能強化経費大学支援分)13,057 千円、機能強化経費(機能強化促進分)1,253 千円)

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事業を推進した。今年度は、国際会議・シンポジウム開催の他、10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 29 名、招聘 38 名を実施した。

また今年度、本大学院が関係して締結された大学間交流協定が 5 件(インド国立薬科教育研究院(インド)、ヤシ農業科学獣医学大学(ルーマニア)、マラヤ大学(マレーシア)、バングラデシュ農業大学(バングラデシュ)、忠南大学校(韓国))あり、今後さらに教育研究の国際化の充実を図る。

(2) 国際会議録の発行

2018年9月24～27日の期間でロシアのカウナス工科大学で開催した、中東欧の協定校との国際会議第17回 International Conference on Global Research and Education (Inter-Academia 2018)の成果として、Recent Advances in Technology Research and Education, Proceedings of the 16th International Conference on Global Research and Education Inter-Academia 2018 (全299ページ)をSpringerから発行した。

(3) 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、グリーン科学技術研究所および創造科学技術大学院、加えて日本と世界が直面する解決困難な課題に全学で取り組んでいる超領域研究推進本部が、共同して国際シンポジウム「The 5th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2019 ~Joint International Workshops on Advanced Nanovision Science / Advanced Green Science / Promotion of Global Young Researchers, on the basis of Interdisciplinary Domain Researches~」を、平成31年3月6日静岡キャンパス農学総合棟にて開催した。本国際シンポジウムは、今回が5回目で、「静岡大学における研究の将来ビジョンとグローバル化ならびに次世代を担う研究者の育成」を共通のテーマとし、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、創造科学技術大学院の「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、浜松キャンパスで開催した。国内外の研究者と学生が研究分野の枠を自発的に超えて活発な研究交流と学生交流が促され、多くの意見交換が行われた。(参加者合計166名、内、海外招聘14名、国内招聘2名)。また、静岡大学が科学技術振興機構(JST)「グローバルサイエンスキャンパス」の委託事業として運営する「未来の科学者養成スクール」を受講中の高校生3名も、今回初めてポスター発表に参加し、これまでの研究成果を英語で発表した。終了時には、本大学院生6名を含む8名の学生は、ポスター発表優秀賞が贈呈された。

(4) 産学官連携による新たな国際化の取組

本学の研究と博士課程学生の教育を牽引している本大学院、電子工学研究所、グリーン科学技術研究所の3部局ならびに工学研究科と情報科学研究科が連携し、地方自治体(静岡県と浜松市)、地域産業界(ヤマハ発動機、スズキ)による産学官連携を基盤として、インド工科大学ハイデラバードとの国際連携を、外務省とJICAの協力を得て進め、昨年度IITHコンソーシアムのメンバーに加わった。今年度も、IITHアカデミックフェアに参加するなど、連携の強化を図った。

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) ナビジョン工学専攻

専攻長 猪川 洋

1. 教育目標

ナ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、ナビジョンサイエンス部門 25 名、オプトロニクスサイエンス部門 1 名の計 26 名である。

3. 教育プログラムと今年度の実績

① T 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。

② Monday 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 383 回～第 408 回の 26 回実施した。うち学生発表数 14 名、教員発表数 10 名、その他 2 名である。参加者数は、のべ 397 名、平均 15.3 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。今年度は、平成 30 年 9 月 3 日と平成 31 年 3 月 4 日に実施し、それぞれ 4 名と 2 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 12 ヶ国の 13 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 17 回 iA は、平成 30 年 9 月 24 日～27 日、リトアニア、カウナス工科大学で開催され、13 ヶ国から 86 名が参加した。日本からも 29 名が参加した。

(2) インドネシア大学と本学が中心となって、アジアの国を含めエレクトロニクス分野の教育・研究協力、交流を進めている ICNERE の第 4 回が平成 30 年 11 月 28, 29 日に、静岡大学で開催された。インドネシアから 18 名の参加があり、27 件の一般講演と 42 件のポスター講演が行われた。また、インドネシ

ア大学主催の第16回 QiR は平成31年7月22日～24日、インドネシアのパダンで開催予定であり、静岡大学より教員・学生が参加する見込みである。

(3) 協定校で DDP 覚書も交わしているスリ・ラマサミー・メモリアル大学主催の第5回 ICONN が平成31年1月28日～30日、インドのチェンナイで開催され、静岡大学より教員18名、学生6名が参加した。

⑤入学定員の変更

光医工学共同専攻を設置した関係で、従来13名であった定員が本年度より10名となった。4月に社会人2名、10月に一般1名、外国人留学生7名が入学しており、定員は充足している。

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。平成30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15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本専攻での受入学生は、平成30年度10月に入学した2名を加え、計22名になった。このうち、16名が学位を取得している。

(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。新しい優先配置国費留学生が平成30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、今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。平成30年9月の課程博士取得者は5名、平成31年3月の博士取得者は6名(うち論文博士1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、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年生から博士1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(2018/3/2-23)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17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 下村 勝

1. 教育目標

物質のナノ空間での機能制御及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。平成 30 年度は、20th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium and 4th International Conference on Nano Electronics Research Education (ICNERE 2018)などを特別講義の対象とした。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は継続している。

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することが決定した。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た。本年度は、2018 年 9 月 10 日、及び 2019 年 3 月 4 日に、専攻としての中間発表会を実施した。都合によりこの発表会に参加できなかった場合には、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に変更された。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予想される。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

- Sridevi Meenachisundaram, ISAF-FMA-AMF-AMEC-PFM (IFAAP) Joint Conference (IFAAP2018), Student Poster, Bronze Prize (2018.5).
- 潤間 威史, 平成 30 年電気学会 産業応用部門大会, YPC 優秀発表賞 (2018.8)
- 喜屋武 龍二, 日本病院薬剤師会東海ブロック・日本薬学会東海支部 合同学術大会 2018, ベストプレ

ゼンテーション賞 (2018.11) .

- Affiff Adnan Fatahillah, The 20th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium, The 4th ICNERE joint Symposium, Best Presentation Award for Young Researcher (2018.11).
- Rengarajan Abinaya, The 20th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium, The 4th ICNERE joint Symposium, Best Presentation Award for Young Researcher (2018.11).
- Rengarajan Abinaya, International Conference on Nanoscience and Nanotechnology 2019 (ICONN-2019), Best Oral Presentation (2019. 1).
- Rengarajan Abinaya, International Conference on Nanoscience and Nanotechnology 2019 (ICONN-2019), Best Poster Presentation (2019. 1).
- Prabhudesai Gaurang Pramod, The 5th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2019, Best Presentation Award (2019. 3).
- Rengarajan Abinaya, 静岡大学創造科学技術大学院長表彰 (2019. 3).
- 大木 結以, 日揮・実吉奨学会, 給与奨学金制度採用 (2018 年度).

(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、自然言語処理、デジタル情報伝送システム、情報ネットワーク、ヒューマンインターフェース、モバイル・ユビキタスコンピューティング、情報セキュリティ、CG、データベース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、さらに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. 日時:4月17日(火)14:45～15:45

会場:情22教室(浜松キャンパス 情報学部棟2号館2階)

講師:三橋力麻 様(日本銀行 金融機構局 考查企画課)

講演題目:サイバーセキュリティに関する金融機関の対応と、
その改善に向けた日本銀行の取り組み

2. 日時:3月5日(水)14:30～14:55

会場:Room 306, Agriculture Building

講師: Hiroaki Date (Hokkaido University)

講演題目:High-quality 3D scan data generation using multiple scanning systems

3. 日時:3月5日(水)14:55～15:20
会場:Room 306, Agriculture Building
講師: R.U. Gobithaasan (University Malaysia Terengganu)
講演題目:Optimal Path Smoothing with Log-Aesthetic Curves based on Shortest Distance, Minimum Bending Energy and Curvature Variation Energy

4. 日時:3月22日(金)15:00～16:30
会場:情23教室(浜松キャンパス 情報学部棟2号館2階)
講師:井上友二 様(トヨタIT開発センター、創造大学院客員教授)
講演題目:平成30年間の産業大変化

5. 日時:3月22日(金)16:00～16:30
会場:情23教室(浜松キャンパス 情報学部棟2号館2階)
講師:大久保一彦 様(NTTセキュアプラットフォーム研究所)
講演題目: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

6. 日時:3月25日(月)14:00～15:00
会場:共11教室(浜松キャンパス共通講義棟1階)
講師:飯田一朗 様(秋田県立大学教授、創造大学院客員教授)
講演題目:サイバー・フィジカルシステム

(4)環境・エネルギーシステム専攻

専攻長 吉村 仁

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て、ものごとを全体的・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きた。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。

環境・エネルギーシステム専攻では、「エネルギー環境論」、「自然環境論」、「環境適合プロセス論」、「生産システム論」、「生命・環境・科学論」、「気候変動と炭素循環論」、「海洋生態系論」、「環境分析論」、「リモートセンシング論」、「物質循環環境論」、「地球内部環境論」、「生物多様性環境論」、「地球環境システム工学」、「乾燥地生態系論」などの講義を主に英語で開講した。また、創造科学技術大学院の環境・エネルギーシステム専攻が主体となり、平成 28 年度から続いて新「環境リーダープログラム」(平成 30 年度)も実施を継続した。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ものである。このプログラムに対応するために、「気候変動と炭素循環論」、「海洋生態系論」、「環境分析論」を英語で開講した。

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、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る。本年度も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、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。本専攻では、環境リーダープログラムにより、これらのトピックにおける人材育成をめざしている。

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。また、森林など自然生態系と人間活動の調和を求めた調和型の自然環境管理のサイエンスを学ばせる。さらに、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、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。浜松キャンパス(エネルギーシステム部門)では、優先配置により学生の人材育成を促進している。

2. 特記事項

平成 30 年度以降に環境マイスタープログラムを継続するために、現在、その詳細を創造科学技術大学院および全学の委員会において審議中である。このプログラムでは、現在実施されているアジアブリッジプログラム(修士課程の留学生の援助プログラム)の修了生の博士進学を受け皿としても重要な役割を果たす目的を兼ねている。また、現在、平成 31 年度以降への継続プログラムのために環境・サステナビリティ推進教育・研究推進センター(仮称)および環境・サステナビリティの修士・博士5年一貫のコース(案)を創造科学技術大学院のメンバーも加わった全学の委員会において審議している。博士課程では、現環境リーダープログラムの後継として、3年間の環境・サステナビリティ専攻の設置案を策定している。

3. 受賞・表彰・報道など

1. 平成 30 年 4 月 28 日北村教授らの日本地球惑星科学連合(JpGU)の国際誌「Progress in Earth and Planetary Science (PEPS)」に掲載された共著論文「The Pliocene to recent history of the Kuroshio and Tsushima Currents: a multi-proxy approach」が「The Most Cited Paper Awards 2018」を受賞した。
2. 北村教授らの「過去の南海トラフの地震に起因する御前崎で発見した隆起貝層の確認」の発表(日本地球惑星科学連合大会)が静岡新聞に掲載された(2018 年 5 月 22 日)。
3. 木村浩之教授が、平成 30 年 7 月 13 日に第 4 回日本微生物生態学会奨励賞を受賞した。
4. 福原研究室の博士 1 年の平田望さんが触媒学会若手会「夏の研修会」でポスター発表を行ない、ポスター発表賞第一位を受賞した(平成 30 年 8 月 1-3 日)。
5. 野口研究室の鈴木英紀さんが横浜国立大学で開催された電気学会産業応用部門大会で発表したポスター論文でYPC(ヤングエンジニアポスターコンペティション)優秀発表賞を受賞した(平成 30 年 8 月 28-29 日)。
6. 木村研究室の次世代水素エネルギー生産についての記事が日本経済新聞に掲載された(平成 30 年 09 月 05 日)。
7. 大岩研究室の修士1年の青山京太郎さんが関西大学にて開催された日本機械学会年次大会機素潤滑設計部門卒業研究コンテストにおいて最優秀発表として表彰された(平成 30 年 9 月 10 日)。
8. 基調講演(招待):「素数ゼミの謎からデータ解析へ」を吉村教授が日本ソーシャルデータサイエンス学会第5回シンポジウム、2019.3.2(土)13:30-14:15、キャンパスイノベーションセンター東京(CIC)国際会議場(東京都港区)にておこなった。
9. 吉村教授が下野新聞の取材を受けて、3連載の記事「大発生の謎数字で解析」(平成 31 年 2 月 19 日)、「“興味を持つ力”が大切」(平成 31 年 2 月 26 日)、「疑問を持って考えよう」(平成 31 年 3 月 5 日)で掲載された。
10. 木村浩之研究室のメタン・水素ガス生成用バイオリアクターの現場実証試験についての記事が、平成 31 年 3 月 9 日(土)の日本経済新聞朝刊 35 面に掲載された。

(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23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5回国際シンポジウム 2019 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、平成31年3月6日に静岡大学静岡キャンパス農学部棟で開催された。フランス、ルーマニア、カナダから各1名、アジアの5ヶ国から10名と日本国内の大学や機関から研究者2名を招き、海外からの大学院生、教職員学生を含む合計166名が参加した。最初に韓国の忠南大学校(Chungnam National University, Korea)のChan Yong Lee 学部長と本学の石井学長との大学間協定の調印式、バングラデシュ米研究所(Bangladesh Rice Research Institute, Bangladesh)のMd. Shahjahan Kabir Director とグリーン科学技術研究所の朴所長との部局間協定の調印式が執り行われた。

その後、忠南大学校(Chungnam National University, Korea)のChan Yong Lee 学部長、ルーマニアのアレクサンドル・ヨアン・クザ大学(Al. I. Cuza University, Romania)のDumitru Luca 教授とバングラデシュ米研究所(Bangladesh Rice Research Institute, Bangladesh)のMd. Shahjahan Kabir Director の3名が基調講演を行い、その後2つの会場で、国内外の12名の招待講演者による発表を行った。さらに若手研究者・学生計58名がポスター発表を行って日ごろの研究の成果を披露し、活発な討論が行われた。また、今回は静岡大学の未来の科学者養成スクール(FSS)からの要請を受けて高校生によるポスター発表も同時に行った。3名の高校生が英語のポスターを準備し、英語での発表に挑戦した。高校生にとっては貴重な経験になったものと思われる。今後もこのような機会があれば発表の場を提供すべきかと思われる。この高校生3名を含め国内外の研究者と学生が研究分野の枠を自発的に超えて活発な研究交流と学生交流が促され、多くの意見交換が行われた。

これに先立つ平成30年12月3日に「第12回超領域研究会」を静岡大学静岡キャンパスの農学総合

棟大会議室において開催した。今回の研究会では、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)の研究発表の他、静岡県立大学薬学研究院から 3 名の講師を招いて講演をしていただいた。バイオサイエンス分野でもグリーン研の二又教授をはじめとした発表があり、活発な討論がなされた。

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 猪川 洋

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級に取り組んでいる。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 25 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通りである。

- ◎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
- ・青木 徹：センシングをベースとした放射線情報学
- ・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：量子井戸・ナノ構造の作製とデバイス応用
- ・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
- ・小野行徳：ナノスケール・原子スケールデバイスの研究
- ・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：光ナノサイエンス
- ・川人祥二：機能集積イメージングデバイス
- ・佐々木哲朗：テラヘルツレーザー分光スペクトル測定とその応用
- ・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：ナノテクノロジーを用いた新規デバイスの開発
- ・居波 涉：電子線励起アシスト超解像顕微鏡の開発
- ・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の応用
- ・武田正典：テラヘルツ帯における分光技術及び超伝導検出デバイスの開発

- ・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
- ・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
- ・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 2018年度分データから抜粋。

(1) 国際会議招待講演 78 件

- ・池田浩也 : "Microscopic Seebeck-coefficient evaluation for thermoelectric nanomaterials" 10th Int. Conf. on Processing & Manufacturing of Advanced Materials Processing, Fabrication, Properties, Applications (THERMEC2018), Paris, France.
- ・川人祥二 : "Hybrid Time-of-Flight Range Image Sensors Using High-Speed Multiple-Tap Charge Modulation Pixels" The 25th International Display Workshops (IDW'18), Nagoya, Japan.
- ・ミゼイキス ビガンタス : "Fabrication of optical field concentrator structures using direct laser write technique" Pacific Rim Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO-PR) 2018, Hong Kong, China.
- ・小野 篤史 : "Nanofabrication for metallic structures by femtosecond laser-induced photoreduction" 11th Int. Conf. on Photo-Excited Processes and Applications, Vilnius, Lithuania.
- ・三村秀典 : "Radiation tolerant image sensors using a field emitter array" SPIE Defense + Commercial Sensing, Orlando, Florida, US.

など

(2) 授賞(指導学生の授賞を含む) 20 件

- ・橋口 原 : 受賞(全国) マイクロ・ナノ工学部門 部門賞 研究功績賞、日本機械学会
- ・三村秀典 : 名誉会員(国際) アカデミオブサイエンス モルドバ共和国
- ・小野 篤史 : 受賞(全国) 第25回コニカミノルタ画像科学奨励賞(優秀賞)、コニカミノルタ科学技術振興財団

など

(3) 新聞報道等 18 件

- ・青木 徹 : 静大発ベンチャーANSeeN 高解像度の X 線センサー 開発資金3億円調達, 2018.11.21, 日経新聞朝刊 39 面
 - ・小野 行徳 : コンピューターの消費電力 素子構造工夫 1/10 に, 2018.12.19, 日経新聞朝刊 39 面
 - ・川人祥二 : 非接触心拍センサーから 7nm プロセスまで、VLSI の今, 2018.04.18, EE Times Japan
- 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 D1)
修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)
特別研究学生：1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ンクスなど、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 MoS₂ 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¹⁾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、BCl₃ と NH₃ 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。これまでの研究から、膜質の向上を阻害する無配向グレインの形成には原料ガス間の気相反応は関わっていると推測されている。その抑制のため、従来の周囲加熱型から周囲・局所加熱併用型の基板加熱方式に CVD 装置を改造し、雰囲気ガス温度の低下を通じた気相反応の抑制、および残留不純物の低減に効果があることを示した。

(2) Ga 蒸気を用いる CVD による GaN 薄膜の成長

GaN 薄膜の成長法として、固体の副生成物を生じない Ga 蒸気と NH₃ ガスとの反応を用いる CVD に着目し、成長の高速化による GaN 基板製造法の開発を目指している。これまでに、c 面サファイア基板上に膜状の結晶を成長する上で、Ga 蒸気中での熱処理により膜の平坦性、結晶性、発光特性が改善されることが明らかし、低温バッファ層を導入することなく膜を平坦化できる可能性を示した。今年度は、膜質の向上と成膜の高速化を図るため、原料供給方法を改善しより精密な反応の制御を可能とした。この装置構成により、NH₃ 流量比を下げることにより、クラックの少ない平坦な膜を形成できることを示した。

【 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、気相反応の抑制が結晶性向上につながることから、この課題を根本的に解決するための新たな反応部を設計・作製する。これにより、資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。GaN 薄膜成長については、得られた平坦な膜をテンプレートとして、高速で GaN 層を成長する 2 段階成長法の開発を目指す。

【 学術論文・著書 】

- 1) 渡井, 大城, 小野田, 楠原, 原, 小南, 「ZnMgO 薄膜のミスト CVD における原料の比較」, 電子情報通信学会技術研究報告, EID2018-9, p. 65 (2019)

【 国際会議発表件数 】

- ・ The 3rd International Conference on Physics of 2D Crystals, Malta, 2018 年 4 月 29 日 - 5 月 2 日
他 1 1 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 8 件

【 招待講演件数 】

共著 2 件

ナノデバイスを用いた回路・システム集積化

兼任・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：エラマーアラン・ドゥガーデービー (D3、国費)、ナガラジャン・アニタラジ (D2、国費)、マニバンナン・レバティ (D1、国費)

修士課程：M2 (3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光入射方向検出機能を、検出感度における偏光角依存性と入射角依存性を空間パターンとしてシミュレーションと実験の両面から評価した。レンズレス・イメージングや空間光通信等への応用が期待される。

本フォトダイオードのバイオセンシングへ適用を想定した基礎的な検討として Au アンテナ上への SAM 付着の検討を行い、分子長 5.1 Å のシステアミンや分子長 13.8 Å のシステアミン・ビオチンを検出することに成功した。

(2) テラヘルツ (THz) 検出用ボロメータの検討

1THz 帯アンテナ結合ボロメータを想定して、0.6 μm ルールの SOI CMOS プロセスで作製した熱電対の電気特性を評価したところ、480 pW/√Hz の雑音等価電力 (NEP) を得た。バイアス電流無しで動作する点が特徴である。この検討に関連して、最小幅 40 nm の Si 細線の熱伝導度や熱起電力を評価するテストデバイスを開発した。

微細な (線幅 100 nm) メアンダ構造 Ti サーミスターを用いたボロメータの光学特性を 1 THz 近傍で評価し、期待通りの性能 (バイアス電流 100 μA に対し NEP 180 pW/√Hz) を確認した。

(3) 単電子トランジスタ (SET) の超高周波特性に関する検討

f_s レーザーによって発生したテラヘルツ光の検出を想定して、SET 整流作用のパルス応答を調べた。SET 内部の CR 時定数より 3 桁以上幅の狭い超短パルスに対しても、長パルスと同程度の整流電流がクーロンブロッケード領域境界上の動作点で得られることが分かった。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ついては、SP アンテナ配列と空間パターンの関係について体

系化を図る。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、アビジン等の生体物質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。ポ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、連続波やパルス波に対して理論的に予想される超高周波整流特性の実証を目指す。

【 学術論文・著書 】

- 1) J Sharath Kumar, Naresh C Murmu, Amit Banerjee, Ramaraju Sankar Ganesh, Hiroshi Inokawa, Tapas Kuila, "A SILAR method for the fabrication of layer-by-layer assembled Cu₂O-reduced graphene oxide composite for non-enzymatic detection of hydrogen peroxide," Materials Research Express, Vol. 6, No. 2, pp. 025045_1-11, Nov. 8, 2018. DOI: 10.1088/2053-1591/aaef73
- 2) Motohiro Tomita, Shunsuke Oba, Yuya Himeda, Ryo Yamato, Keisuke Shima, Takehiro Kumada, Mao Xu, Hiroki Takezawa, Kohhei Mesaki, Kazuaki Tsuda, Shuichiro Hashimoto, Tianzhuo Zhan, Hui Zhang, Yoshinari Kamakura, Yuhhei Suzuki, Hiroshi Inokawa, Hiroya Ikeda, Takashi Matsukawa, Takeo Matsuki, Takanobu Watanabe, "Modeling, Simulation, Fabrication, and Characterization of a 10- μ W/cm² Class Si-Nanowire Thermoelectric Generator for IoT Applications," IEEE Trans. Electron Devices, Vol. 65, No. 11, pp. 5180-5188, Sept. 18, 2018. DOI: 10.1109/TED.2018.2867845
- 3) Partha Banerjee, Aritra Acharyya, Arindam Biswas, A. K. Bhattacharjee, Amit Banerjee, Hiroshi Inokawa, "Noise Performance of Magnetic Field Tunable Avalanche Transit Time Source," International Journal of Electronics and Communication Engineering, Vol. 12, No. 10, pp. 718-728, Sept. 1, 2018. DOI: 10.5281/zenodo.1474857
- 4) Arindam Biswas, Sayantan Sinha, Aritra Acharyya, Amit Banerjee, Srikanta Pal, Hiroaki Satoh, Hiroshi Inokawa, "1.0 THz GaN IMPATT Source: Effect of Parasitic Series Resistance," J. Infrared Millim. Terahertz Waves, Vol. 39, No. 10, pp. 954-974, July 04, 2018. DOI: 10.1007/s10762-018-0509-z
- 5) Yash Sharma, Hiroaki Satoh, and Hiroshi Inokawa, "Application of bow-tie surface plasmon antenna to silicon on insulator nanowire photodiode for enhanced light absorption," IEICE Electronics Express, Vol. 15, No. 11, pp. 20180328_1-10, May 11, 2018. DOI: 10.1587/elex.15.20180328

【 国際会議発表件数 】

- Anitharaj Nagarajan, Shusuke Hara, Hiroaki Satoh, Aruna Priya Panchanathan, and Hiroshi Inokawa, "Directivity for SOI Photodiode with Gold 2D Hole Array Grating," 31st International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2018) 16P-11-28, (Sapporo Park Hotel, Sapporo, Japan, Nov. 13-16, 2018).
- N. Hiromoto, A. Banerjee, E. Durgadevi, H. Satoh, C. Apriono, D. Itoh, E. Bruendermann, E. T. Rahardjo, and H. Inokawa, "Antenna-Coupled Terahertz Microbolometers with Meander Structures: the Comparison of Titanium and Platinum Thermistors," 43rd Int. Conf. on Infrared, Millimeter, and THz Waves (IRMMW-THz 2018) We-POS-21 (Nagoya Congress Center, Nagoya, Japan, Sep. 9-14, 2018) など 17 件

【 国内学会発表件数 】

- Durgadevi Elamaran, Takeo Ueta, Hiroaki Satoh, Norihisa Hiromoto, Hiroshi Inokawa, "Trade-off Study between Cutoff Frequency and Responsivity of SOI CMOS-based Terahertz Antenna-Coupled Bolometers with Different Temperature Sensors: MOSFET, PN-Junction Diode, Resistor and Thermocouple," 第79回応用物理学会秋季学術講演会 18p-221B-11 (名古屋国際会議場, 名古屋市, 2018. 9. 18-21) など 12 件

【 招待講演件数 】

- Hiroshi Inokawa, Tomoki Nishimura, Alka Singh, Hiroaki Satoh and Yasuo Takahashi, "Ultrahigh-Frequency Characteristics of Single-Electron Transistor," 2018 IEEE International Conference on Electron Devices and Solid-State Circuits (EDSSC'18) T1A01 (Marriott Hotel Golden Bay, Shenzhen, P.R.China, Jun. 6-8, 2018) など 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、鈴木 悠平 (特任助教)
博士課程：山下尚見、セルバラジ・シャンティ、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 (創造科技院 D3)
パラニサミィ・バスカラン (創造科技院 D2)
アロクヤサミ・ペリヤナヤガ・クリスティ (創造科技院 D1)
修士課程：M2 (3名)、M1 (3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) フレキシブル熱電材料の開発

【 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 ナノワイヤ作製プロセスの構築

様々な幅の Si ワイヤを作製して、ゼーベック係数のサイズ依存性を調べた。その結果、幅が $10\ \mu\text{m}$ 以下になると、フォンドラッグ効果の抑制によりゼーベック係数が低減した。この現象が、Si ワイヤの表面ラフネスによるフォノン速度の低下に起因することを見出した。また、様々な条件にて極薄 SGOI 基板のエッチングやドーピングを行い、SiGe ナノワイヤを作製するためのプロセス条件を確立した。

(2) KFMを用いたナノ構造熱電材料のゼーベック係数測定技術の構築

ナノ構造材料のゼーベック係数を測定するために、KFM(表面電位顕微鏡)を利用した技術を構築している。温度勾配印加時の Si ワイヤにおける表面電位分布を測定したところ、表面電位分布から得られる熱起電力と温度差を使って、Si ワイヤのゼーベック係数が $S=-1.3\text{mV/K}$ と評価できた。

(3) ZnO ナノ構造／布材料の作製と熱電特性測定

フレキシブル熱電材料として、NiCu 布上に ZnO ナノ結晶を形成した試料について、厚さ方向のゼーベック係数測定を行った。ZnO ナノ結晶を形成することにより、n 型のゼーベック係数が大きくなることを明らかにした。また、厚さ方向の熱拡散率を測定するための装置を自作した。精度を確認するためにスライドガラスを測定したところ、 $\alpha=2.0\times 10^{-7}\ \text{m}^2/\text{s}$ が得られた。報告値に近い値であり、測定装置の妥当性が確認できた。

【 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。電子顕微鏡／熱画像カメラを利用した熱伝導率測定装置を構築して、ナノワイ

ヤにおける熱伝導特性を解明する。

【 学術論文・著書等 】

- 1) 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, in press.
- 2) V. Pandiyarasan, S. Sathiyamoorthy, P. Santhoshkumar, G. Karunakaran, C.W. Lee, D. Kuznetsov, J. Kadarkaraitangam, H. Ikeda, Sono-synthesis approach of reduced graphene oxide for ammonia vapour detection at room temperature, Ultrasonics Sonochemistry, 48 (2018) 555-566.
- 3) S. Shanthi, K. Faizan, S. Nishino, M. Omprakash, T. Takeuchi, Y. Shimura, Y. Hayakawa, C. Muthamizhchelvan, H. Ikeda, Influence of Au on Ge crystallization and its thermoelectric properties in a Au-induced Ge crystallization technique, Journal of Advances in Physics, 14 (2018) 5460-5466.
- 4) 池田浩也, 続・作って, 遊んで, 理科がわかる! 身近な素材で楽しむ工作教室, 高井吉明編 著 (日本評論社, 2018年), 8章 どこまで飛ぶかな? ガウスロケット, pp. 31-40, 13章 サイエンスアドベンチャー, pp. 125-134.
- 5) P. Veluswamy, S. Sathiyamoorthy, H. Ikeda, M. Elayaperumal, M. Maaza, Recent Progress in Nanostructured Zinc Oxide Grown on Fabric for Wearable Thermoelectric Power Generator with UV Shielding, Wearable Technologies, ed. J.H. Ortiz, (IntechOpen, 2018), pp. 139-160.
- 6) N. Yamashita, Y. Ota, F. Salleh, M. Navaneethan, M. Shimomura, K. Murakami, H. Ikeda, Simulation of temperature distribution under periodic heating for analysis of thermal diffusivity in nanometer-scale thermoelectric materials, IEICE Transactions on Electronics, E101-C (2018) pp. 347-350.
- 7) F. Khan, V. Pandiyarasan, S. Sakamoto, M. Navaneethan, M. Shimomura, K. Murakami, Y. Hayakawa, H. Ikeda, Seebeck coefficient of flexible carbon fabric for wearable thermoelectric device, IEICE Transactions on Electronics, E101-C (2018) pp. 343-346. 他 1 3 編

【 国際会議発表件数 】

- 1) Americas International Meeting on Electrochemistry and Solid State Science (AiMES2018), September 30-October 4, 2018, Cancun, Mexico
- 2) 17th International Conference on Global Research and Education (InterAcademia 2018), September 24-27, 2018, Kaunas, Lithuania
- 3) 2018 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices (AWAD2018), July 2-4, 2018, Kitakyushu, Japan など招待講演 5 件を含む 3 8 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招待講演 2 件を含む 1 2 件

【 招待講演件数 】

- 1) 5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN2019) (2019.1.29)
- 2) 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 (2018. 9. 19)
- 3) 第 18 回シリサイド系半導体・夏の学校 (2018. 7. 21)
- 4) 10th International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials Processing, Fabrication, Properties, Applications (THERMEC2018) (2018.7.11) 他 3 件

【 受賞・表彰 】

- ・ Inter-Academia 2018 Young Researchers Award, Fausiah Khotimatul, 17th International Conference on Global Research and Education (Kaunas, Lithuania, 2018.9.26)

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

兼任・教授 井上 翼 (INOUE Yoku)
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： 半導体工学、ナノ材料工学
e-mail address: inoue.yoku@shizuoka.ac.jp
homepage: [http:// cnt.eng.shizuoka.ac.jp/](http://cnt.eng.shizuoka.ac.jp/)



【 研究室組織 】

教 員：井上 翼

研 究 員：苅田 基志

博士課程：知久 典和 (創造科技院 D3、社会人)、木下 聖也 (創造科技院 D3)、
大河原 悟 (創造科技院 D1、社会人)

修士課程：M1 (2名)、M2 (4名)

学 部 生：B4 (5名)

【 研究目標 】

カーボンナノチューブの合成技術をその応用技術に関する研究を実施している。カーボンナノチューブとは、炭素原子のみで構成された直径数十ナノメートルで長さは数マイクロメートル以上に達する中空のチューブ状ナノ材料である。ナノ構造でありながら、機械的強度が強く電気伝導特性、熱伝導特性ともに非常に優れている。私のグループでは、4mm 以上の非常に長い多層カーボンナノチューブを作製する CVD 技術を開発した。現在はこの技術を発展させ、ナノチューブの紡績によるナノチューブ紡績糸、高度配向ナノチューブシートの作製と応用展開を目的として研究を進めている。

【 主な研究成果 】

(1) 配向した長尺多層カーボンナノチューブの新規合成方法開発

塩化鉄を触媒材料として用いることにより、長さ 4mm 以上に達する多層ナノチューブの合成方法を確立した。

(2) カーボンナノチューブ紡績糸、シートの開発

配向多層カーボンナノチューブを紡いで高強度ナノチューブ紡績糸、シートを作製した。

(3) 配列カーボンナノチューブ樹脂複合材料の開発

配向したカーボンナノチューブと樹脂を複合化し、強度、電気伝導性、熱伝導性に優れる軽量複合材料を創出した。

【 今後の展開 】

カーボンナノチューブは優れた材料であるが実用化例は少ないので、私たちのグループから実用的なナノチューブ応用技術を創出したい。CNT 糸、シートといった高度配列ナノチューブ構造体ならでの応用方法を提案していく。

【 学術論文・著書 】

- 1) “Magnetic tunneling with CNT-based metamaterial”, Gunther Kletetschka, Yoku Inoue, Jan Lindauer and Zdeněk Hůlka, Scientific Reports **9**, 2551 (2019). DOI: 10.1038/s41598-019-39325-9
- 2) “Two step floating catalyst chemical vapor deposition including in situ fabrication of catalyst nanoparticles and carbon nanotube forest growth with low impurity level”, Toshiya Kinoshita, Motoyuki Karita, Takayuki Nakano, Yoku Inoue, Carbon **144**, 152-160 (2019). DOI: 10.1016/j.carbon.2018.12.019
- 3) “Improved mechanical properties of aligned multi-walled carbon nanotube/thermoplastic polyimide composites by hot stretching”, Tran H Nam, Ken Goto, Toshiki Kamei, Yoshinobu Shimamura, Yoku Inoue, Satoshi Kobayashi and Shinji Ogihara, Journal of Composite Materials 2018 DOI: 10.1177/0021998318796916.

【 国際会議発表件数 】

- 1) "Thermal and electrical conductivity of high volume fraction aligned CNT/polymer composites", Yoku Inoue, Kenta Ishigami, Motoyuki Karita, Takayuki Nakano, 2018 MRS fall meeting, 28 November 2018, Boston, USA
- 2) “All in-situ process for dense CNT forest growth by mist CVD” , Toshiya Kinoshita, Motoyuki Karita, Takayuki Nakano, Yoku Inoue, 19th International Conference on the Science and Application of Nanotubes and Low-dimensional Materials (NT18), 15 July 2018, Beijing, China

他 19 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) “紡績性 MWCNT フォレストの合成と配列 CNT アセンブリの応用”, 井上翼, 第 55 回 フラレン・ナノチューブ・グラフェン 総合シンポジウム. 2018/09/11, 東北大学
- 2) “結合剤を用いた強化 CNT 燃糸の機械的特性”, 喜納太一, 荻田基志, 中野貴之, 井上翼, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会, 2018/09/18, 名古屋国際会議場

他 31 件

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 (電子工学研究所講師)

博士課程：ヒンマ・フィルダウス (D3、私費)

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

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、これを応用することにより、トランジスタの電流を付加的な電力供給なしに増幅するデバイス「電子アスピレーター」の動作に成功した (図1参照)。この結果は、本来なら電子の流れの中で熱として散逸するエネルギーを利用して新たな電流を生成できることを示したものであり、新規低消費電力デバイス開発に道を開くものである (Nat. Comm. 2018)。

また、ナノスケール MOS トランジスタ内で起こるインパクトイオン化 (伝導体電子・価電子帯

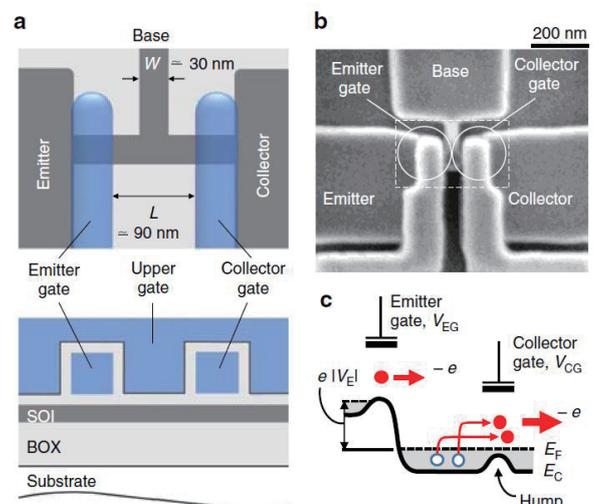


図1. 電子アスピレーター。(a)デバイスの上面図(上)及び断面図(下)。(b)デバイスの電子顕微鏡写真、(c)デバイスの動作を説明するポテンシャル図。

電子散乱)に起因した正孔生成を単一正孔感度で検出する技術を確立した。この結果は、インパクトイオン化の逆過程であるバンド間オージェ散乱と組み合わせることにより、新たなエネルギー伝送デバイスの開発につながるものである (APL, 2018)。

【 2 ） 高感度スピン検出関連 】

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。これにより、シリコントランジスタ界面に存在する欠陥を 1000 個オーダーの感度で検出することに成功した (論文査読中)。

【 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、これまでのところ停滞している、シリコン中の単一のドーパント原子を用いたフォノン制御に関する研究を加速させる。

【 学術論文・著書 】

- 1) H. Firdaus, T. Watanabe, M. Hori, D. Moraru, Y. Takahashi, A. Fujiwara, Y. Ono:
"Electron aspirator using electron-electron scattering in nano-scale silicon"
Nat. Commun, Vol. 9, pp. 4813-4820 (2018).
- 2) H. Firdaus, T. Watanabe, M. Hori, D. Moraru, Y. Takahashi, A. Fujiwara, Y. Ono:
"Detection of single holes generated by impact ionization in silicon"
Appl. Phys. Lett., Vol. 113, pp. 163103_1-5 (2018).

【 国際会議発表件数 】

- 1) 5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN)
Chennai, India (2019.1.28-30)
- 2) The 17th International Conference on Global Research and Education (Inter-Adademia 2018)
Kaunas, Lithuania (2018.9.24-27)
- 3) International Symposium on the Physical and Failure Analysis of Integrated Circuits (IPFA)
Singapore(2018.7.16-19) 他 1 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、日本表面真空学会など 4 件

【 招待講演件数 】

- 1) 5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN) (2019.1.28)
- 2) 2018 年日本表面真空学会中部支部研究会 (2018. 11. 30) 他 1 件

【 新聞報道等 】

- 1) 日刊工業新聞 (2019. 1. 9)
- 2) EE Times Japan (2018. 12. 20)
- 3) 日本経済新聞 (2018. 12. 19)
- 4) 日経産業新聞 (2018. 12. 19)
- 5) Itmedia (2018. 12. 18) 他 4 件

【 受賞・表彰 】

- 1) 静岡大学学長賞 (D3 Himma Firdaus) (2019. 3)
- 2) 創造科学技術大学院学長賞 (D3 Himma Firdaus) (2019. 3)

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)

研 究 員：Gao Chen (学術研究員)、Tan Leyi (学術研究員)

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

修士課程：M2 (7名)、M1 (8名)

【 研究目標 】

イメージング(撮像)における極限的性能の追求と従来にない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) CMOS 撮像デバイスに適する高速電荷変調ピクセルとして、ラテラル電界制御型電荷変調素子(LEFM)を基本構造とする 8 タップ出力 6ns パルス駆動のピクセル試作に成功し、高分解能 TOF 距離画像センサにおける有用性を明らかにした。受光面大口径化と高速電荷変調を可能とするマルチタップダイオード(MTD)変調素子と呼ぶ新しい電荷変調素子について、4 タップ方式、8 タップ方式の試作に成功し、近赤外領域における極めて高速な変調動作を確認した。
- (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、屋内ながら 10m を越える距離画像計測が行えることを実証した。また、サブ 100um 分解能を目指した高速 3 タップ LEFM 素子と、参照光を用いたジッタノイズ低減法により、分解能 64um の TOF 距離画像計測を実現した(Yasutomi et al., IEEE JSSC)。また、SOI 構造を用いた裏面照射型基板全空乏型 TOF ピクセルの開発に成功し、940nm での量子効率が 60%を越える高感度 TOF 距離画像センサが実現できる見通しを得た。
- (3) 顔画像から HbO₂ 濃度の時間変化を捉えて心拍変動を抽出することでストレス計測(情動計測)を実現する近赤外ロックインイメージセンサに関し、そのピクセル構造の改良と 2 波長同時計測を可能にするようピクセルアレイの構成を検討し、暗電流ノイズ及び寄生感度の低減による、より高精度な心拍変動計測と、2 波長により、脈波波形の計測が行えることを実証した。

【 今後の展開 】

近赤外領域での高速応答を可能とする新しい電荷変調素子(MTD, バイアス印加型変調素子、基板全空乏化による高量子効率の変調素子)を応用した高時間分解イメージセンサの開発を進め、TOF 距離画像センサの分解能の一層の向上、時間分解近赤外分光における Intrinsic Response の改善による血液動態計測の高精度化、ハイブリッド TOF 法及び高 QE ピクセルによる中・距離までの屋外高分解能距離画像計測の実現を目指す。

【 学術論文・著書 】

- 1) H. Chen, N. Ma, K. Kagawa, S. Kawahito, M. Digman, E. Gratton, "Widefield Multi-Frequency Fluorescence Lifetime Imaging using a Two-Tap CMOS Camera With lateral Electric Field Charge

Modulators, Biophysical Journal, Volume 116, Issue 3, Supplement 1, 2019.2.15, 567a,IF:3.495

- 2) C. Cao, Y. Shirakawa, L. Tan, M-W. Seo, K. Kagawa, K. Yasutomi, S-W. Jun, T. Kosugi, S. Aoyama, N. Teranishi, N. Tsumura, S. Kawahito, "A Time-Resolved NIR Lock-In Pixel CMOS Image Sensor With Background Cancelling Capability for Remote Heart Rate Detection", IEEE Journal of Solid-State Circuits, 2018.12.21 (On Line), pp.1-14, IF:4.075
- 3) A. Miyamichi, A. Ono, H. Kamehama, K. Kagawa, K. Yasutomi, S. Kawahito, "Multi-band plasmonic color filters for visible-to-near-infrared image sensors", Optics Express, Vol.26, No.19 2018.9.17 pp.25178-25187, IF:3.356
- 4) R. Mitsuhashi, K. Kagawa, S. Kawahito, C. Koopipat, N. Tsumura, "Dual-Band Infrared Video-Based Measurement Using Pulse Wave Maps to Analyze Heart Rate Variability", Journal of Imaging Science and Technology, Vol.62, No.5, September 2018, 2018.9.1, pp. 50405-1-50405-7, IF:0.535
- 5) M.-W. Seo, Y. Shirakawa, Y. Kawata, K. Kagawa, K. Yasutomi, S. Kawahito, "A Time-Resolved Four-Tap Lock-In Pixel CMOS Image Sensor for Real-Time Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy", IEEE J. Solid-State Circuits, vol.53, Issue8, Aug, 2018, 2018.8, pp.2319-2330, IF:4.075
- 6) S. Kawahito, "Column-Parallel ADCs for CMOS Image Sensors and Their FoM-Based Evaluations", IEICE Trans. Electronics, vol. E101-C, Issue7 July 2018 (invited paper), pp.444-456, 2018.7.1, IF:0.516
- 7) S. Shrestha, S. Kawahito, H. Kamehama, et al., "A Silicon-on-Insulator-Based Dual-Gain Charge-Sensitive Pixel Detector for Low-Noise X-ray Imaging for Future Astronomical Satellite Missions", Sensors, vol.18, Issue6, No.1789, 2018.6.1, pp.1-19, IF:2.475 等 10 件

【 特許等 】

- 1) 電荷変調素子及び固体撮像装置, 川人祥二, 安富啓太, 韓相萬, 出願番号:特願 2015-561233, 登録国:JP, 特許番号:6476138, 登録日:2019.2.8. (等 国内5件)
- 2) CHARGE MODULATION ELEMENT AND SOLID-STATE IMAGING DEVICE, 川人祥二 他, 国際出願番号:PCT/JP2015/000559, 登録国:US, 特許番号:10230914, 登録日:2019.3.12 (等 海外4件)

【 国際会議発表件数 】

- 1) S. Kawahito, C. Chen, L. Tan, K. Kagawa, K. Yasutomi, N. Tsumura, "NIR Lock-in Pixel Image Sensors for Remote Heart Rate Detection", 24th Asia and South Pacific Design Automation Conference, 6A-1, Tokyo, Japan, Hilton Tokyo Odaiba, 2019.1.23 (Invited)
- 2) S. Kawahito, K. Yasutomi, K. Kagawa, S. Aoyama, "Hybrid Time-of-Flight Range Image Sensors Using High-Speed Multiple-Tap Charge Modulation Pixels", IDW'18, Aichi, Japan, 2018.12.12 (invited)
- 3) S. Kawahito, "SOI Pinned Depleted Diode", Front-End Electronics 2018, No.54, Canada, Jouvence, 2018.5.21. (Invited) 等 24 件 (内、招待講演 6 件)

【 国内学会発表件数 】

- 1) 川人祥二, "近赤外ロックインイメージセンサを用いた顔面血流の非接触計測によるストレス計測", 次世代画像入力ビジョンシステム部会定例会, 東京都新宿区, 2019.3.5
- 2) 川人祥二, "バイオイメージングに向けたイメージセンサ開発の動向と展望", 理研シンポジウム第6回「光量子工学研究」, Proceedings, pp.1-4, 埼玉県和光市, 2018.11.19
- 3) 川人祥二, "多窓時間分解ピクセルイメージセンサとバイオイメージングへの応用", 日本学術振興会第185委員会, 2018年度第1回研究会, 東京都中央区, 2018.6.26
- 4) 川人祥二, 安富啓太, 香川景一郎, "多窓時間分解を用いたハイブリッド型 Time-of-Flight 距離画像センサ" (Hybrid-Type Time-of-Flight Range Image Sensors), 第61回光波センシング技術研究会講演会, 講演論文集, pp.43-47, 東京都新宿区, 2018.6.12
- 5) 川人祥二, "マルチタップ光電荷変調ピクセルを用いた超高時間分解イメージセンサ", 第9回デジタルオプティクス研究会, 鹿児島県奄美市, 2018.5.3. 等 48 件 (内、招待講演 11 件)

【 新聞報道等 】

- 1) "静岡大・読売講座 詳報「静岡発の次世代テレビジョンをつくる!~次世代イメージセンサの開発と企業化~」, 読売新聞, pp.31, 2018.10.27.
- 2) "静岡大学、950nmの近赤外光で距離画像を長距離まで", 日経 XTECH, 2019.03.27. 等 9 件

【 受賞・表彰 】

- 1) Sanggwon Lee (D3), ITE Open Poster Session Best Poster Award 2nd place, "A 4-tap Lock-in Pixels with a high NIR Sensitivity for Long Range time-of-flight range sensor", 映像情報メディア学会, 2018.11.28. 等 学生受賞 2 件

テラヘルツレーザー分光スペクトル測定とその応用

兼任・教授 佐々木 哲朗 (SASAKI Tetsuo)
ナノビジョン工学専攻 (主担当：光医工学研究科 光医工学共同専攻)
(副担当：電子工学研究所 生体計測研究部門及び工学部電子物質科学科)
専門分野： 分光計測、結晶成長、半導体工学
e-mail address: sasaki.tetsuo@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.rie.shizuoka.ac.jp/~thz/>



【 研究室組織 】

教 員：佐々木 哲朗

【 研究目標 】

高強度・簡便・安価なテラヘルツレーザー光源を実現し、分光スペクトル測定や分光イメージング測定による医薬品検査装置や病理診断装置への展開を目指す。特に、高い周波数精度と分解能を持つテラヘルツレーザー分光スペクトル測定を用いて、有機・無機分子結晶の成分分析、結晶形識別、結晶性評価や分子振動解析ツールに用いる。

【 主な研究成果 】

(1) 医薬品中の微量不純物の定量評価法の開発

高い周波数精度を持つテラヘルツレーザー分光測定装置を医薬品原薬である粉末結晶に適用し、不純物が混入する際の分光スペクトル吸収線の周波数シフトを精密に計測することで、ppm オーダーで定量することができることを示したが、より高感度かつ検出限界を下げるためには、試料がよりシャープなスペクトルを示すことが求められる。分子量が 400~4,000 程度の「中分子医薬品」は、副作用の少ない医薬品として現在研究開発が活発である次世代の医薬品であるが、このような分子量の分子が非常にシャープなスペクトルを示すことを発見した。従来、大きい分子量の分子は一般的に分子を構成する原子数が多くなるために自由度が大きくなり、鋭い吸収は見られないと考えられていたので、この成果は定説を覆す画期的な成果である。

(2) 医薬品テラヘルツデータベースの公開

テラヘルツ分光測定を医薬品検査に実用する際に必須となる医薬品のデータベースを構築した。このデータベースは室温から低温までの温度依存性スペクトルが含まれているので、絶対零度で計算される量子力学計算の結果と照合することが可能であり、分子振動の帰属解明に用いることができる。また、上記微量不純物定量評価を適用するに相応しい対象を探索することにも利用できる。全てのデータには結晶構造を確定するために粉末X線回折スペクトルが対応されていると共に、そのうちのいくつかについては実際に量子化学計算結果と照合し、そのテラヘルツ吸収周波数に対応する分子振動を示している。

【 今後の展開 】

有機分子・無機分子結晶の高精度評価装置を独自に構築し、新規的計測法の発明・開発を進めてきたので、今後はこれらの装置及び手法の実用化を進めると共に、結晶成長技術にフィードバックして完全結晶を実現してその応用展開を図る。

【 学術論文・著書 】

- 1) K. Moriya, K. Igarashi, H. Watanabe, H. Hasegawa, T. Sasaki, A. Yasuda, "Growth of YBa₂Cu₃O₇ Superconductor Thin Films using Ethanolamine-based Solutions via Simple Spin Coating", Results in Physics, 11, 364 (2018).
- 2) T. Sasaki, T. Sakamoto, M. Otsuka, "Sharp Absorption Peaks in THz Spectra Valuable for Crystal Quality Evaluation of Middle Molecular Weight Pharmaceuticals", J Infrared Milli Terahz Waves 39, 828 (2018).

【 解説・特集等 】

- 1) 佐々木哲朗、坂本知昭、「医薬品開発、品質・製造工程管理における分光測定（第 29 回）」 連続波テラヘルツレーザー分光測定による医薬品検査, PHARM TECH JAPAN 35, じほう社(2019).

【 国際会議発表件数 】

- 1) PITTCON 2019, March 17-21, 2019, Philadelphia, USA.
- 2) The 4th International Conference on Nano Electronics Research Education 2018 (ICNERE 2018), November 28 (2018), Hamamatsu, Japan.
- 3) The 3rd International Symposium on Biomedical Engineering (ISBE2018), November 9 (2018), Higashihiroshima, Japan.
- 4) 43rd International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves (IRMMW-THz 2018), September 10-14 (2018), Nagoya, Japan.
- 5) International symposium on Cyclodextrin (ICS2018), April 29 (2018), Tokyo, Japan.

ほか 4 件

【 国内学会発表件数 】

・ 日本薬学会など 7 件

【 招待講演件数 】

- 1) 日本学術振興会第 182 委員会第 37 回研究会 (2019. 2. 12)
- 2) 第 24 回 マイクロシステム融合研究会 (2018. 6. 15)

【 新聞報道等 】

- 1) 【展示会レポート】 液体クロマトグラフィーを補完する測定手法 インタビュー記事 2018 年 9 月 27 日 イノベーション・ジャパン 2018～大学見本市(会場:東京ビックサイト) からピックアップされた 9 件のうちの 1 件に選ばれた 計測器専門情報サイト TechEyesOnline(TEO) <https://www.techeyesonline.com/> の「技術情報・レポート」
- 2) イベント出展 イノベーションジャパン 2018「テラヘルツレーザー分光スペクトル測定による医薬品中の微量不純物検出」について発表 2018 年 8 月、東京ビックサイト、東京

半導体微細加工技術による MEMS デバイスの開発

兼任・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스에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) ワイドバンド振動発電素子のモデリング

周期的な電極構造を有する面内振動型振動発電素子が、30Hz を超える広い周波数応答を示すことが実験的に示されていたが、電極の振動による容量変化を余弦関数で近似し、等価線形化法を用いることで解析した。この素子は強い非線形性を有するため、弾性定数を解析解を求めたところ、第1次のベッセル関数で近似できることが分かった。実際に振動発電素子の構造パラメータを代入して、近似解と実験データを比較したところ、非線形による周波数応答がほぼ一致することが分かった。また 2~3mG という極めて小さな振動加速において、整流して蓄電するのに十分な電圧を発生することも実験的に示した。

(2) 鉄道軌電線振動での実用的な発電の実証

鉄道軌電線の架線事故防止のため、軌電線の振動による発電電力で温度を検知し異常を早期発見するシステムの開発を JR 西日本、鷺宮製作所と共同で実施している。実際に静岡大学で作製した低周波数振動発電素子を草津駅の実験線に設置し、充電実験を実施した。列車が来ていない状態ではわずか 5mG 程度の振動であったが、充電が行われることを確認した。また列車通過時は 20Hz~40Hz の間に振動が集中しているのに対して、不通時では 10Hz 程度の非常に

低い周波数の振動が卓越していることが判明した。

【今後の展開】

静電型振動発電素子は原理的に内部抵抗が高いため、小さな加速でも充電できる電圧を発生させることができる。今後は鉄道インフラをターゲットとした、振動発電によるセンサシステムの開発も行ない、実用化を目指した研究にシフトする。さらに将来の量産を見据えた、製造技術の低コスト化研究を加速することにする。

【 解説・特集等 】

- 1) 神野伊策、谷弘詞、橋口原, “IoT 電源としての振動発電技術”, 日本機械学会誌 (2018 年 12 月)
- 2) 橋口 原, “カリウムイオンエレクトレットを用いた新しい MEMS 技術の展開”, 応用物理 (2018 年 6 月)

【 国際会議発表件数 】

- 1) Hideaki Koga, Hiroyuki Mitsuya, Hiroshi Toshiyoshi, Yuji Toyama, Tatsuhiko Sugiyama, Gen Hashiguchi, "Development of a metal-cantilever electrostatic vibration power generator combined with potassium ion electret technique," in Proc. Information Storage and Processing Systems and Micromechatronics for Information and Precision Equipment (ISPS/MIPE 2018), Aug. 29-30, 2018, San Francisco, CA, USA.
- 2) H. Honma, H. Mitsuya, G. Hashiguchi, H. Fujita, H. Toshiyoshi. A POWER-DENSITY-ENHANCED MEMS ELECTROSTATIC ENERGY HARVESTER WITH SYMMETRIZED HIGH-ASPECT RATIO COMB ELECTRODES, 18th International Conference on Micro and Nanotechnology for Power Generation and Energy Conversion Applications (Power MEMS 2018), Dec. 4-7, 2018, Daytona Beach, FL USA. 他 2 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 橋口 原, 杉山 達彦, 芝田 泰, 年吉 洋, ” 周期的容量変化構造を持つエレクトレット振動発電素子の非線形解析”, 第 35 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 2018 年 10 月 30 日、札幌市民交流プラザ。
- 2) 杉山 達彦 他、電気鉄道用き電線の振動によるエネルギーハーベストに関する基礎検討、2018 年 8 月 30 日、電気学会産業応用部門大会 横浜国立大学。他 2 件

【 招待講演 】

- 1) 橋口 原、カリウムイオンエレクトレット技術と振動発電素子への応用、IoT シンポジウム「振動発電技術の現状」、日本機械学会情報・知能・精密機器部門、2019 年 3 月、東洋大学川越キャンパス

【 特許 】

- 1) 特許第 6338070 号、振動発電デバイス、特許権者：東京大学、静岡大学、年吉洋、橋口原 登録日平成 30 年 5 月 18 日
- 2) 特許第 6338071 号、振動発電デバイス、特許権者：東京大学、静岡大学、年吉洋、橋口原 登録日平成 30 年 5 月 18 日

【 その他の活動 】

機械学会知能情報機器部門部門長

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 (3名)、M1 (2名)

学 部 生：B4 (5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・生体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

アスベストによる深刻な健康被害の実態から、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、アスベスト以外の粒子が多数存在する環境においても、空气中に浮遊するアスベスト粒子の濃度を測定するニーズが拡大している。このニーズに答えるため、光散乱による繊維状粒子リアルタイム検出装置の測定結果の信頼性を向上させ、これにより、アスベスト汚染の監視などの効果を格段に向上させることを目標とする。さらに、ナノ粒子など新しく開発され利用が始まっている物質の微粒子による大気汚染の監視についても検討を行う。

【 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。

透過型 THz 時間領域分光法は、吸収の小さい物質に対して、屈折率と吸収係数を正確に測定できる利点がある。分光システムの高感度化、高安定化の研究を行い、新しい GABA 試料を精密分光測定した。

反射型 THz 時間領域分光法は、THz 波を透過しない物質の測定が可能で実用上重要な測定法

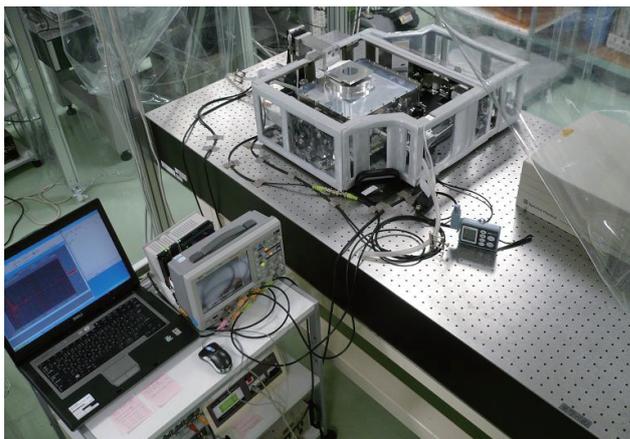


図 1 チタンサファイアフェムト秒レーザを用いた反射型 THz 時間領域分光装置。

である。最大エントロピー法によるデータ解析手法による位相補正の高精度化の研究を進めたが、2018年7月14日(土)の電研建替工事に伴う停電により、創造科学技術大学院棟 1 階実験室の反射型 THz 時間領域分光装置(図 1)のチタンサファイアフェムト秒レーザに重大な故障が発生した。創造科学技術大学院、工学部、浜松キャンパス事務部、施設課に修理費の補助を要請したが、全て認められなかったため、研究が進められなくなった。

(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の精度向上の研究を進めた。

(3) 高検出能アンテナ結合テラヘルツボロメータの研究

微細メアンダ構造の Pt 細線および Ti 細線を用いたアンテナ結合ボロメータ高検出能化の研究を行った。線幅 0.1 ミクロン、線長 90 ミクロンの Ti メアンダ細線を用いる抵抗値の大きいサーミスタの研究により、室温 THz アンテナ結合ボロメータの感度で 4 倍、NEP (雑音等価電力) で 2.5 倍の向上を達成した。

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、利用しやすく、かつ高性能な分光技術、イメージング技術の研究を進め、更なる高感度化、高精度化を実現し、応用分野の開拓を進める。

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、空气中を浮遊するアスベスト等の粒子を検出するリアルタイム計測技術の更なる高度化を進める。

【学術論文・著書】

- 1) A. Banerjee, H. Satoh, Y. Sharma, N. Hiromoto and H. Inokawa, "Characterization of platinum and titanium thermistors for terahertz antenna-coupled bolometer applications," *Sensors and Actuators A: Physical*, 273, pp.49-57 (Apr. 2018).

【国際会議発表件数】

- ・ 43th International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves (IRMMW-THz 2018), September 9-14, 2018, Nagoya, Japan 3 件

【国内学会発表件数】

- ・ 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 (2018. 9. 21) 2 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

兼任・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

博士課程：ユリアント エディー (造科技院 D3、社会人)

修士課程：M1 (3名)、M2 (1名)

【 研究目標 】

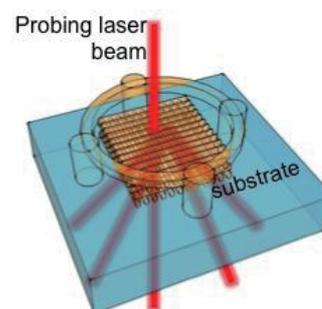
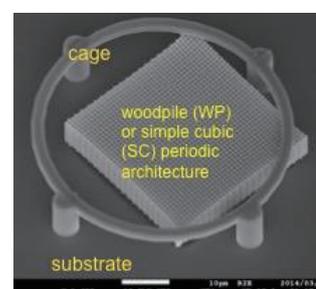
We are working on development and application of advanced laser lithography technique for creation of micro- and nano-photonic structures via two-photon photopolymerization of photoresist and modification of materials by intense laser radiation. This approach allows fast prototyping of 3D photonic crystal (PhC) structures, and electromagnetic metamaterials which promise many attractive applications in optical technologies. Also, it allows synthesis of deformable three-dimensional structures exhibiting solvent-induced volume change.

In particular, we focus on

- (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 】

Main achievements were obtained from studies pertaining to areas of research indicated above. 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, J.-L. Li, V. Mizeikis, S. Juodkazis "Simple multi-wavelength imaging of birefringence: case study of silk", *Sci. Reports*, 8 (2018) 17652
- 2) P. Toriyama, S. Mizeikis, V. Ono, A. "Fabrication of silver nano-rings using photo-reduction induced by femtosecond pulses", *Appl. Phys. Expr.* 12 (2019) 015004.
- 3) E. Yulianto, S. Chatterjee, V. Purlys, V. Mizeikis, "Imaging of three-dimensional exposure patterns created by direct laser writing in photoresists", *Appl. Surf. Sci.* 479 (2019) 822.

【 国際会議発表件数 】

- E. Yulianto, S. Chatterjee, V. Mizeikis, "Characterization of two-photon laser exposure patterns in photoresist via photoluminescence quenching," *Optics and Photonics International Congress OPIC2018*, 23-27 April 2018, Pacifico Yokohama. 他 6 件

【 国内学会発表件数 】

- M. Sumiyoshi, S. Toriyama, V. Mizeikis, A. Ono, "Development of flexible metal mesh transparent electrode by laser induced photoreduction", *JSAP Autumn 2018 Meeting*, 18-21 Sept. 2018 Nagoya Congress Center

【 招待講演件数】

- V. Mizeikis, "Fast prototyping of electromagnetic field concentrator structures," *Progress in Ultrafast Laser Modifications of Materials PULMM* June 10-14 2018, Telluride Science Research Center, Telluride CO, USA
- V. Mizeikis, "Fabrication of optical field concentrator structures using direct laser write technique," *CLEO Pacific Rim 2018*, 29 July - 3 August 2018, Hong Kong Convention and Exhibition Centre, Hong Kong, China.
- V. Mizeikis, "Direct laser Writing of Electromagnetic Metasurfaces With Helix Architecture", *Internatiuonal Workshop on Integrated Nanooptics & Nanophotonics*, 14 March, Institute of Advanced Science, Yokohama National University.

ナノテクノロジーを用いた新規デバイスの開発

兼任・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
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）

研 究 員：石田 稔幸（研究員、社会人）

博士課程：Lia Aprilia（創造科技学院 D3、DDP）、Suchada Worasawat（創造科技学院 D2）、
瀧川 宗一（光医工学 D1）、毛利 隆人（光医工学 D1）、Vytautas Kavaliunas（創造科技学院 D1、DDP）、Chitra Pandy（創造科技学院 D1）

【 研究目標 】

電子源の開発とその応用研究。MEMS カンチレ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。TiO₂/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。表面プラズモン共鳴を利用した新規センサーの開発。新規有機ナノファイバーの開発。

【 主な研究成果 】

(1) THz 電子管用高電流駆動微小電子源の開発

火山構造スピント型微小電子源で金属材料を合金とすることにより、10A/cm² の高電流密度に耐える微小電子源を製作することに成功した。

(2) グラフェン膜をゲート電極に用いた高効率グラフェン/SiO₂/Si 構造平面陰極の開発

ダイード電流に対する電子放出電流が30%以上の高効率グラフェン/SiO₂/Si 構造平面陰極の開発に成功した。

(3) 新規X線管の開発

強誘電体結晶に短パルス紫外光を照射することにより加速した電子ビームが得られること。この電子ビームを金属に照射することによりX線が発生することを見出した。

(4) 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。

(5) MEMS カンチレバー上に良質な Al ドープ ZnO ナノロッドを成長する方法及び Al ドープ ZnO ナノロッドが CO ガスセンサとして動作することを示した。

【 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) W. Sinornate, R. Jittum, L. Sridang, S. Worasawat, K. Chongsri, H. Mimura and W. Pecharapa, “Ag-doped ZnO nanorod structures grown by hydrothermal-based process”, Thai J. Nanosci. Nanotechnol. 3 (2018) 17-22.
- 2) J. Kaupuzs, A. Medvids, H. Mimura, and P. Onufrijevs, “Origin of n-Type Conductivity in ZnO Crystal and Formation of Zn and ZnO Nanoparticles by Laser Radiation”, Optics and Laser Technology 111 (2019) 121-128.
- 3) L. Aprilia, M. Hosoda, R. Nuryadi, Y. Neo, M. Barique, A. Udhiarto, D. Hartanto and H. Mimura “Influence of water vapor on CO detection using resonant microcantilever functionalized by Al-doped ZnO nanorods”, Jpn. J. Applied Phys. (2019) accepted for publication
- 4) S. Worasawat ar, K. Tasaki, Y. Neo, W. Pecharapa, Y. Hatanaka, H. Mimura, “Persistent photocurrent characteristics of ZnO polycrystalline films prepared by RF magnetron sputtering method” Jpn. J. Appl. Phys. (2019) accepted for publication
- 5) T. Masuzawa, Y. Neo, H. Mimura, K. Okano and T. Yamada, “Electron Emission Mechanism of Heavily Phosphorus-doped Diamond with Oxidized Surface”, Phys. Status Solidi A (2019) accepted for publication

【 国際会議発表件数 】

- 1) H. Mimura, T. Masuzawa, Y. Neo, M. Nagao, T. Okamoto, M. Akiyoshi, N. Sato, I. Takagi, and Y. Gotoh, “Radiation tolerant image sensors using a field emitter array”, SPIE Defense + Commercial Sensing, April 16-19, 2018 Orlando, Florida, USA, Invited
- 2) Hidenori Mimura, “Imaging devices developed in Research Institute of Electronics”, 6th International Conference on Telecommunication, Electronics and Informatics, May 24-27, 2018, Chisinau Moldova, Plenary
- 3) H. Mimura, M. Noyori, M. Asai, and Yoichiro Neo, “Highly aligned P(VDF/TrFE) nanofiber webs fabricated by electrospinning”, International Conference on Science and Technology of Emerging Materials, July 18-20, 2018 Pattaya, Thailand, Invited
- 4) Hidenori Mimura, “Recent Progress of Micro Field Emitters”, 17th International Conference on Global Research and Education, September 24-27, 2018 Kaunas Lithuania, Invited
- 5) H. Mimura, T. Masuzawa, Y. Neo and M. Nagao, “Recent Progress of Micro Field Emitters”, International Conference of Radiation and Emission in Materials, November 20-23, 2018. Chiang Mai, Thailand. Invited
- 6) H. Mimura, M. Noyori, M. Asai, and Yoichiro Neo, “Highly aligned P(VDF/TrFE) nanofiber fabricated by electrospinning”, 5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology, January 28-30, 2019, SRM Institute of Science and Technology, Tamil Nadu India Invited 他 15 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 8 件

【 招待講演件数 】

- ・ 真空ナノシンポジウムなど、国内外で 10 件

電子線励起アシスト超解像顕微鏡の開発

兼任・准教授 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) 差分検出法によるコントラスト増強

電子線励起アシスト顕微鏡に差分検出法を導入し、観察像のコントラストの増強を図った。本年度は、実際に差分検出系を電子線励起アシスト顕微鏡に導入した。はじめに、直径 200nm のポリスチレン微粒子を観察し、数値計算の結果と同様に差分検出では像のコントラストが向上した。次に細胞の観察を行った。その結果、差分検出を用いると高いコントラストで細胞のような透明な試料を観察できることがわかった。

【 今後の展開 】

現在、導入を行っている蛍光イメージングや差分検出法を用いて電子線励起アシスト顕微鏡の応用範囲の拡大を目指す。高い空間分解能での観察は、細胞の機能解明に非常に重要である。ここで開発しているコントラスト増強の手法の改善を行い、高分解能、高感度、高フレームレートを実現する。また、光ナノスポットを生成する蛍光薄膜部の最適化を行い、目標を実現する。

【 学術論文・著書 】

- 1) I. K. M. M. Sahib, D. Thangaraju, N. Prakash, Y. Masuda, W. Inami, Y. Kawata, Y. Hayakawa, "Photothermally Active Upconversion Core-Shell NaGdF₄:Yb:Tm@Cu Nanostructures: Synthesis and Theranostic Properties", Particle & Particle Systems Characterization, 35, 1800227-1-1800227-8, (2018).
査読あり
- 2) Taras Hanulia, Wataru Inami, Atsushi Ono, Yoshimasa Kawata, "Fluorescence lifetime measurement excited with ultraviolet surface plasmon resonance", Optics Communications 427, 266-270, (2018). 査読あり

【 解説・特集等 】

- 1) 川田善正, 居波涉, "電子線励起による超解像バイオイメージング", レーザー研究, 46(9) 500-505, (2018).

【 国際会議発表件数 】

- 1) Mykyta Kolchiba, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, "Fabrication of YAlO₃:Gd³⁺ Thin Films for Nanoimaging", FiO+LS (2018/9)
他 1 2 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) Ibrahim Khaleelullah Mohamed Mathar Sahib, Daichi Kuroda, Asahi Tanaka, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, Yosuke Shimura, Yasuhiro Hayakawa, "Construction of the NaGdF₄:Yb:Tm@Cu core-shell nanoparticles for effective bioimaging and photothermal therapy", 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 (2018 年 9 月)
他 1 7 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 電子物質化学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質化学コース)
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 (3名)、M1 (2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。本研究は、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の実用化を目指している。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、200℃以上で効率が最大になる。私たちは、この発電方式を光子支援型熱電子発電と呼んでおり、理論上のエネルギー変換効率は40%以上になる。太陽電池では、電極の温度が上がるとエネルギー変換効率が落ちるが、光子支援熱電子発電では逆に効率が上がる特徴があり、太陽電池とは異なる形態の運用が可能となる。実用化の鍵は、電子放出源となる電極開発にある。我々の研究室では、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(MoS₂)などを合成し、その特性を評価している。

【 主な研究成果 】

(1) 水素終端ナノ結晶ダイヤモンドの熱電子放出特性とバンド構造の評価

ダイヤモンド薄膜基板を熱電放出源として応用することを目的とし、マイクロ波励起水素プラズマにより水素終端したダイヤモンド薄膜基板の熱電子放出特性およびバンド構造を評価した。UPS および XPS の解析結果からダイヤモンド薄膜基板のバンド構造を検討し、熱電子放出特性との関連について考察した。ダイヤモンド薄膜基板を真空中で加熱し、昇温および降温を繰り返すと、初回昇温時のみ熱電子放出特性の大幅な向上が見られた。ダイヤモンド薄膜基板加熱時のバンド構造の変化を評価したところ、加熱により基板表面の仕事関数が大幅に減少していることを確認した。また、この仕事関数の減少は主にバンドベンドの減少によるものであるということが分かった。GCIB 照射時にもバンドベンドの減少が見られたことから、確認されたダイヤモンド薄膜基板におけるバンドベンド減少は表面に吸着していた大気中分子が脱離したことによるものであると考えられる。

(2) CVD 法による二硫化モリブデンの成長制御とプラズマ表面改質

様々な電子素子への応用を目指し、CVD 法による MoS₂ の層数制御とプラズマ処理による MoS₂ 表面上の活性化について評価および検討した。MoS₂ の層数は、主に CVD 炉内のガス圧および加熱時間に依存することが分かった。ガス圧を低下または加熱時間を短縮すると MoS₂ は多層から単層へ減少すると同時に前駆体 MoO₃ が残留したことから、基板表面付近の前駆体濃度の割合が膜質制御に重要と考えられる。また、MoS₂ をアルゴンプラズマ処理した結果、MoS₂ がスパッタされ、MoS₂ の断片化を示唆する結果が得られた。水素プラズマ処理では、MoS₂ 上の硫黄原子が水素イオンまたはラジカルと反応し H₂S として気化する水素化脱硫効果によって約 80 %

の硫黄欠陥が形成された。MoS₂の basal plane 上の硫黄欠陥は、水素発生反応における活性サイトとなると考えられ、燃料電池などの電極として応用が期待される。

(3) 予備電離電極を有する大面積誘電体バリア放電装置の開発とフッ素樹脂の表面改質

フッ素樹脂表面の接着性向上のための大面積低温処理技術の開発を目的として、大面積誘電体バリア放電装置の開発と放電特性の測定、及びフッ素樹脂の表面改質、表面特性変化について検討した。予備電離方式を用いた誘電体バリア放電装置を開発することで、大きさ 200×50 mm²の平板電極間全体に大面積かつ均一な放電が生成されることを確認した。PTFEの表面処理においてプラズマを 30 s 照射することで水接触角は 121° から 77.5° へと減少した。しかし、その後、処理時間の増加に伴う水接触角の増加が確認された。これに関して XPS を用いた表面化学組成の測定を行った結果、水接触角の減少は、プラズマ処理によって PTFE 表面に O-C-O、C-O といった親水性の官能基が生成されたことによると思われる。また水接触角の増加については、PTFE のスパッタリングによる CF₂-CF₂ フラグメントの再堆積に起因すると考えられる。

【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 (MoS₂) 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) M. Nagatsu, K. Sugiyama, I. Motrescu, M. A. Ciolan, A. Ogino, N. Kawamura, “Surface Modification of Fluorine Contained Resins using an Elongated Parallel Plate Electrode Type Dielectric Barrier Discharge Device”, Journal of Photopolymer Science and Technology **31**, No.3 (2018) 379.

【国際会議発表】

1) Akihisa Ogino, Masahiro Sugiyama, “Microwave Plasma Treatment of CVD-Synthesized Single- and Few-Layer MoS₂”, ISPlasma2019 / IC-PLANTS2019, Nagoya, Japan (2019.3.18) 18P1-36.
2) A. Ogino, K. Yasuhara and Y. Hasegawa, “Surface Investigation of Oxidized Carbon Films Prepared by Atmospheric Pressure Plasma and Low Pressure Microwave Plasma”, 40th International Symposium on Dry Process (DPS2018), Nagoya, Japan (2018.11.15) P-18. 他 2 件

【国内学会発表】

1) Kazuya Sugiyama, Akihisa Ogino, Masaaki Nagatsu, “Thermionic Emission Characteristics of Nanocrystalline Diamond Thin Film Irradiated with Microwave Excited Hydrogen Plasma”, 第 36 回プラズマプロセッシング研究会/第 31 回プラズマ材料科学シンポジウム (SPP-36/SPSM-31), 高知城ホール (2019. 1. 15) PA-17.
2) Masahiro Sugiyama, Akihisa Ogino, “Growth Control of Monolayer MoS₂ by CVD and Desulfurization of MoS₂ by MW Hydrogen Plasma”, 第 36 回プラズマプロセッシング研究会/第 31 回プラズマ材料科学シンポジウム (SPP-36/SPSM-31), 高知城ホール (2019. 1. 15) PB-4.
3) Kazuya Sugiyama, Akihisa Ogino, Masaaki Nagatsu, “Surface Characteristics of Fluorocarbon Polymers Irradiated by Large-area Dielectric Barrier Discharge with Pre-ionization Method”, 第 36 回プラズマプロセッシング研究会/第 31 回プラズマ材料科学シンポジウム (SPP-36/SPSM-31), 高知城ホール (2019. 1. 15) PA-16.
4) 内田 翔太, 安原 弘一郎, 木村 重哉, 吉田 学史, 荻野 明久, “窒化物半導体の熱電子放出特性におけるアルカリ金属吸着の影響”, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会, 東京工業大学 (2019. 3. 11) 20p-P4-11. 他 7 件

プラズモニクスを利用した高性能光デバイスの開発

兼担・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)、D2 (2名)

修士課程 : M2 (4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ます。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ます。

本研究は、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ます。

【 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時に起こる2光子吸収を金属光還元に応用し、数100nm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フィルタを提案、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。

【 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、レーザー光還元法による金属メッシュ型透明導電性膜の開発、金属ナノ結晶粒子を用いた表面プラズモン共鳴の動的制御に取り組む。

【 学術論文・著書 】

1) 小野篤史, 宮道篤孝, 亀濱博紀, 香川景一郎, 安富啓太, 川人祥二, "プラズモニックカラーフィルタを用いたマルチスペクトル撮像技術," 映像情報メディア学会誌 73, 2 243-246 (2019) .

- 2) 川田善正, 小野篤史, 居波渉, "深紫外光励起表面プラズモニクスと高感度蛍光バイオイメージング," 化学工業 70, 2, 15-20 (2019).
- 3) Seiya Toriyama, Vyantas Mizeikis, and Atsushi Ono, "Fabrication of silver nano-rings using photo-reduction induced by femtosecond pulses," Applied Physics Express 12, 015004 (2019).
- 4) Atsutaka Miyamachi, Atsushi Ono, Hiroki Kamehama, Keiichiro Kagawa, Keita Yasutomi, and Shoji Kawahito, "Multi-band plasmonic color filters for visible-to-near-infrared image sensors," Optics Express 26, 19, 25178-25187 (2018).
- 5) Taras Hanulia, Wataru Inami, Atsushi Ono, and Yoshimasa Kawata, "Fluorescence lifetime measurement excited with ultraviolet surface plasmon resonance," Optics Communications 427, 266-270 (2018).

【 特許等 】

- 1) 小野篤史 : 「金属微細構造体の製造方法」, 特願 2019-030623
- 2) 小野篤史 : 「ポリイミド微細構造体の製造方法」, 特願 2018-155259

【 国際会議発表件数 】

- ・ ISBE2018 (2018.11) など 7 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 8 件

【 招待講演件数 】

- ・ 11th-ICPEPA (2018.9) など 3 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
大学院総合化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 (創造科技学院 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) 時間分解 CMOS イメージセンサの腹腔内視鏡への応用
- (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) 時間分解 CMOS イメージセンサによるマルチパスの計測

光飛行時間に基づく距離画像計測はベースラインを取る必要がなく、小型化に適している。そこで、腹腔鏡を用いたロボット手術において安全性を向上するために腹腔の 3 次元形状計測への応用を検討している。一方、光飛行時間距離画像計測ではマルチパスと呼ばれる信号干渉が問題になる。マルチパスを生じる要因は複数あるが、多重反射と表面化散乱が支配的である。我々の研究グループで開発したサブナノ秒の時間分解能をもつ CMOS イメージセンサを利用し、腹腔を模擬した環境で生じるマルチパスの時間分解波形への影響を実測した。また、フェーザ表示を利用してマルチパスの影響を可視化した。(映像情報メディア学会情報センシング 3 月研究会)

(2) 4 タップ CMOS イメージセンサによる空間周波数領域イメージング

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。我々の研究グループでは光飛行時間に基づく距離画像計測に向けて 4 タップ画素を開発してきた。しかしマルチタップは他の応用にも有用である。生体の散乱・吸収係数をイメージングする方法として位相が異なる 3 種類の正弦波パターンを投影する方法が提案されている。4 タップ画素を適用することで、照明光があり、被写体が動く場合にもアーティファクトが生じにくいイメージングシステムを開発した。また、その有効性を実証した。(24th Int' l Symp. On Artificial Life and Robotics (AROB 24th), 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) Tomoya Nakamura, Keiichiro Kagawa, Shiho Torashima, Masahiro Yamaguchi, “Super field-of-view lensless camera by coded image sensors,” MDPI Sensors, Vol. 19, No. 6, 1329 (Mar., 2019).
- 2) Hongtao Chen, Ning Ma, Keiichiro Kagawa, Shoji Kawahito, Michelle Digma, Enrico Gratton, “Widefield multi-frequency fluorescence lifetime imaging using a two-tap CMOS camera with lateral electric field charge modulators,” J. Biophotonics, Vol. 12, Issue 5, e201800223 (May, 2019).
- 3) Futa Mochizuki, Keiichiro Kagawa, Ryota Miyagi, Min-Woong Seo, Bo Zhang, Taishi Takasawa, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, “Separation of multi-path components in sweep-less time-of-flight depth imaging with a temporally-compressive multi-aperture image sensor,” ITE Trans. on MTA, Vol. 6, Issue 3, pp. 202-211 (Jul., 2018).
- 4) Atsutaka Miyamichi, Atsushi Ono, Hiroki Kamehama, Keiichiro Kagawa, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, “Multi-band plasmonic color filters for visible-to-near-infrared image sensors,” Opt. Exp., Vol. 26, Issue 19, pp. 25178-2587 (May, 2018).
- 5) Min-Woong. Seo, Yuya Shirakawa, Yoshimasa Kawata, Keiichiro Kagawa, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, “A time-resolved four-tap lock-in pixel CMOS image sensor for real-time fluorescence lifetime imaging microscopy,” IEEE J Solid-State Circuits, Vol. 53, Issue 8, pp. 2319-2330 (May, 2018). 他 5 件

【 解説・特集等 】

- 1) 香川景一郎, 安富啓太, 川人祥二, 沖原伸一郎, “光・イメージセンサ・信号処理が相互補完するコンピュータショナル超高速イメージング”, 光アライアンス, Vol. 29, No. 9, pp. 50-54 (2018).

【 国際会議発表件数 】

- ・ Keiichiro Kagawa, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, “Multi-tap CMOS image sensors and multi-aperture cameras for biomedical imaging,” Proc. 24th Int’l Symp. On Artificial Life and Robotics (AROB 24th), OS1-3, pp. 675-678 (Beppu, Jan., 2019). 他 17 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 28 件

【 招待講演件数 】

- ・ 1 件

【 受賞・表彰 】

- 1) Tomoya Nakamura, Keiichiro Kagawa, Shiho Torashima, Masahiro Yamaguchi, 4th Int’l Workshop on Image Sensors and Imaging Systems (IWISS2018) ITE Open Poster Session Best Poster Award 1st place, “Lensless imaging by coded image sensors” (Nov. 28, 2018).
- 2) Atsutaka Miyamichi, Atsushi Ono, Keiichiro Kagawa, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, 4th Int’l Workshop on Image Sensors and Imaging Systems (IWISS2018) ITE Open Poster Session Best Poster Award 2nd place, “Multi-band plasmonic color filtering through nanostructured metal thin film for RGB-NIR sensors” (Nov. 28, 2018).

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-マイクロフォトニクス
e-mail address: kono.tetsuya@shizuoka.ac.jp



【 研究室組織 】

教 員：光野 徹也

修士課程：M2 (1名)、M1 (3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。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・構造の低コストで環境に優しいボトムアップ作製技術(ミスト CVD 法)の開拓
- (2) ナノ-マイクロ半導体結晶・構造のトップダウン作製技術の開発
- (3) ナノ-マイクロ半導体結晶・構造に発現する光特性の応用

【 主な研究成果 】

金属薄膜を堆積したサファイア基板上へのミスト CVD 法による ZnO 結晶の成長

ミスト CVD 法を用いて金属薄膜を堆積させたサファイア基板上に ZnO 結晶の成長を行った。Au, Ni 薄膜を用いた場合で ZnO 結晶の長軸方向成長が著しく促進される効果を確認した。本成長は、ミスト CVD 法下において VLS 成長が起きている可能性を示唆するものと考えられる。

【 今後の展開 】

ナノ-マイクロ半導体結晶 (ZnO をベースとした半導体結晶) とそこに発現する特異な光特性を応用した技術の開発を目指している。選択成長技術応用することによりナノ-マイクロ半導体結晶構造の制御や MgZnO 混晶を用いた量子構造の導入に向けて低コストで環境に優しいという社会の要請を満たすナノ-マイクロ半導体結晶の作製技術としてのミスト CVD 法の開拓を進める。

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会 3 件

テラヘルツ波を用いた生体計測及び産業応用

兼担・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 (3名)、M1 (2名)

【 研究目標 】

In our laboratory, we are working on biomedical and industrial applications of high frequency electromagnetic wave known as terahertz (THz) waves. Particularly, we are focusing on the following topics:

(1) Terahertz wave interaction with human skin:

The main objective of this research work is to investigate how terahertz wave interacts with human skin. For this purpose, we are investing morphological details of human sweat duct using optical coherence tomography. Besides, we are measuring dielectric properties of skin using attenuated total reflection terahertz wave spectroscopy.

(2) Terahertz metamaterial:

The applications of terahertz wave have been expanding in different fields such as biomedical science, non-destructive sensing and analysis. In order to further broaden the applications of THz wave, various optical elements such as waveplates, polarizers, absorbers are essential. In this topic, we are developing a 2D of array of 3D metallic helix which can convert linearly polarized THz wave to circularly polarized waves and acts as broadband THz wave polarizer. We are also developing terahertz wave bandstop filter using metallic helix.

【 主な研究成果 】

(1) Development of attenuated total reflection spectroscopy for human skin measurement

In order to investigate the terahertz wave interaction with human skin, we developed terahertz time domain spectroscopy in attenuated total reflection mode. Since, human sweat duct is supposed to play a major role in the THz-skin interaction, we measured the THz wave reflection from the finger when the subject is under stress. We observed the reduction of reflection in the terahertz spectra at around 300 GHz, which we believe is due to the sweat duct resonance. However, the repeatability of the results needs to be investigated further in order to confirm the sweat duct resonance.

(2) Development of broadband terahertz wave polarizer using 3D metallic helix

We developed a broadband terahertz (THz) wave polarizer which consists of a 2-dimensional array of 3-dimensional metallic helix. The helix operates in axial mode of operation where the frequency of resonance is comparable to the dimension of helix. We evaluated their performances using standard

terahertz time domain spectroscopy in transmission mode and we confirmed that the array of helix changes the linearly polarized light into circularly polarized light. The polarizer covers the frequency range from 140 GHz to 250 GHz, close to one octave. We obtained the ellipticity of circularly polarized THz wave close to unity in this frequency band.

【 今後の展開 】

In our laboratory, we will continue the studies outlined above 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 and terahertz photoacoustic imaging.

【 学術論文・著書 】

- 1) K. Takeya, R. Takahashi, T. Fukui, S. R. Tripathi and K. Kawase, "Terahertz characterization of propane hydrate Japanese Journal of Applied Physics, vol. 58, 032203, (2019)

【 国際会議発表件数 】

- 1) S. R. Tripathi, S. Takahashi and K. Kinumura, "Normal and axial mode of operation of human sweat duct in sub-terahertz frequency region" Interacademia 2018, Kaunas, Lithuania (24-27 Sept. 2018)
- 2) K. Kinumura, S. Takagi, N. Hiromoto, K. Kawase and S. R. Tripathi, "Linear to circular polarization conversion of terahertz wave using metallic helix array" 41th international conference on Infrared, Millimeter and THz wave, Nagoya, Japan (9-14 Sept. 2018)
- 3) K. Kurake, K. Kinumura, S. Takagi, N. Hiromoto and S. R. Tripathi, "Random error estimation in complex refractive index measured by transmission mode terahertz time domain spectroscopy" 41th international conference on Infrared, Millimeter and THz wave, Nagoya (9-14 Sept. 2018)
- 4) S. Takahashi, K. Kinumura and S. R. Tripathi, terahertz measurement of sweat ducts in human skin using attenuated total reflection spectroscopy, The 20th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium and 4th International conference on Nano Electronics Research and Education, Hamamatsu, Japan (27-19 Nov. 2018)

【 国内学会発表件数 】

- 1) Erik Bründermann, 廣本宣久, トリパティ サロジ、猪川洋 “生体医歯検査応用のため非侵襲・破壊テラヘルツイメージング技術の研究” 第 30 年度生体医歯工学共同研究拠点成果報告会、東京医科歯科大学 M&D タワー東京 (2019 年 3 月 8 日)

【 招待講演件数 】

- 1) S. R. Tripathi, "Frequency of resonance of human sweat ducts" JSAP-OSA joint symposium, Nagoya, Japan (18-21 Sept. 2018)
- 2) トリパティ サロジ “THz 波技術による皮膚計測 -エクリン汗腺の軸モードヘリカルアンテナの共振周波数” 日本学術振興会薄膜第 131 委員会, 第 293 回研究会 キャンパス・イノベーションセンター東京 (2019 年 2 月 28 日)

真空電子能動デバイス及びプラズモニクス応用

兼任・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



【 研究室組織 】

教 員：三村 秀典 (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 (3名)

【 研究目標 】

(1) 真空ナノエレクトロニクス

真空中を走行する電子の速度の上限は光速であり、固体デバイスでは実現不可能な超高周波デバイスの可能性を意味する。光源が乏しいサブミリ波～テラヘルツ帯では高出力な発振器・増幅器への要求が強い。高速変調バンチ電子トレイン入射によるスミス・パーセル超放射を提案し、それに必要な要素技術の開発に取り組んでいる。特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、モノ・マルチアルカリ光電面の形成を行なっている。また次世代の検査装置、露光装置に求められる電子線顕微鏡の分解能の向上、マルチビーム化に必要な不可欠な高輝度且つ大電流が放出可能な新規カソードの開発を行なっており、単結晶炭化タングステン、液体金属電子源等に注目し研究開発をおこなっている。

(2) プラズモニクス

表面プラズモン共鳴と導波路による結合共振器系により、プラズモン誘起の新しい能動素子の創生・開発を目指している。プラズモン共鳴と E0 材料を導波路モードに利用し干渉を利用したプラズモン誘導反射率可変ミラーや、色素ドーパした導波路内で増幅させる事で ATR の反射率が発散するプラズモン増幅、ナノオプティックスとして直径 1 μ m 以下の色素ドーパナノファイバーのエレクトロスピンニングによる形成、高分子の高配高化、光学特性の研究を行っている。

【 主な研究成果 】

(1) 極短パルス電子ビームの生成及び、スミス・パーセル超放射

超放射スミス・パーセルに高速変調電子ビームを使用する事を提案し、高量子効率と応答速度を兼ね備えたホトカソードの研究を行っている。NEA-GaAs 半導体、アルカリ金属光電面の開発をこれまでにやってきた。マルチアルカリ光電面による長波長化を目指す。

(2) 高輝度電界放射陰極の開発

トリウム-タングステン電界放射陰極、炭化タングステン(WC)単結晶電界放射陰極を実現した。これらにより従来の W(310)よりも高輝度な電子源を実現した。また現在では液体金属電子源を簡便な方法で再現する事に成功した。これにより W(310)と比較し 100 倍の高電流を電界放射で実現した。

(3) MIM 構造を用いた共振器結合と高速ミラーの開発

ATR 法と Metal-Insulator-Metal (MIM) 構造により、Wave guide (WG) モードと表面プラズモン共鳴 (SPR) の結合共振器を実現した。WG と SPR、及び入射光と WG とのカップリング強度、更に周波数を厳密に制御する事により、4 種類の結合モードをエネルギー座標のみならず k 空間で実現可能とした。この成果を元に高速ミラーの開発を行う。

(4) エバネッセント波増幅による表面プラズモン増幅器の基礎研究

SPASER (Surface plasmon amplification by stimulated emission of Radiation) の原理検証実験を行なっている。屈折率の虚数部を負極性にする事でエバネッセント波を増幅、再放射を初めて観察することを目的に色素ドーブ PMMA 層と表面プラズモン共鳴の結合実験を行なっている。

(5) ナノ光ファイバーの形成・応用

エレクトロスピンニング法を用いたナノファイバーのホスト材として P(VDF/Tr-FE) と PMMA を選択した。これらを後処理により C 軸に高配向したナノファイバー形成に成功している。更にゲスト材として R6G を最適な濃度で添加する事で発光ナノファイバーを作製した。ナノファイバーの伝搬光は、エバネッセント波となりセンサ応用が期待されている。ナノファイバー単体の光学特性を評価する。

【 今後の展開 】

電子ビーム応用、プラズモニクスに注目して研究を推進する。超放射スミス・パーセルでは、共振器を導入し誘導放射による高出力、プラズモン増幅では、導波路や表面プラズモン共鳴を用いない系での増幅実験を通し、エバネッセント波応用を積極的に追求していく。

【 学術論文・著書 】

- 1) Lia Aprilia, Makoto Hosoda, Ratno Nuryadi, Yoichiro Neo, Mohamad Abdul Barique, Arief Udhiarto, Djoko Hartanto and Hidenori Mimura, "Influence of water vapor on CO detection using a resonant microcantilever functionalized by Al-doped ZnO nanorods", Jpn. J. Appl. Phys. 58, SBBH09 (2019)
- 2) Tomoaki Masuzawa, Yoichiro Neo, Hidenori Mimura, Ken Okano and Takashi Yamada, "Electron emission mechanism of heavily phosphorus doped diamond with oxidized surface", Physica Status Solidi A, 216, 1801025(2019)

【 国際会議発表件数 】

- ・ SPIE Defense + Commercial Sensing, April 16th presentation, April 16-19 2018 Gaylord Palms Resort & Convention Center, Orlando, Florida, USA
- 他 14 件 含共著者

【 国内学会発表件数 】

- ・ 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 20 件 含指導学生

【 招待講演件数 】

- ・ 5 件含共著者

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
博士課程：藤森 卓巳
修士課程：M1 (3名)、M2 (3名)

【 研究目標 】

- (1) FPGA 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。

【 学術論文・著書 】

- 1) T. Fujimori, M. Watanabe, "Optically reconfigurable gate array using a colored configuration," Applied Optics, Vol. 57, Issue 29, pp. 8625-8631, Oct., 2018.

【 解説・特集等 】

- 1) 渡邊 実, 「強放射線環境下で使用できる耐放射線 FPGA」, 電気評論, pp. 50-54, 5月, 2018.

【 国際会議論文発表 】

- 1) M. Watanabe, "1 Grad radiation-hardened optoelectronic embedded system," IEEE Workshop on Silicon Errors in Logic – System Effects, March, 2019.
- 2) T. Fujimori, M. Watanabe, "Soft-error tolerance of an optically reconfigurable gate array VLSI," INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS ENGINEERING, pp. 1-6, Dec., 2018.
- 3) M. Watanabe, "Radiation-hardened optically reconfigurable gate array," Fukushima Research Conference "Radiation Hardness and Smartness in Remote Technology for Nuclear Decommissioning", Nov., 2018.
- 4) T. Hatamochi, M. Watanabe, "Radiation-hardened motor controller," Fukushima Research Conference "Radiation Hardness and Smartness in Remote Technology for Nuclear Decommissioning", Nov., 2018.
- 5) T. Yoshinaga, M. Watanabe, "Triple modular redundancy optically reconfigurable gate array,"

Fukushima Research Conference “Radiation Hardness and Smartness in Remote Technology for Nuclear Decommissioning”, Nov., 2018.

- 6) Y. Takaki, M. Watanabe, K. Sano, “Full-hardware robot controller,” Fukushima Research Conference “Radiation Hardness and Smartness in Remote Technology for Nuclear Decommissioning”, Nov., 2018.
- 7) Masaki Watanabe, Minoru Watanabe, “Many modular redundancy implementation on CPLD,” Fukushima Research Conference “Radiation Hardness and Smartness in Remote Technology for Nuclear Decommissioning”, Nov., 2018.
- 8) Shinya Fujisaki, Minoru Watanabe, “Radiation-hardened power supply unit,” Fukushima Research Conference “Radiation Hardness and Smartness in Remote Technology for Nuclear Decommissioning”, Nov., 2018.
- 9) Y. Takaki, M. Watanabe, “An optically reconfigurable gate array using four liquid crystal spatial light modulators,” IEEE CPMT Symposium Japan, pp. 185 – 188, Nov., 2018.
- 10) T. Fujimori, M. Watanabe, “Total-Ionizing-Dose Tolerance of the configuration function of MAX3000A CPLDs,” Data Workshop, Sep., 2018.
- 11) S. Fujisaki, M. Watanabe, “Radiation-hardened stabilized power supply unit based on a lithium ion battery,” Radiation and its Effects on Components and Systems conference, Sep., 2018.
- 12) A Ogiwara, M. Toda, M. Watanabe, H. Kakiuchida, “Effects of radiation exposure on volume gratings formed in liquid crystal composites,” 2018 KJF International Conference on Organic Materials for Electronics and Photonics, p. 66, Sep. 2018.
- 13) S. Fujisaki, M. Watanabe, “Ultrasonic sensor system with a 94 Mrad total-ionizing-dose tolerance,” IEEE International Conference on Semiconductor Electronics, pp. 263-266, Aug., 2018.
- 14) T. Fujimori, M. Watanabe, “A 400 Mrad radiation-hardened optoelectronic embedded system with a silver-halide holographic memory,” NASA/ESA Conference on Adaptive Hardware and Systems, pp. 218 – 224, Aug., 2018.
- 15) Toda, A. Ogiwara, M. Watanabe, “Tolerance of radiation exposure on volume gratings using liquid crystal composites, 27th International Liquid Crystal Conference (ILCC2018), pp. P4-C2-47, 2018.
- 16) T. Fujimori, M. Watanabe, “High total-ionizing-dose tolerance field programmable gate array,” IEEE International Symposium on Circuits and Systems, pp. 1-4, May, 2018.
- 17) T. Fujimori, M. Watanabe, “A 603 Mrad total-ionizing-dose tolerance optically reconfigurable gate array VLSI,” International Conference on Signals and Systems, pp. 249 – 254, May, 2018.
- 18) T. Fujimori, M. Watanabe, “An 807 Mrad total dose tolerance of an optically reconfigurable gate array VLSI,” IEEE Workshop on Silicon Errors in Logic – System Effects, , April, 2018.

【 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 7 件

【 招待講演件数 】

- 1) 渡邊 実「耐放射線・光電子デバイス」, 10 回 静岡大-核融合科学研究所連携研究フォーラム, 静岡大学, 11 月 30 日, 2018.
- 2) M. Watanabe, “Optically Reconfigurable Gate Array,” DA NEXT BIG THING ROBO, Abu Dhabi, Sep., 2018.

【 受賞・表彰 】

- 1) VDEC デザインアワード 優秀賞, 「耐放射線 FPGA」, 東京大学 大規模集積システム設計教育センター, 藤森卓巳, 2018 年 9 月 28 日.
- 2) 学生研究奨励賞, 社団法人電子情報通信学会東海支部, 榛葉大樹, 2018 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

兼任・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://wvp.shizuoka.ac.jp/nano/>



【 研究室組織 】

教 員：堀 匡寛

修士課程：M2(1名)、M1(1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といった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

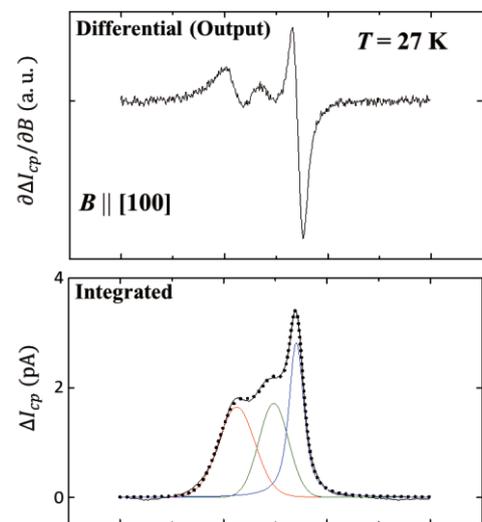
【 主な研究成果 】

チャージポンピング法は、界面欠陥の解析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、欠陥の種類や起源といった欠陥の磁氣的性質はこれまで明らかでなかった。

この課題に対して、本研究では、「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 法」を新たに立ち上げ、これをシリコン MOS 界面に適用した。本測定では、(ピコアンペア以下の) 極めて微小な信号を検出するため、ここでは特に低温、低ノイズ測定システムを構築した。

測定の結果(右図)、主要な界面(近傍の)欠陥(P_{b0} センターと E' センター)がチャージポンピング過程に寄与していることを明らかにした。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, submitted 2019.)

【 今後の展開 】



(上図)低温・低雑音 EDMR 測定システム

(下図)チャージポンピング EDMR の測定信号

上述のように、我々はシリコン中の単一量子準位における「たった 1 個の電子」を操作するための基盤技術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) Himma Firdaus, Tokinobu Watanabe, Masahiro Hori, Daniel Moraru, Yasuo Takahashi, Akira Fujiwara & Yukinori Ono, “Electron aspirator using electron–electron scattering in nanoscale silicon”, Nature Commn. 9 (2018) 4813_1-8.
- 2) Himma Firdaus, Tokinobu Watanabe, Masahiro Hori, Daniel Moraru, Yasuo Takahashi, Akira Fujiwara & Yukinori Ono, “Detection of single holes generated by impact ionization in silicon”, Appl. Phys. Lett. 113 (2018) 163103_1-5.

【 国際会議発表件数 】

- 1) M. Hori and Y. Ono, "Charge pumping EDMR on silicon MOSFETs", 5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN), SRM university, India, 28-30 January (2019). (Invited)
- 2) H. Firdaus, M. Hori, and Y. Ono, "Remote Detection of Holes Generated by Impact Ionization", The 17th International Conference on Global Research and Education (Inter-Adademia 2018, September 24-27, Kaunas University of Technology, Kaunas, Lithuania) Abstract pp.22
- 3) T. Tsuchiya, M. Hori, and Y. Ono, “Detection and Characterization of Single Near-Interface Oxide Traps with the Charge Pumping Method”, International Symposium on the Physical and Failure Analysis of Integrated Circuits (IPFA), Marina Bay Sands, Singapore, 16-19 July (2018).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 4 件

【 招待講演件数 】

- ・ ICONN、日本表面真空学会の 2 件

(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8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
- ・早川 泰弘：エネルギーデバイス関連高品質材料の結晶成長
- ・村上 健司：エネルギー変換機能材料の開発
- ・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) (11件)

岩田 太 教員

- ①潤間威史, 平成 30 年電気学会 産業応用部門大会 YPC 優秀発表賞 (Aug. 2018).
- ②吉岡正義, 大学院研究業績優秀に関する学長表彰 (Dec. 2018).

他3件

下村 勝 教員

- ①Rengarajan Abinaya, International Conference on Nanoscience and Nanotechnology 2019 (ICONN-2019), Best Oral Presentation (Jan. 2019).
- ②Rengarajan Abinaya, The 20th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium, The 4th ICNERE joint Symposium, Best Presentation Award for Young Researcher (Nov. 2018).

他2件

早川 泰弘 教員

- ①Y. Hayakawa, Lifetime Achievement Award for Research Promotion (SRMIST), 5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN 2019), (Sri Ramasamy Memorial Institute of Science and Technology (SRMIST)) (Jan. 2019).

村上 健司 教員

- ①Albertus Bramantyo, 3rd International Conference on Aerospace, Mechanical and Mechatronic Engineering (CAMME 2019), Best Student Paper Award (Feb. 2019).

(2)特許 (16件)

岩田 太 教員

登録

- ①名称:ナノニードルアレイを用いた細胞への物質導入
発明者:中村 史, 松本 大亮, 加藤 義雄, 岩田 太, 登録日: 2018.12.14

海老澤 嘉伸 教員

出願

- ①名称:LINE-OF-SIGHT DETECTION DEVICE
発明者:海老澤嘉伸, EP 17839579.4, 出願日:2019.3.8
- ②名称:LINE-OF-SIGHT DETECTION DEVICE
発明者:海老澤嘉伸, US 16/324583, 出願日:2019.2.11

他2件

公開

- ①名称:画像特徴追跡方法、視線追跡方法及び注視点追跡方法
発明者:海老澤嘉伸, 特開 2019-17491, 公開日:2019.2.7
- ②名称:眼部画像処理装置
発明者:海老澤嘉伸, WO2018/164104 A1, 公開日:2018.9.13

登録

- ①名称:PUPIL DETECTION METHOD, CORNEAL REFLEX DETECTION METHOD, FACIAL POSTURE DETECTION METHOD, AND PUPIL TRACKING METHOD
発明者:海老澤嘉伸, EP 2857939 B2, 登録日:2018.8.29
- ②名称:位置検出装置、位置検出方法、注視点検出装置、及び画像生成装置
発明者:海老澤嘉伸, 特許第 6430813 号, 登録日:2018.11.9

他6件

李 洪譜 教員

出願

- ①名称:多チャンネルファイバグレーティング、多チャンネルファイバグレーティング製造装置及び多チャンネルファイバグレーティングの製造方法
発明者:李 洪譜, 特願 2018-158581, 出願日:2018.8.27

(3)招待講演 (12件)

岩田 太 教員

- ①岩田 太, ナノ学会主催 ナノ構造・物性-ナノ機能・応用部会合同シンポジウム, 金沢 (2018.11).
- ②F. Iwata, T. Matsuura, Manipulation Automation and Robotics Small Scales (MARSS2018), Nagoya (Jul. 2018).

他2件

海老澤 嘉伸 教員

- ①海老澤嘉伸; 静岡大学産学連携協力会 科学技術講演会 浜松市(2018.8.2)

下村 勝 教員

- ①M. Shimomura, Workshop on value addition of graphite, Geological Survey and Mines Bureau, Colombo, Sri Lanka (Jun. 2018).
- ②M. Shimomura et al, 5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN2019), Chennai, India (Jan. 2019).

他1件

早川 泰弘 教員

- ①Y. Hayakawa et al., International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN 2019), SRMIST, Kancheepuram, India (Jan. 2019).
- ②早川泰弘 他, 日本セラミックス協会 第31回秋季シンポジウム 1H17, 名古屋工業大学, 名古屋市 (2018.2).

他1件

村上 健司 教員

- ①K. Murakami: 17th International Conference on Global Research and Education (Inter-Academia2018), Kaunas, Lithuania, (Sep. 2018).

李 洪譜 教員

- ①H. Li, The 11th International symposium on Photonics and Optoelectronics, Kunming, China, (2018).

(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 基盤研究(B)、企業共同研究 1件
江上 力 教員 ・文部科学省科学研究費 基盤研究(B)
海老澤 嘉伸 教員 ・共同研究1件、受託研究1件、他
清水 一男 教員 ・文部科学省科学研究費 基盤研究(B)
下村 勝 教員 ・文部科学省科学研究費 基盤研究(C)、企業共同研究 2件
早川 泰弘 教員 ・文部科学省科学研究費 挑戦的萌芽研究
李 洪譜 教員 ・研究助成 2件

(5)新聞報道（1件）

早川 泰弘 教員

- ・2018年12月15日(土)、NHK ニュース、第23回おや!なぜ?横丁科学フェス2018

(6)国際交流

岩田 太 教員

- ・アムール国立大学(ロシア・工学部協定大学)とのシンポジウムに参加

下村 勝 教員

- ・Peradeniya 大学(スリランカ)との大学間交流協定を延長
・SSSV による Peradeniya 大学(スリランカ)及び UvaWellassa 大学(スリランカ)との研究交流の実施
・Mariano Marcos State University (MMSU)訪問と大学間協定調印式への参加

早川 泰弘 教員

- ・JST さくらサイエンスプランを利用し、海外から学生を招へい

李 洪譜 教員

- ・国立研究開発法人情報通信研究機構(NICT)海外招へい研究者の受入

(7)その他、特記事項

海老澤 嘉伸 教員

- ・研究室にて開発した視線検出装置3点を、大手ガラスメーカーに納品して試用してもらい、少なくとも2点について、使用に値するという結果を得た。

表面・界面における原子スケールの構造制御

専任・教授 下村 勝 (SHIMOMURA Masaru)
光・ナノ物質機能専攻 (副担当: 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: 表面科学、電子材料工学
e-mail address: shimomura.masaru@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://ems.eng.shizuoka.ac.jp/>



【 研究室組織 】

教 員 : 下村 勝

博士課程 : P. Savidya Jayawardena (創造科技学院 D2、私費)

Wan Ibtisam Wan Omar (創造科技学院 D2、国費)

Salina Mohammad Mokhtar (創造科技学院 D2、国費)

Rajasekaran Palani (創造科技学院 D2、私費)

Nithiananth Subramanian (創造科技学院 D2、国費)

Abinaya Rengarajan (創造科技学院 D1、国費)

Kavirajan Sugumaran (創造科技学院 D1、国費)

修士課程 : 8 名

【 研究目標 】

我々のグループでは、原子・分子スケールでの構造制御に基づき、これまでにない特性を持った物質を創成することを目的としている。固体表面や界面に特有なナノ構造を創製し、その構造解析や電子物性に関する分析を行う。表面と有機分子の相互作用の解明、及びセンサー応用について研究を行う。また、新たな分析法の開発にも注力する。

- (1) 半導体基板上における有機分子吸着構造による表面ナノ構造の作製と評価
- (2) 色素増感太陽電池、ペロブスカイト太陽電池における界面構造制御に関する研究
- (3) 光電子ホログラフィー・蛍光 X 線ホログラフィによる原子配列のイメージング
- (4) グラファイト・グラフェンエッジの終端とその電子状態
- (5) ナノ構造を有する熱電変換材料に関する研究
- (6) ガスセンサーのための固体表面への分子吸着に関する研究

【 主な研究成果 】

(1) 我々は熱電変換素子用材料として MoS_2 薄膜に着目した。CVD 法によって MoS_2 をガラス基板上堆積させ、その成長様式について SEM、TEM、XPS 等によって調査することで、基板垂直方向への成長様式が変化することを見出した。現在、成長様式について明らかにするため、アルミナ等の単結晶基板を用いて、段階を追って分析をすることで研究を進めている。

(2) 室温動作ガスセンサーとして、QCM 上に酸化グラフェン/ TiO_2 ナノコンポジットを塗布したセンサーの開発を行った。ナノコンポジット化することで表面積を効率良く増加させ、化学的特徴を活かすことでガス検知感度を大幅に向上させることに成功した。

【 今後の展開 】

太陽電池、熱電変換素子などのエネルギー材料への応用を目指し、複雑なナノ構造を有する試料の分析と電子状態解析に関する研究を継続する。また、光電子ホログラフィー、蛍光 X 線ホログラフィによる特定原子周辺の原子配列イメージングを進める。グラフェン材料や分子吸着表面に関する原子スケール分析を行う。

【 学術論文 】

- 1) *Enhanced performance on capacity retention of hierarchical NiS hexagonal nanoplate for highly stable asymmetric supercapacitor*, S. Harish, A. Nirmalesh Naveen, R. Abinaya, J. Archana, R. Ramesh, M. Navaneethan, M. Shimomura, Y. Hayakawa, *Electrochimica Acta*, 283, 1053-1062, (2018).
- 2) *Ultrathin layered MoS₂ nanosheets with rich active sites for enhanced visible light*, R. Abinaya, J. Archana, S. Harish, M. Navaneethan, S. Ponnusamy, C. Muthamizhchelvan, M. Shimomura, Y. Hayakawa, *RSC Advances*, 8, 26664-26675 (2018).
- 3) *Ultra-fast photocatalytic and dye-sensitized solar cell performances of mesoporous TiO₂ nanospheres*, J. Archana, S. Harish, S. Kavirajan, M. Navaneethan, S. Ponnusamy, M. Shimomura, C. Muthamizhchelvan, H. Ikeda, Y. Hayakawa, *Applied Surface Science*, 449, 729-735 (2018).
- 4) *Erbium doped TiO₂ interconnected mesoporous spheres as an efficient visible light catalyst for photocatalytic applications*, Kamaljeet Singh, S. Harish, A. Periyanyaga Kristy, V. Shivani, J. Archana, M. Navaneethan, M. Shimomura, Y. Hayakawa, *Applied Surface Science*, 449, 755-763 (2018).
- 5) *Seebeck Coefficient of Flexible Carbon Fabric for Wearable Thermoelectric Device*, Faizan KHAN, Veluswamy PANDIYARASAN, Shota SAKAMOTO, Mani NAVANEETHAN, Masaru SHIMOMURA, Kenji MURAKAMI, Yasuhiro HAYAKAWA, Hiroya IKEDA, *IEICE TRANSACTIONS on Electronics*, E101-C/5, 343-346 (2018).
- 6) *Improvement in photo voltaic performance of rutile-phased TiO₂ nanorod/nanoflower-based dye-sensitized solar cell*, M. K. Ahmad, C. F. Soon, N. Nafariza, A. B. Suriani, A. Mohamed, M. H. Mamat, M. F. Malek, M. Shimomura, K. Murakami, *Journal of the Australian Ceramic Society*, 54, 663-670 (2018).
- 7) *Thermoelectric characteristics of nanocrystalline ZnO grown on fabrics for wearable power generator*, Hiroya Ikeda, Faizan Khan, Pandiyarasan Veluswamy, Shota Sakamoto, Mani Navaneethan, Masaru Shimomura, Kenji Murakami, Yasuhiro Hayakawa, *Journal of Physics: Conf. Series*, 1052, 012017-1-012017-4 (2019).
- 8) *Laser-induced crystalline phase transition from rutile to anatase of niobium doped TiO₂*, Edvins Dauksta, Arturs Medvids, Pavels Onufrijevs, Masaru Shimomura, Yasuo Fukuda, Kenji Murakami, *CURRENT APPLIED PHYSICS*, 19, 351-355 (2019).
- 9) *Simulation of Temperature Distribution under Periodic Heating for Analysis of Thermal Diffusivity in Nanometer-Scale Thermoelectric Materials*, N. Yamashita, Y. Ota, F. Salleh, M. Navaneethan, M. Shimomura, K. Murakami, H. Ikeda, *IEICE TRANSACTIONS ON ELECTRONICS*, E101C, 347-350 (2018).

【 国際会議発表 】

- 1) M. Shimomura, Workshop on value addition of graphite, Geological Survey and Mines Bureau, Colombo, Sri Lanka (Jun. 2018).
- 2) M. Shimomura et al, 5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN2019), Chennai, India (Jan. 2019). 他 1 件、招待講演以外 2 7 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 9 件

【 指導学生の受賞 】

- ・ 4 件

【 招待講演 】

- ・ 3 件

プローブ顕微鏡開発、ナノ加工、ナノ操作

兼担・教授 岩田 太 (IWATA Futoshi)
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: 精密機器開発、ナノ加工、ナノ計測、ナノ操作
e-mail address: iwata.futoshi@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/nanomechanics/>



【 研究室組織 】

教 員: 岩田 太

博士課程: D1 (1名)

修士課程: M2 (2名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

我々は、計測・位置決め、加工、マニピュレーションなどナノスケールでのものづくりを目指した走査型プローブ顕微鏡(SPM)技術開発について取り組んでいる。微細加工、位置決め技術のための AFM 技術や液体充填可能なナノピペットプローブを用いて先端からサブアトリットルの液体滴下を行って、ナノスケール堆積加工する手法など様々な微細加工法を開発している。また、ナノスケールの微細構造物をマニピュレーションする技術などにも取り組んでいる。

【 主な研究成果 】

(1) ケルビンフォース顕微鏡を用いた電子デバイスのオペランド計測法の開発

表面形状と表面電位測定が可能な AFM/KFM を用いて、半導体実デバイスのオペランド評価用の装置を開発した。カンチレバー先端を所望の観察位置に位置決めできるように電子顕微鏡内で動作するシステムを開発した。

(2) 光マニピュレータによるナノ微粒子局所堆積法の開発

光マニピュレータと電気泳動堆積法を組み合わせたナノ材料の局所的堆積による立体形状の開発において空間光変調器による新規微細加工法を開発した。

(3) 走査型イオン伝導顕微鏡の新規計測法および新規微細加工法の開発

液中で試料表面の帯電分布を測定する新規な測定手法を開発した(学会賞1件)。また、ナノピペットを用いた液中環境での新規微細立体造形法を実現した(学会賞2件)。

(4) ナノピペットプローブ顕微鏡による大気圧プラズマジェット(APPJ)微細加工法の開発

サブミクロンの先端開口径から APPJ 照射可能な SPM 微細加工機を開発し、添加ガスによる加工効率向上および堆積加工を実現した。

【 学術論文・著書等 】計5件

原著論文(査読有)

- 1) Yoshioka, Y. Mizutani, T. Ushiki, K. Nakazawa, and F. Iwata, "Micropillar fabrication based on local electrophoretic deposition using a scanning ion conductance microscope with a theta nanopipette", Jpn. J. Appl. Phys., 58 (2019) 046503
- 2) B. Kamihoriuchi, Y. Otsuka, A. Takeuchi, F. Iwata, T. Matsumoto, "Visualization of Sampling and Ionization Processes in Scanning Probe Electrospray Ionization Mass Spectrometry", Miss Spectrom. 7 (2) (2018) S0078
- 3) A. Yamagishi, D. Matsumoto, Y. Kato, Y. Honda, M. Morikawa, F. Iwata, T. Kobayashi, and C. Nakamura, "Direct Delivery of Cas9-sgRNA Ribonucleoproteins into Cells Using a Nanoneedle Array", Appl. Sci., 9 (2019) 965
- 4) T. Uruma, N. Satoh, H. Yamamoto, and F. Iwata, "Investigation of an n-layer in a silicon fast recovery diode under applied bias voltages using Kelvin probe force microscopy", Jpn. J. Appl. Phys. 57, (2018) 08NB11-1-5

- 5) T. Sanada, E. Tokuda, F. Iwata, C. Takatoh, A. Fukunaga, H. Hiyama, “Measurement of lateral removal force for a baked polymer particle on a glass plate”, J. Photopolym. Sci. Tec. 31 (2018) 403

【 特許等 】 1 件登録

- ・ ナノニードルアレイを用いた細胞への物質導入
発明者 中村 史、松本 大亮、加藤 義雄、岩田 太
出願人 国立研究開発法人産業技術総合研究所 出願日平成 27 年 3 月 10 日
特願 2015-04739, 特許番号 6449057 号 登録日 平成 30 年 12 月 14 日

【 国際会議発表件数 】 計 7 件

- 1) T. Uruma, N. Satoh, H. Yamamoto and F. Iwata, “ Surface Potential Measurement of a Silicon Fast Recovery Diode under Applied Bias Voltages by Kelvin Probe Force Microscopy”, The29th 2018 International Symposium on Micro-Nano Mechatronics and Human Science (MHS2018) pp.292-294 (Nagoya) 2018.12.9-12
- 2) M. Yoshioka and F. Iwata, “Micro Fabrication Technique for Three-dimensional Structures based on Localized Electrophoretic Deposition using a Scanning Ion Conductance Microscope, The29th 2018 International Symposium on Micro-Nano Mechatronics and Human Science (MHS2018), pp.289-291 (Nagoya) 2018.12.9-12
- 3) S. Yamamoto, D. Morimatsu, M. Shimomura, A. Ogino, M. Nagatsu, and F. Iwata, “Fine positioned deposition using a localized atmospheric pressure plasma jet irradiated from a nanopipette”, The8th International Conference on Positioning Technology (ICPT2018) pp.28, (Kaohsiung City, Taiwan) 2018.11.27-30
- 4) T. Uruma, N. Satoh, H. Yamamoto, and F. Iwata, “Development of Scanning Capacitance Force Microscopy using the Dissipative Force Modulation Method”, 26th International Colloquium on Scanning Probe Microscopy (ICSPM26) pp.47, (Sendai) 2018.10.21-25 その他 3 件

【国内学会発表】

- ・ 応用物理学会、精密工学会など、計 1 8 件

【 招待講演件数 】

- 1) 岩田 太, 水谷 祐輔, 牛木 辰男, “イオン伝導顕微鏡の多様な生物応用 , -エレクトロポレーション技術から帯電イメージングまで-”, 第 124 回日本解剖学会総会・全国学術集会講演シンポジウム (S17) 2019 .03. 28-29 (朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター)
- 2) 岩田 太, “Nano fabrication and manipulation using scanning probe microscopes with nanopipettes”, ナノ学会主催 ナノ構造・物性-ナノ機能・応用部会合同シンポジウム, 2018. 11. 19-20 (金沢勤労者プラザ)
- 3) F. Iwata , T. Matsuura, “Three dimensional microfabrication using local electrophoretic deposition assisted with laser trapping controlled by a spatial light modulator”, Manipulation Automation and Robotics Small Scales (MARSS2018) 2018.7.4-8 (Nagoya)
- 4) F. Iwata, “Fine Processing of materials by localized atmospheric pressure plasma jet using a scanning nanopipette probe microscope”, 第 3 回国際シンポジウム “次世代機能性材料・表面/界面物性の解明と機能探索の動向”, 2018. 06. 18-20 大阪大学銀杏会館 pp. 32-33

【 受賞・表彰 】

- 1) 浜松工業会学習奨励賞 (山本 拓哉) 2019. 03. 20
- 2) 自動車技術会 大学院研究奨励賞 (吉岡 正義) 2019. 03. 05
- 3) 大学院研究業績優秀に関する学長表彰 (吉岡 正義) 2019. 12. 20
- 4) The 20th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium, “Visualization of charge distribution of biological tissues without staining using scanning ion conductance microscopy”, Best Presentation Award (桂 悠一郎) 2018. 11. 27-29
- 5) 平成 30 年 電気学会 産業応用部門大会, “散逸力変調方式による走査型容量原子間力顕微鏡の開発”, YPC 優秀発表賞 (潤間威史) 2018. 08. 29

非線形レーザ顕微鏡

兼任・教授 江上 力 (EGAMI Chikara)
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： 光工学
e-mail address: egami.chikara@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://egami01.eng.shizuoka.ac.jp/>



【 研究室組織 】

教 員：江上 力

修士課程：M2 (3名)、M1 (4名)

【 研究目標 】

光工学を基盤とする各種レーザ計測・加工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レーザ計測・分析装置の開発から、新規光メモリの技術の開発まで、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) 偏光干渉非線形レーザ顕微鏡の開発
- (2) サブミクロン位相共役鏡による3次元イメージング
- (3) 微粒子マイクロホログラムの開発
- (4) 3次元マイクロ流路デバイスの開発

【 主な研究成果 】

(1) DDS (Drug Delivery System) のための偏光干渉非線形レーザ顕微鏡の開発

ナノ微粒子薬理輸送体や生体細胞等の有機物に静的に備わる3次の非線形光学感受率を好感度に検出することで、局所的な異方性分布をナノからサブミクロンのスケールで3次元測定するシステムを開発・提案した。実際に異方性パラメータを測定し、同システムの有機物分光分析システムへの展開を試みた。従来技術よりもさらに一段階コントラスト分解能を向上させることに成功した。

(2) サブミクロン微粒子位相共役鏡における光波カップリング

サブミクロン有機微粒子に入射する3光波間でのエネルギーの授受の観測に成功した。さらに、入射3光波の偏光状態の組み合わせを変化させることで、寄与する3次の非線形光学感受率を選択的に励起し、微粒子内部のクロモファの配向状態や密度、分布等を高精度で観測することに成功した。今後は同カップリングを使ったバイオイメージングへ応用展開する予定である。

(3) サブミクロン微粒子マイクロホログラムの開発

フォトンモード色素をドーブしたサブミクロンサイズの高分子微粒子に、対向する平面波2光波を照射することにより、波長の $1/2n$ の周期を有するマイクロホログラムを多重記録することに成功した。今後は微粒子の周りに非感光性のバッファリングを形成したメディアを3次元構造にて作成し、マイクロホログラムの記録・再生実験を行う予定である。

(4) 3次元マイクロ流路デバイスの開発

GWレーザを使った非線形時定数走査法による3次元マイクロ流路形成技術の開発を目指して研究を行った。現在までのところ、液浸型の対物レンズを使用して、通常のエアーレンズに

おける回折限界を超える直径 500nm の縦穴-横穴のハイブリッドマイクロ流路の形成に成功している。今後はより複雑な流路形状の形成とさらに直径の小さなホール形成を目指す。

【 今後の展開 】

我々は上記のように光技術を利用した新しい計測・記録システムの開発を目指している。今後の研究展開としては、より高コントラスト分解能（100 ナノメートル以下）で、より高密度（テラバイト）なシステムの開発と産業応用に力を注ぎたいと考えている。

【 学術論文・著書 】

- 1) Polymeric particle phase conjugator using degenerate four-wave mixing confocal microscopy (Naoya Matsunaga & Egami Chikara Department) Molecular Crystals and Liquid Crystals Pages 84-88 | Published online: 02 2018
- 2) Three-dimensional imaging of DDS particle with polarization interferometric confocal microscope including MEMS mirror scanner (Shota Kawasaki & Chikara Egami) Molecular Crystals and Liquid Crystals Pages 89-93 | Published online: 02 2018

【 国際会議発表件数 】

- ・ KJF2018 3件
- ・ ANNIC 2018 1件
- ・ FiO2018 1件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会 3件

ビデオカメラによる瞳孔検出技術とその応用

兼任・教授 海老澤 嘉伸 (EBISAWA Yoshinobu)
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: 視覚情報工学
e-mail address: ebisawa.yoshinobu@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.sys.eng.shizuoka.ac.jp/~ebiken/>



【 研究室組織 】

教 員: 海老澤 嘉伸
連携教員: 福元 清隆 (助教)
修士課程: M2 (4名)、M1 (4名)

【 研究目標 】

福祉医療、安全運転の向上を念頭において、ビデオカメラを用いた瞳孔検出を基本としたヒューマン-コンピュータ・インタラクション、人間の行動の監視のための方法、システムの構築およびそれらの応用研究を行っている。当面の研究目標には次のようなものがある。

- ・ 頭部に何もつけず、頭部の大きな動きや眼鏡に対応でき、暗闇内から高照度下まで連続的に検出できる注視点検出装置の開発。
- ・ そのための光源と光源発光法の提案・開発。
- ・ 瞳孔と近赤外光源の角膜反射点の相対位置から視線および画面上の注視点を検出する装置において、対象者が数メートルの広い範囲で移動しても視線を検出できる装置の開発を行う。その装置における検出できる対象者の多人数化。
- ・ 視線検出角度範囲を広範囲化する、など。

【 主な研究成果 】

- (1) ガラス板や電子基板などを市場に出す前の検査員による、傷や汚れなどの目視検査技術向上のための注視点検出装置の開発。通常は、センサを顔に取り付ける眼鏡式の注視点検出装置が使用されているが、我々の開発する環境設置型の装置において実現した。第1の装置形態は、目視検査を模擬した画像をモニター画面に表示するが、顔から画面までの距離が短いため、カメラから見た視線角度大きいため、注視点検出の精度に困難さがあったが、眼鏡を着用している被験者を含めて、大多数の検査員において十分に使用に耐える両眼の注視点検出が行えるようにできた(委託研究企業による実験結果による)。第2の装置形態では、可視光の照明を利用して手に持ったガラス板を動かしながらガラス板の傷や汚れを探し出す検査過程において、動くガラス板のどの位置に視線が向いているかを実時間で計測できる装置の開発を行った。
- (2) ドライバーの監視を目的とした場合、被験者によって瞳孔のサイズが異なり、周囲の明るさによっても瞳孔輝度に大きな変化が生じる。さらに、頭部が前後に動くとき視線検出光学系との距離が変化するため瞳孔輝度も角膜反射輝度も大きく変動する。また、左右に大きく視線を動かすと(例えば60度)、瞳孔は楕円となり、面積が小さくなる。それによっても瞳孔輝度が低下する。また、眼鏡を着用すると光の透過度が減するため瞳孔も角膜反射も暗く映る。これらの輝度は明るすぎても別の問題が生じるため、光源の発光パルス幅をリアルタイムで制御する方法を考案し、瞳孔輝度と角膜反射輝度の一定化を実現し、視線検出のロバスト性の向上と精度向上ができた。
- (3) 遠隔にある美術品などの視覚対象物を居ながらにして、リアルに観賞できる遠隔鑑賞システムの構成を試みた。遠隔にあるカメラが、観察者の瞳孔の3次元位置に応じて移動し、また、視対象物体のあらかじめ設定した3次元位置に自動的に向くような機構を試作した。ま

た、頭部を大きく左右に動かすと、面ディスプレイ画面を斜めから見るために、対象物がゆがんで見える。これを正面から見た画像に見えるようにひずみ補正して表示した。さらに、カメラが振動することを考慮して、視対象物体の背景に3個のマーカーを設置し、それが振動して映らないように表示補正を行った。画像処理は形状補正のみであるため、レンダリング技術を使用した遠隔再現に比べて画像処理コストが格段に低く、リアルタイムに観察できる。

【 特許等 】

- 1) 海老澤嘉伸, 瞳孔検出装置 (出願, 国内) 特願 2019-037722, 出願日: 2019. 3. 1
- 2) 海老澤嘉伸, 顔画像処理装置、画像観察システム、及び瞳孔検出システム (出願, 国内) 特願 2018-225770, 出願日: 2018. 11. 30
- 3) 海老澤嘉伸, LINE-OF-SIGHT DETECTION DEVICE (出願, 欧州) EP 17839579.4, 出願日: 2019. 3. 8
- 4) 海老澤嘉伸, LINE-OF-SIGHT DETECTION DEVICE (出願, 米国) US 16/324583, 出願日: 2019. 2. 11
- 5) 海老澤嘉伸, 位置検出装置、位置検出方法、注視点検出装置、及び画像生成装置 (出願, 国内) 特許第 6430813 号, 登録日: 2018. 11. 9
- 6) 海老澤嘉伸, 眼球識別装置及び眼球識別方法 (登録, 国内) 特許第 6452236 号, 登録日: 2018. 12. 21
- 7) 海老澤嘉伸, 顔検出方法、顔検出装置、及び顔検出プログラム (登録, 国内) 特許第 6452235 号, 登録日: 2018. 12. 21
- 8) 海老澤嘉伸, 視線検出方法、視線検出プログラム、顔姿勢検出システム、顔姿勢検出方法、および顔姿勢検出プログラム (登録, 国内) 特許第 6468755 号, 登録日: 2019. 1. 25
- 9) 海老澤嘉伸, 眼球計測システム、視線検出システム、眼球計測方法、眼球計測プログラム、視線検出方法、および視線検出プログラム (登録, 国内) 特許第 6346018 号, 登録日: 2018. 6. 1
- 10) 海老澤嘉伸, 回転角度計算方法、注視点検出方法、情報入力装置、回転角度算出装置、注視点検出装置、情報入力装置、回転角度算出プログラム、注視点検出プログラム及び情報入力プログラム (登録, 国内) 特許第 6324119 号, 登録日: 2018. 4. 20
- 11) 海老澤嘉伸, 瞳孔検出用光源装置、瞳孔検出装置及び瞳孔検出方法 (登録, 国内) 特許第 6327753 号, 登録日: 2018. 4. 27
- 12) Y.Ebisawa, PUPIL DETECTION METHOD, CORNEAL REFLEX DETECTION METHOD, FACIAL POSTURE DETECTION METHOD, AND PUPIL TRACKING METHOD (登録, 欧州) EP 2857939 B2, 登録日: 2018.8.29 他 公開特許 国内 1 件、国際 1 件

【 国際会議発表件数 】

- ・ 1 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 注視点検出における角膜反射検出口バスト性向上のための虹彩輝度に基づく光源の発光強度自動制御法 (横山智樹, 福元清剛, 海老澤嘉伸) DIA2019 動的画像処理実利用化ワークショップ 2019, IS2-23, pp. 363-370 (2019) (福岡県北九州市, 2019. 3. 8 発表)
- 2) カメラ姿勢を頭部姿勢に連動させた遠隔視対象物体の鑑賞システムの提案 (福元清剛, 内田和希, 海老澤嘉伸) ViEW2018 ビジョン技術の実利用ワークショップ, IS1-B7, pp. 123-128 (2018) (横浜市, パシフィコ横浜アネックス・ホール, 2018. 12. 6 発表)
- 3) 眼球回転中心と鼻孔間中点検出に基づく1カメラによる視線・頭部姿勢同時計測と2カメラを用いた計測範囲拡大 (福元清剛, 中澤勇一, 海老澤嘉伸) 第24回画像センシングシンポジウム SSII2018, IS3-24, 8 pages (2018) (横浜市 2018. 6. 15 発表) 他 1 件

【 招待講演件数 】

- ・ 静岡大学産学連携協力会 科学技術講演会 浜松市 (2018. 8. 2)

エネルギーデバイス関連高品質材料の結晶成長

兼担・教授 早川 泰弘 (HAYAKAWA Yasuhiro)
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： 電子材料科学、結晶成長
e-mail address: hayakawa.yasuhiro@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://maruhan.rie.shizuoka.ac.jp/>



【研究室組織】

教員：早川 泰弘、志村 洋介 (電子工学研究所助教)
研究員：サンダナクリシュナン・ハリッシュ (電子工学研究所研究員)
博士課程：ラマラジ・サンカー ガネッシュ (創造科技院 D3、国費)、イブラヒム カリルラ・モハメド マダルサヒブ (創造科技院 D3、私費)
修士課程：M2 (3名)
外国人研究者：インド国スリー・ラマサミ・メモリアル科学工科大学 (2名)

【研究目標】

溶液からの多元素半導体バルク結晶成長機構を解明する。熱電変換デバイス、光電変換デバイス、触媒、バイオイメージングデバイス用ナノ結晶合成技術を開発し、デバイス応用を図る。

- (1) 微小重力環境下での混晶半導体結晶成長及び結晶溶解・成長機構の解明
- (2) 熱電変換材料の開発と熱電デバイスへの応用
- (3) 酸化物半導体ナノ結晶の合成と太陽電池への応用
- (4) 硫化物ナノ結晶及び酸化物ナノ結晶合成と触媒効果の研究
- (5) 多元素半導体ナノ結晶の合成とバイオイメージングへの応用 等

【主な研究成果】

(1) 国際宇宙ステーションと中国回収衛星を用いた微小重力環境下の混晶半導体結晶成長

国際宇宙ステーション「きぼう」内の微小重力環境下において GaSb 結晶面方位の異なる 4 種類の試料 {(111)A, (111)B, (110), (100)} を用いて微小重力環境下実験を行い、種結晶と供給原料の溶解量、結晶成長速度、In 組成分布を測定した。(111)B 面試料は(111)A 面や(110)試料よりも溶解しやすく、結晶成長速度が大きくなった。電子配列モデルを用いて、結晶成長面が結晶の溶解と成長に及ぼす効果を説明した。さらに、中国回収衛星を用いた微小重力環境下において、GaSb(111)A 面/InSb/GaSb(111)A 面構造試料を用いて InGaSb 三元混晶半導体結晶成長を行なった。結晶成長温度を 650°C に設定し、均一組成で In 組成比の高い $\text{In}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{Sb}$ 結晶成長に成功した。(J.Crystal Growth(2018), npj Microgravity (2019)).

(2) 酸化物半導体ナノ結晶合成と色素増感太陽電池への応用

色素増感太陽電池(DSSC)は低価格、大面積でフレキシブル、カラー化が可能などの特長を有しており、次世代太陽電池として有望であるが、白金対極に替わる安価で高い触媒機能を有する材料の開発が課題である。水熱合成法により Ni-Mo-S@Nitrogen-doped Graphen (NG) と Cu-Mo-S@NG 結晶を合成し、特性を評価した。Ni-Mo-S@NG は電気化学特性の酸化ピーク電圧と還元ピーク電圧の差(382 mV)が白金(450 mV)や Cu-Mo-S@NG (421 mV)よりも小さく、触媒効果が高いことが示された。Ni-Mo-S@NG 又は Cu-Mo-S@NG 又は白金を対極、市販の TiO_2 を光半導体電極とし、N719 色素を用いて DCCS を作製し、光電変換効率を測定した。Ni-Mo-S@NG を用いた場合の変換効率は 2.85 % であり、白金(2.4 %)と同程度の値が得られた。(Applied Surface Science (2019)).

(3) 複合ナノ結晶合成と光触媒効果

カーボン球をテンプレートとして水熱合成法でメソポーラス TiO_2 ナノ結晶(150–200 nm)を合成した。 TiO_2 (75 mg/L)添加したメチレンブルー(10 ppm)に可視光を照射し光触媒効果を測定した結果、90 秒で 93 % が分解され、市販の TiO_2 の 3 倍高い効果を示した。(Applied Surface Science (2018)).

(4) 多元素半導体ナノ結晶の合成とバイオイメージング応用

ホット注入法により $\text{NaGdF}_4\text{:Yb:Tm/Cu}$ コア・シェルナノ結晶合成に成功し、近赤外発光特性と光熱効果を有することを明らかにした。これらのナノ結晶がバイオイメージングプローブとして有効であることを示した。(Journal of Particle & Particle Systems Characterization (2018)).

【 今後の展開 】

様々なナノ結晶合成技術を開発し、熱電変換デバイス、光電変換デバイス、触媒、バイオイメージングデバイスへ応用する。

【 学術論文・著書 】

- 1) M.Omprakash, S.Nishino, S.Ghodke, M.Inukai, R.Sobota, M.Adachi, M.Kiyama, Y.Yamamoto, T.Takeuchi, S.Harish, H.Ikeda and Y.Hayakawa, "Low thermal conductivity of bulk amorphous $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ containing nano-sized crystalline particles synthesized by ball milling process", Journal of Electronic Materials, vol.47, No.6 pp.3260- 3266 (2018).
- 2) V.Nirmal Kumar, Y.Hayakawa, M.Arivanandhan, G.Rajesh, T.Koyama, Y.Momose, K.Sakata, T.Ozawa, Y.Okano and Y.Inatomi, "Orientation-dependent dissolution and growth kinetics of InGaSb by vertical gradient freezing method under microgravity", J.Crystal Growth, vol.496-497, pp.15- 17 (2018).
- 3) R.Sankar Ganesh, Ganesh Kumar Mani, R.Elayaraja, E.Durgadevi, M.Navaneethan, S.Ponnusamy, K.Tsuchiya, C.Muthamizhchelvan and Y.Hayakawa, "ZnO hierarchical 3D-flower like architectures and their gas sensing properties at room temperature", Applied Surface Science vol.449, pp.314- 321 (2018).
- 4) J.Archana, S.Harish, S.Kavirajan, M.Navaneethan, S.Ponnusamy, M.Shimomura, C.Muthamizhchelvan, H.Ikeda and Y.Hayakawa, "Ultra-fast photocatalytic and dye-sensitized solar cell performances of mesoporous TiO_2 nanospheres", Applied Surface Science, vol.449, pp.729- 735 (2018).
- 5) Kamaljeet Singh, S.Harish, A.Periyanyaga Kristy, V.Shivani, J.Archana, M.Navaneethana, M.Shimomura and Y.Hayakawa, "Erbium doped TiO_2 interconnected mesoporous spheres as an efficient visible light catalyst for photocatalytic applications", Applied Surface Science vol.449, pp.755- 763 (2018).
- 6) D.Thangaraju, V.Santhana, S.Matsuda and Y.Hayakawa, "Fabrication and luminescence characterization of a silica nanomatrix embedded with $\text{NaYF}_4:\text{Yb}:\text{Er}:\text{Tm}@/\text{NaGdF}_4/\text{Fe}_3\text{O}_4$ nanoparticles", J.Electronic Materials vol.47, No.8, pp.4555-4560 (2018).
- 7) S.Harish, N.Naveen, R.Abinaya; J.Archana, R.Ramesh, M.Navaneethan, M.Shimomura and Y.Hayakawa, "Enhanced performance on capacity retention of hierarchical NiS hexagonal nanoplate for highly stable asymmetric supercapacitor", Electrochimica Acta, vol.283, pp.1053-1062 (2018).
- 8) I.K.Mohamed Mathar Sahib, A.Tanaka, D.Thangaraju, K.Sugimoto, Y.Shimura, W.Inami, Y.Kawata and Y.Hayakawa, "Photothermally active upconversion core-shell $\text{NaGdF}_4:\text{Yb}:\text{Tm}@/\text{Cu}$ nanostructures: Synthesis and theranostic properties", Journal of Particle & Particle Systems Characterization, 1800227 (1-8) (2018).
- 9) J.Utsumi, T.Ishimaru, Y.Hayakawa and Y.Shimura, "Reduced thermal conductivity of $\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x$ layer formed on self-assembled Sn naodots template", Semicond. Sci. Technol. vol.33, pp.124004 (1-7) (2018).
- 10) V.Nirmal Kumar, Y.Hayakawa, H.Udono and Y.Inatomi, "Enhanced thermoelectric properties of InSb: Studies on In/Ga doped GaSb/InSb crystals", Intermetallics vol.105, pp.21-28 (2018).
- 11) R.Sankar Ganesh, K.Silambarasan, E.Durgadevi, M.Navaneethan, S.Ponnusamy, C.Y.Kong, C.Muthamizhchelvan, Y.Shimura and Y. Hayakawa, "Metal sulfide nanosheet–nitrogen-doped graphene hybrids as low-cost counter electrodes for dye-sensitized solar cells", Applied Surface Science (2019) in print
- 12) J.Yu, Y.Inatomi, V.Nirmal Kumar, Y.Hayakawa, Y.Okano, M,Arivanandhan, Y.Momose, X.Pan, Y.Liu, X.Zhang, and X.Luo, "Homogeneous InGaSb crystal grown under microgravity using Chinese Recovery Satellite SJ-10", npj Microgravoty (2019) in print 他 学術論文 1 5 編 (印刷中 4 編含む)

【 国際会議発表件数 】

・International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN 2019), 2018 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices (AWAD2018), 9th International SiGe Technology and Device Meeting (ISTDM) and 11th International Conference on Silicon Epitaxy and Heterostructures など 計 3 4 件

【 国内学会発表件数 】

・応用物理学会、日本セラミックス協会、第 18 回シリサイド系半導体・夏の学校など計 1 7 件

【 新聞報道等 】

・NHK ニュース (2018. 12. 15)

【 受賞 】

- (1) Y.Hayakawa: Lifetime Achievement Award for Research Promotion (SRMIST) (January 29th, 2019) 5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN 2019) (Sri Ramasamy Memorial Institute of Science and Technology (SRMIST)) (2019.1.28).

エネルギー変換機能材料の開発

兼担・教授 村上 健司 (MURAKAMI Kenji)

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: 電子材料工学、表面電子工学

e-mail address: murakami.kenji@shizuoka.ac.jp

homepage: http://www.eng.shizuoka.ac.jp/introductions/department_3/



【 研究室組織 】

教 員: 村上 健司

博士課程: アルベルタス・ブラマンチョ (創造科技院 D3、国費)、エドウィン・ダウクシタ (創造科技院 D3、国費)、サミーラ・アッタナヤケ (創造科技院 D3、私費)

修士課程: 3名

【 研究目標 】

我々は、マイクロからナノスケールでの材料解析に基づいたエネルギー変換機能材料の開発と工学的応用を目的として研究を行なっている。大気中での薄膜形成が可能なスプレー熱分解薄膜形成 (SPD) 法を利用した色素増感型太陽電池の開発ならびに機械的エネルギーを光エネルギーに変換する応力発光材料の開発・応用を中心に、材料の評価から次世代光素子材料の開発まで、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) 色素増感型太陽電池の高性能化および実用化
- (2) ペロブスカイト型太陽電池の開発
- (3) 有機ならびに無機材料を利用した応力発光材料の開発

【 主な研究成果 】

(1) ペロブスカイト型太陽電池用酸化亜鉛 (ZnO) ナノロッド配列の最適化

ペロブスカイト型太陽電池の電子輸送層である ZnO ナノロッド配列の形成に不可欠なシード層の形成条件を詳細に検討した。XRD 及び SEM の測定・観察結果より、(1)早いスピンド速度では層構造の一様性は増すが、形成されるナノロッドの配向性が損なわれる場合があるが、(2)高密度なナノロッド形成を促し、密度及び垂直配向を向上させることを見出した。(International Journal of Technology, 10, 611-622, (2018))

(2) 一次元ナノ構造酸化亜鉛を利用した新規透明 (ZnO) 導電電極の開発

高度スプレー熱分解堆積 (APSD) 装置を利用して形成した、一次元ナノ構造ガリウム (Ga) 添加 ZnO 膜の形成条件を検討した。その結果、アルミニウム (Al) 添加の場合と異なり、ナノ構造のスプレー角度依存性が無いことを見出した。(第 79 回応用物理学会秋季学術講演会、21a-222-5、名古屋、(2018))

(3) 応力発光材料の合成に関する研究

フェナントロリンとアセチルアセトン配位子とした新規な有機応力発光材料を 70°C で合成することに成功した。この材料にテルビウム (Tb) またはユーロピウム (Eu) を添加することにより、それぞれの発光中心の電子遷移に対応した応力発光を観測するとともに、Tb と Eu を同時添加し、添加量の比を変えることにより、発光色を制御できることを見出した。

(4) TiO₂ 結晶基板表面のレーザー照射による改質

Nb 添加二酸化チタン (TiO₂) 単結晶表面のルチル相が、紫外光ピコ秒パルスレーザー照射によりアナターゼ相へ相転移する現象を詳細に検討した。その結果、転移後のアナターゼ相は配

向性を有した多結晶であり、照射量に依存した転移であることを確認した。さらに、レーザー照射によるアナターゼ／ルチルヘテロ構造形成の可能性を示唆した。(Current Applied Physics, 19, 351-355, (2019))

【 今後の展開 】

我々は研究室で作製した材料およびデバイスの詳細な評価・解析結果を通して、新規なエネルギー変換機能材料・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、作製した垂直配向 ZnO ナノロッド配列や一次元ナノ構造透明導電電極の太陽電池への応用を目指している。また、レーザー照射による TiO₂ 層の改質によるヘテロ接合型色素増感太陽電池を提案する。さらに、薄膜応力発光体のデバイス応用を検討するとともに、応力発光材料の合成方法の確立に取り組む。

【 学術論文・著書等 】

- 1) E. Dauksta, A. Medvids, P. Onufrijevs, M. Shimomura, Y. Fukuda and K. Murakami, "Laser-induced crystalline phase transition from rutile to anatase of niobium doped TiO₂", Current Applied Physics, 19, 351-355, (2019).
- 2) A. Bramantyo, K. Murakami, M. Okuya, A. Udhiarto, N.R. Poespawati, "MORPHOLOGICAL AND STRUCTURAL STUDY OF VERTICALLY ALIGNED ZINC OXIDE NANORODS GROWN ON SPIN COATED SEED LAYERS", International J. Technology, 10, 611-622, (2019).
- 3) M. K. Ahmad, C. F. Soon, N. Nafarizal, A. B. Suriani, A. Mohamed, M. H. Mamat, M. F. Malek, M. Shimomura and K. Murakami, "Improvement in photo voltaic performance of rutile-phased TiO₂ nanorod/nanoflower-based dye-sensitized solar cell", J. Australian Ceramic Soc., 54, 663-670, (2018).
- 4) H. Ikeda, F. Khan, P. Veluswamy, S. Sakamoto, M. Navaneethan, M. Shimomura and K. Murakami, Yasuhiro Hayakawa, "Thermoelectric characteristics of nanocrystalline ZnO grown on fabrics for wearable power generator", J. Physics: Conf. Ser., 1052, 012017(1-4), (2018).
- 5) N. Yamashita, Y. Ota, F. Salleh, M. Navanethan, M. Shimomura, K. Murakami and H. Ikeda, "Simulation of Temperature Distribution under Periodic Heating for Analysis of Thermal Diffusivity in Nanometer-Scale Thermoelectric Materials, IEICE Trans., E101-C, 347-350, (2018). 他 1 件

【 国際会議発表件数 】

- 1) 17th International Symposium on Transparent Conductive Materials (TCM 2018), October 14-19, Crete, Greece 他 7 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 4 件

【 招待講演件数 】

- 1) The 17th International Conference on Global Research and Education (Inter-Academia 2018) (2018.9.26)

【 受賞・表彰 】

- 1) Albertus Bramantyo(D3), 2019 3rd International Conference on Aerospace, Mechanical and Mechatronic Engineering (CAMME 2019), Best Student Paper 賞(2019.2.24)「Complete Coverage of Perovskite Materials Over ZnO Nanorods with Multiwalled Carbon Nanotubes (MWCNTs) as Hole Transport Material (HTM)」

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 (D2)
修士課程：3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、ファイバグレーティング、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) 螺旋状ファイバ回折格子の開発とそのOAMモード多重光通信システム及び高感度センシングデバイスへの応用
- (2) 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
- (3) 螺旋状多チャンネルファイバ回折格子に関する研究
- (4) 巨大な旋光性を有する螺旋状ナノファイバグレーティングの創成

【 主な研究成果 】

- (1) モード結合理論による螺旋状ファイバ回折格子 (HLPG) のスペクトル解析を明らかにした。
- (2) 炭酸ガスレーザによる螺旋状 HLPG 及び位相シフト HLPG の作製法を成功した。
- (3) 異なるヘリティを持つ直列した 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、その方案の有用性を実証した。
- (4) HLPG による広帯域光阻止フィルタを提案した。
- (5) ナノファイバグレーティング新たな設計・作製法を提案した。

【 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) 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.*, 10.1109/JLT.2019.2897314 (2019). In Press.

- 2) C. Zhu, S. Ishikami, P. Wang, H. Zhao, and #H. Li, "Optimal design and fabrication of multichannel helical long-period fiber gratings based on phase-only sampling method," *Opt. Express*, Vol. 27, No. 3, pp. 2281-2291 (2019).
- 3) C. Zhu, T. Yamakawa, H. Zhao, and #H. Li, "All-fiber circular polarization filter realized by using helical long-period fiber gratings," *IEEE Photon. Technol. Lett.*, Vol. 30, No. 22, pp. 1905-1908 (2018).
- 4) #C. Zhu, H. Zhao, and H. Li, "Mode-couplings in two cascaded helical long-period fibre gratings and their application to polarization-insensitive band-rejection filter," *Optics Commun.*, Vol. 423, pp. 81-85 (2018).
- 5) H. Zhao, C. Zhu, and #H. Li, "Design of an edge filter based on a phase-only modulated long-period fiber grating," *IEEE Photonics Journal*, Vol. 10, No. 3, p. 7102409 (2018).

【 特許等 】

多チャンネルファイバグレーティング、多チャンネルファイバグレーティング製造装置及び多チャンネルファイバグレーティングの製造方法

整理番号:18008R1001 出願号:2018-158581

【 国際会議発表件数 】

- 1) "Wideband and polarization-insensitive band-rejection filter realized by using two cascaded helical long--period fibre gratings," C. Zhu, H. Zhao, and H. Li, *ACP 2018, Hangzhou (China), M2B.6*.
- 2) "Enhancement of high-order azimuthal mode couplings in a single-helix helical long-period fiber grating by using the phase-sampling method," H. Zhao and H. Li, *The 11th International symposium on Photonics and Optoelectronics, Kunming (China)*, 2018, **Invited report**.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 電子情報通信学会 3 件

【 招待講演件数 】

- 1) "Enhancement of high-order azimuthal mode couplings in a single-helix helical long-period fiber grating by using the phase-sampling method," H. Zhao and H. Li, *The 11th International symposium on Photonics and Optoelectronics, Kunming (China)*, 2018, **Invited report**.

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
地域連携生涯学習部門)

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)

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, K. Shimizu, “Surface Modification of Stratum Corneum for Drug Delivery and Skin Care by Microplasma Discharge Treatment”, Plasma Science and Technology, Vol. 4, No. 1, pp. 24-30, 2018.
- 2) Y. Kusakabe, H. Sugiyama, S. Takenaka, Y. Suzuki, T. Maruyama, S. Naritsuka, and K. Shimizu, “Low-pressure N₂ microplasma treatment for Substrate surface cleaning prior to GaN selective growth”, Jpn. J. App. Phys., Vol. 57, No. 8, 085501, (Jun., 2018).

- 3) A. Dascalu, A. Demeter, F. Samoila, V. Anita, K. Shimizu, Lucel Sirghi, "Surface Dielectric Barrier Discharge in Closed-Volume Air", Plasma Medicine, Vol. 7, No. 4, pp. 395-406, (Mar., 2018).
- 4) K. Shimizu, Y. Kurokawa, and M. Blajan, "Fundamental Study of Hexadecane Removal by Atmospheric Microplasma", IEEE Trans. on Ind. Appl., Vol. 54, No. 1, pp. 599-604, (Jan-Feb., 2018).
- 5) K. Shimizu, S. Muramatsu, J. Kristof, and M. Blajan, "Analysis of Hexadecane Decomposition by Atmospheric Microplasma", IEEE Trans. on Ind. Appl., Vol. 54, No 1, pp. 605-610, (Jan-Feb., 2018).

【著書】

- 1) 「臭いの測定法と消臭・脱臭技術 事例集」, ISBN978-4-86104-731-2, 第7章1節, "大気圧マイクロプラズマ技術の脱臭効果", pp. 207-214, 発行 (株)技術情報協会, 2018年11月
- 2) K. Shimizu, J. Kristof, M. Blajan, "Atmospheric Pressure Plasma", edited by Dr. Anton Nikiforov, Chapter 26, "Applications of Dielectric Barrier Discharge Microplasma", pp. 14-20, Intech OpenAccess Publisher, ISBN: 978-953-307-511-2, (Nov., 2018).
- 3) K. Shimizu, M. Blajan, "Actuators", edited by C. Volosencu, Chapter 1, "Dielectric Barrier Discharge Microplasma Actuator for Flow Control", pp. 3-23, Intech OpenAccess Publisher, ISBN: 978-1-78923-429-9, (Jul., 2018).
- 4) K. Shimizu, J. Kristof, "Plasma Medicine – Concepts and Clinical Applications", edited by Y. Tutar, L. Tutar, Chapter 6, "Microplasma Drug Delivery", pp. 101-120, Intech OpenAccess Publisher, ISBN: 978-1-78923-113-7, (May., 2018).

【国際会議発表件数】

- 1) J. Kristof, T. Aoshima, M. Blajan, and K. Shimizu, "Surface Modification of Stratum Corneum for Drug Delivery and Skin Care by Microplasma Discharge Treatment", The 7th International Conference on microelectronics and Plasma Technology, (ICMAP2018), Songdo Convensia, (Incheon, Korea), WP-017, (Jul., 2018).
- 2) J. Kristof, H. Miyamoto, M. Blajan and K. Shimizu, "Effect of Plasma Treatment on Lipid Molecules in Stratum Corneum", The 45th IEEE International Conference on Plasma Science (ICOPS2018), 3C-6, (Denver, USA), (Jun., 2018).
- 3) J. Kristof, H. Miyamoto, M. Blajan, and K. Shimizu, "Effect of Plasma on Structure and Permeability of Epidermal Layer of Pig Skin", 2018 Annual Meeting of the Electrostatics Society of America, G2, (Boston, USA), (Jun., 2018). など計5件

【国内学会発表件数】

- 1) 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, 「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の調査」, 第36回プラズマプロセッシング研究会/第31回プラズマ材料科学シンポジウム, 高知城ホール, (高知県高知市), 15pA-1, (Jan., 2019).
- 2) 清水一男, 木村聡, クリストフ・ヤロスラヴ, マリウス・ガブリエル・ブラジャン, 大下貴也, 「大気圧マイクロプラズマを用いた果実類からの植物ホルモン除去と鮮度保持の研究」, 平成30年室内環境学会学術大会, 東京工業大学大岡山キャンパス, (東京都目黒区), A-17, (Dec., 2018).
- 3) 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, 「経皮ドラッグデリバリーに向けたプラズマ処理」, 静岡大学産学連携協力会第38回会員企業交流会, グランドホテル浜松, (静岡県浜松市), (Nov., 2018).
- 4) 野中大輔, マリウス・ガブリエル・ブラジャン, クリストフ・ヤロスラヴ, 米田仁紀, 清水一男, 「マイクロプラズマ電極表面上の微粒子除去の研究」, 第79回応用物理学会秋季学術講演会, 名古屋国際会議場, (愛知県名古屋市), 21a-136-11, (Sep., 2018).
- 5) 清水一男, 木村聡, クリストフ・ヤロスラヴ, マリウス・ガブリエル・ブラジャン, 大下貴也, 「大気圧マイクロプラズマを用いた植物ホルモン除去と鮮度保持の検討」, 第42回静電気学会全国大会, 東京工業大学大岡山キャンパス, (東京都目黒区), 14aC-5, pp. 215-218, (Sep., 2018). など計8件

(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 齊：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
- ・舘岡康雄：技術経営とSHIEN(支援)学
- ・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
- ・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
- ・一ノ瀬元喜：計算集団動力学
- ・臼杵深：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

講師:井上友二 様(トヨタIT開発センター、創造大学院客員教授)

講演題目:平成30年間の産業大変化

5. 日時:3月22日(金)16:00～16:30

会場:情23教室(浜松キャンパス 情報学部棟2号館2階)

講師:大久保一彦 様(NTTセキュアプラットフォーム研究所)

講演題目: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

6. 日時:3月25日(月)14:00～15:00

会場:共11教室(浜松キャンパス共通講義棟1階)

講師:飯田一朗 様(秋田県大学、創造大学院客員教授)

講演題目:サイバー・フィジカルシステム

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)
博士課程 : 鈴木 晶 (創造科技院 D3)、王 丹 (創造科技研 D1)
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) 飛行ロボット
- (3) メッシュ生成

【 主な研究成果 】

[デジタルスタイリングデザイン]

対数型美的曲線(LAC)の望ましくない性質はその形状を定める制御点を連続的に動かすと、不意に曲線が反転(flip)する場合が存在すると指摘されている。これは、LACの始点での接線方向を連続的に変化させた場合、始点から曲線が左回りで終点に到達する場合と、逆に右回りに終点に到達する場合が、カタストロフィックに起こるためである。端点での曲率が有限であると、正から負への曲率の変化や、それとは逆に負から正への変化において曲率の値が跳躍するためこの現象を回避することでできない。我々はこの現象を避けるために方向角で定義される曲線: τ -曲線を提案した。さらに、 τ -曲線の性質について議論するとともにその離散化曲線である離散 τ -曲線を提案するとともにその生成法を提案した。

対数型美的曲線(log-aesthetic curve)は高品質な曲率分布を持つ曲線として提案された平面曲線である。しかし、一般式が積分形式で与えられることから生成に時間がかかるといった問題がある。離散化した自由曲線は生成の高速化に有効であり、本研究では、この問題を解消するために、離散閉クロソイド曲線による点列補間を基に対数型美的平面曲線の離散化及び、端点と、そこでの接線方向から曲線を生成する、いわゆる G1 Hermite 内挿法を提案した。また、3次元クロソイド離散曲線による点列補間[3, 4]を基に空間曲線への拡張を行った。

[飛行ロボット]

飛行ロボットで得られる被災現場の2次元画像と被災前の3次元データである地勢データベースを用い、人工物である電柱の倒壊、自然物である河川の被災前後の水位差を検出することを目的とする。

電柱の倒壊の検出においては、電柱の画像データから幾何情報を用いて倒壊判定を行う。河川の被災状況の把握においては、増水時の画像と地勢データベースを比較することにより河川の水位差を検出する。ここで、実際に被災地で利用することを考えた場合、画像全体に処理を行ったり、

地勢データベース全体を探索したりするのは非効率であるため、飛行ロボットのセンサ情報を利用することで探索の効率化を図る。これら 2 つの被災状況の検出を行うことで、地勢データベースを用いた被災状況把握の有用性を示した。

【 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) Yasuki Miyazaki, Takafumi Hirano, Takaaki Kobayashi, Yoshihiro Imai, Shin Usuki, Yuichi Kobayashi, Kenji Terabayashi, Kenjiro T. Miura, Acquisition of Disaster Emergency Information Using a Terrain Database by Flying Robots, *Journal of Robotics and Mechatronics*, 30(3):443-452, 2018.
- 2) 井ノ口 順一, 梶原 健司, 三浦 憲二郎, 朴 炯基, Schief Wolfgang, 相似幾何における弾性曲線とその離散化・CAGD との関連について, 研究集会報告 290-S7, 非線形波動研究の新潮流 - 理論とその応用-, 九州大学応用力学研究所, pp.61-68, 2018.
- 3) 中村優人, 鈴木晶, 臼杵深, 北澤弘幸, 三浦憲二郎, “人工関節表層メッシュ構造の生成, - 幾何形状の回転対称性を利用した ABF 法の改良-,” *精密工学誌*, 84(8):731-737, 2018.
- 4) 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)
- 5) 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>.

【 解説・特集等 】

- ・特集 産業機械の高付加価値化を実現 カム機構活用の新たな展開, 蘭豊礼, 玉井博文, 三浦憲二郎, 牧野洋, 曲線軌道の設計および駆動パターンの最適化, *機械設計*, Vol.63, No.3, pp.12-17, 2019.

【 国際会議発表件数 】

- ・ International CAD Conference and Exhibition, International Conference on Precision Engineering など 4 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・曲面をいかにデザインするか? -美的曲線・曲面と相似幾何-,” 第 15 回 Kodatuno セミナー, 金沢大学, January 11, 2019.
- 2) Kenjiro T. Miura, "Aesthetic Design with Log-aesthetic Curves and Surfaces," Keimyung University, Daegu, Korea, March 25, 2019.
- 3) Kenjiro T. Miura, "Aesthetic Design with Log-aesthetic Curves and Surfaces," Global Bridge Framework for Collaborative Research and Education, UOIT and Shizuoka University, Shizuoka University, Hamamatsu, February 20, 2019.
- 4) Kenjiro T. Miura, "Aesthetic Design with Log-aesthetic Curves and Surfaces," Geometric design meeting at Hokkaido, Organizer: Shimpei Kobayashi, Hokkaido University, October 16, 17, 2018.
- 5) 三浦憲二郎, “意匠デザインのための曲線・曲面モデリング,” 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. 意匠設計から建築設計へ」, September 10, 2018.

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: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~er568583/asailab/>



【 研究室組織 】

教 員：浅井 秀樹

修士課程：M2 (3名) Indra Priyadarsini、Shahrzad Mahboubi、下村智章ほか

【 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の訓練のために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。本年度、マルチスケール問題に対応するための安定化 M-FEDT 法および、関数近似に関する研究開発を実施しました。ニューラルネットワークは、無数の現実のアプリケーションに効果的であることが示されています。それらは広範囲のパラメータから訓練することができ、より速くそして正確な解決策を提供するためのモデルとして使用することができます。トレーニングは反復プロセスであり、ニューラルネットワークを開発する上で最も重要なステップです。それは、ニューラルネットワークの出力とモデル化されている実際の応答との間の誤差が最小になるように重みを更新することを含みます。勾配ベースのアルゴリズムは、ニューラルネットワークのトレーニングに広く使用されています。それらは2つのカテゴリー - 一次法と二次または近似二次法 - に分けられます。一次方法では勾配が重み更新に使用され、二次方法では勾配と曲率の両方が重み更新に使用される。AdaGrad、RMSProp、Adam、Adasecant など、一次最適化法では最近多くの進歩がありました。将来の二次曲率情報を組み入れることで収束が改善され加速されます。しかしながら、準ニュートン (QN) 法のような二次法は、ヘッセ行列の計算のために計算上高価です。したがって、より速くより良好な収束をもたらすために、いくつかの改良がQN方法に対して提案されてきました。

【 主な研究成果 】

- (1) Stabilized Mixed Finite-Element Time-Domain Method for Fast Transient Analysis of Multiscale Electromagnetic Problems (IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 2018 Volume: 66, Issue: 10, Oct. 2018, pp.4346-456)
- (2) Implementation of a modified Nesterov's Accelerated quasi-Newton Method on Tensorflow. (ICMLA2018 2018.12)
- (3) A Stochastic Quasi-Newton Method with Nesterov's Accelerated Gradient (ECML-KDD2019.9) to appear

【 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、いわゆる人工知能（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とシミュレーション技術を融合することで、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、それらの車載用設計、メカトロニクス分野への産業応用を目指す。

【 国際会議発表件数 】

- 1) Hideki Asai: "Acceleration techniques for SI/PI/EMI simulation and exploitation to the automotive design", SSJW2018 Invited (Takamatsu) Dec.6th.2018.
- 2) Indra Priyadarsini, Shahrzad Mahboubi, Hiroshi Ninomiya, Hideki Asai:" Implementation of a modified Nesterov's Accelerated quasi-Newton Method on Tensorflow", IEEE ICMLA2018", December 2018.
- 3) Indra Priyadarsini, Shahrzad Mahboubi, Hiroshi Ninomiya, Hideki Asai:" A Stochastic Quasi-Newton Method with Nesterov's Accelerated Gradient (ECML-KDD2019.9)", ECML2019, Sept.2019.
- 4) Shahrzad Mahboubi, Indrapriyadarsini, Hiroshi Ninomiya and Hideki Asai "Momentum acceleration of quasi-Newton Training for Neural Networks", PRICAI2019, to appear.
- 5) Hideki Asai"SI/PI/EMI Simulation Technology and its Application to AI-based design"(Plenary Talk Invited), NOLTA2019, to appear

【国内学会発表件数】【招待講演件数】

- ・ 電子情報通信学会ソサイエティ大会 2018. 09（金沢）・特別講演（エレクトロニクスソサイエティ招待講演）
- ・ “SPICE 誕生から 40 年、アナログ回路シミュレータの最新動向とその将来像”（IEICE archives に VIDEO 収録）
- ・ Techno-Frontier2019, (幕張)2019. 04
- ・ Zuken イノベーションワールド 2018(横浜)2018. 10 など、計 4 件

モバイル・センサネットワーク

兼任・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://www.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 D2)

修士課程: M2 (3名)

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化・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) Collective Perception のための車両センサ情報の送信制御技術

近隣車両がカメラや LIDAR 等のセンサデータを無線通信によって共有することで、個々の車両が直接センシングできない近隣の情報を取得可能とし、安全運転支援や自動運転に役立つ Cooperative Perception 技術に関して、センサ情報の送信頻度を車両の位置関係および道路構造に応じて動的に変更することで、無線通信路の混雑を防ぎ、周辺情報の把握精度を向上する手法を開発した。シミュレーションによる評価により、車両密度が高いときに本手法によって周辺状況の把握精度を高く維持したまま、従来手法に対して大幅に無線通信路の混雑を軽減できることを明らかにした。

(2) 車々間通信による突発的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広域の車両に障害物の存在を通知し、障害物までの距離に応じた簡単な制御則に従うことで円滑に障害物を回避する手法を設計した。交通流シミュレータを使った評価により、提案手法によって障害物発生時の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。

(3) 手動運転者が混在する自動運転隊列制御手法開発のためのシミュレーション環境の開発

自動運転隊列の制御には電波による無線車々間通信が用いられるが、この通信の信頼性は自動運転隊列の安全性に影響を与える。特に意図的な電波妨害攻撃が行われた場合には通信の信頼性が大きく損なわれる。名古屋大学のグループが開発した手動運転者の混在を許容する自動隊列制御手法の評価を目指して、車々間無線通信、通信妨害攻撃、自動運転車両、手動運転車両のモデルを含むシミュレーション環境を設計した。

(4) 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 エミュレーションプラットフォームを設計・開発した。

このプラットフォームでは、本研究室で開発した Linux OS 上の仮想無線通信デバイスを用いることで、実働するアプリケーション、OS のソフトウェアをそのまま使用しつつ、端末の移動や周辺の通信状況の変化に伴う信号強度の変化や接続断が生じた場合の状況を仮想的に発生させて、ソフトウェアの挙動を確認できる。また、この仮想無線 LAN デバイスを用いたエミュレーション環境のための、共有メモリ技術を使った効率的なモニタリング手法を設計した。

(5) 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実現のための要素技術を開発した。鉄筋コンクリート製 250mm 径実験用下水管を構築し、複数種類の 5GHz 帯無線 LAN デバイスによる通信品質を調査した。この結果、これまでに確認できていた 200mm 径の塩ビ管の場合の約 2 倍の通信可能距離が獲得できることが確かめられた。また、浮流移動カメラからマンホール下のアクセスポイントへの映像伝送プロトコルの信頼性向上、無線信号強度に基づく下水管内でのカメラ位置の推定技術の開発を行った。

【 今後の展開 】

無線 LAN ベースの車々間通信の研究を発展させて、LPWA (Low Power Wide Area) 通信技術、セルラ通信を併用した災害による通信インフラ被害時の緊急通信技術の開発を進める予定である。無線 LAN エミュレーション環境の完成度が高まってきたので、これを用いて実動システムの設計開発を加速していく。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に関する研究では、これまでに開発した映像伝送プロトコルの信頼性向上と無線通信とカメラ機能を統合した下水管内観測装置を開発し、浜松市等と協力のうえ実下水管環境での実証実験を実施する予定である。

【 学術論文・著書 】

1) 加藤新良太, 高井峰生, 石原進: 無線ネットワーク TAP デバイスを用いた無線 LAN エミュレーションフレームワークの開発, 情報処理学会論文誌, Vol. 60, No. 1, pp. 27-37 (2019. 1).
他出版 1 件、採録決定 1 件

【 国際会議発表件数 】

1) Kaito Furukawa, Mineo Takai, Susumu Ishihara: Controlling Sensing Information Dissemination for Collective Perception in VANET, in proc. of The 16th Intelligent Transport Systems Asia-Pacific Forum (ITS AP Forum 2018) (May 8-10, 2018, FUKUOKA International Congress Center, Japan). 他 5 件

【 国内学会発表件数 】

・電子情報通信学会総合大会、マルチメディア通信と分散処理ワークショップなど 2 4 件

【 招待講演件数 】

・石原進, 澤野弘明: 流れる無線カメラで下水検査～浮流型無線ネットワークカメラによる省力型下水管スクリーニング検査システム開発の取り組み～, 精密工学会画像応用技術専門委員会 2018 年度第 5 回定例研究会 (2019. 1) 他 1 件

【 受賞・表彰 】

・石原進: 山下記念研究賞, 情報処理学会 (2019. 3. 15) 他 9 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
- (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、自然画像に対するヘルムホルツ-コールラウシュ効果の計算値モデルを提案し、主観評価実験により求めた測定値と比較し、有効性を検証している(The 25th International Display Workshops、The 9th International Workshop on Image Media Quality and its Application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)。

【 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。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。

【 国内学会発表件数 】

・画像センシングシンポジウムなど5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・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: 坂田 尚子(創造科学技術大学院 D3)、小坂 那緒子(創造科学技術大学院 D3)、
Pramudya Dwi Aristya Putra(創造科学技術大学院 D2)、
竹林 知大(創造科学技術大学院 D2)、黒田 友貴(創造科学技術大学院 D2)、
Nurul Sulaeman(D2)、竹本 石樹(創造科学技術大学院 D1)
修士課程: 石川 遙 (M2)、佐々木 博登 (M1)
学 部 生: B4 (4名)、B3(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た

【 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、日本の理科教育・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に依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た。同時に熊野善介の基盤研究(B)の研究代表者として昨年に継続して2019年1月に4人による米国での調査研究を行った。2018年5月に最終デジタル報告書をまとめる予定である。
- (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3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、「静岡STEMアカデミー」として、「浜松こども科学館」、「静岡科学館る・く・る」、「藤枝市生涯学習センター」、「三島北高等学校」、そして「牧之原市片山小学校跡地」において、ほぼ1ヶ月に1回のペースでSTEM教室を展開した。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進めた。さらに、8年目となった、委託事業である「ダジックアース」のプロジェクトの延長として挑戦的萌芽研究としての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。いよいよ、SDGsを基盤とした新しい静岡市環境教育基本指針を作成することとなった。
- (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、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) アジア等の科学教育・環境教育改革の支援プログラム開発

10月にカセサート大学大学院にて招聘集中講義をおこなった。文部科学大臣官房国際課とのSEAMEOの一環プロジェクトとして、11月にインドネシアのジョクジャカルタにおいて、STEM教育に関するSTEMのワークショップに招聘され、招待講演を行うとともに、ワークショップを行なった。さらに、東アジア科学教育学会副会長として、東アジアの科学教育の発展に努め、2018年の11月29日から12月3日に台湾の華香大学で開催し、キーノート講演を行った。このEASEの理事会の投票で会長に選ばれた。東アジア科学教育学会会長として、2019年度に、EASEサマースクールを静岡大学にて運営することを提案し認められた。2019年1月にはアメリカのSavannah市で開催されたASTEの国際会に参加し、博士課程の院生が3人とともに参加し、続けて、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、STEM教育改革の実態把握と、共同研究を展開した。

(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、本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3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)並びに挑戦的萌芽研究(ダジックアースを用いた宇宙地球教育)の最終年度であった)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)が合格し、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、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) Lely Mutakinati, I. Anwari, K. Yoshisuke (2018). Analysis of Students' Critical Thinking Skill of Middle School Through STEM Education Project-Based Learning, Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 7(1), 54-65.
- 2) 黒田友貴・熊野善介(2018). グローバル社会に求められる理系人材のソーシャル・スキル養成を目指したプログラムに関する研究—プログラムの開発と評価に着目して—、科学教育研究、Vol.42, No.2, 82-99.
- 3) Shoko Sakata, Yoshisuke Kumano (2018) Attempting STEM Education in Informal Japanese Educational Facilities Through the Theme of "Sand", K-12 STEM Education, Vol.4, No.4, Oct-Dec 2018, pp.401-411.
- 4) Pramudya Dwi Aristya Putra & Yoshisuke Kumano (2018) 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,.

【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)研究成果中間報告書(その2)(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. <http://hdl.handle.net/10297/00025699>

【国際会議発表件数】4件;すべて招待講演、招待ワークショップ

【国内学会発表件数】15件

・(熊野善介(2018). NGSSが推進するSTEM教育改革と科学的探究論、課題研究5-G1, 日本理科教育学会全国大会発表論文集第16号、岩手大学上田キャンパス、平成30年8月4日、p.93.などにて15件(博士課程、修士課程の学生との共同発表も含む)

【招待講演件数】4件

- ・STEM Education Workshop for Preservice Science Teachers, Room 502, Faculty of Education, Kasetsart University, October 23th-25th, 2018.
- ・Twenty First Century Skills and Beyond Skills Needed in STEM Education Innovation; 13-14 November 2018, SEAMEO Regional Centre for QITEP in Mathematics, p11., Yogyakarta, Indonesia
- ・Keynote Speech; Twenty First Century Skills and Beyond Skills Needed in STEM Education Innovation; 2018 International Conference of East-Asian Association for Science Education, National Dong Hwa University, Hualien, Taiwan, Nov. 29th to Dec.2, p8.
- ・STEM Education in Japan, Workshop on STEM Education; SEAMEO Regional Centre for QITEP in Mathematics, Yogyakarta, Indonesia, 18-22 February 2019 supported by MEXT, Japan.

【新聞報道等】

・The Owatonana Model, Owatonana'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.

【受賞・表彰】

- 1) 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

博士課程：小野佑樹 (創造科技院 D3)

修士課程：M2 (2名)、M2 (3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) アンテナ形状の自動設計
- (4) 地中レーダ

【 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開始した。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た。これまで 60 名あまりの患者の検体を測定し、各組織の導電率と比誘電率には線形性を有すること、導電率や誘電率のコントラストが小さいがんについてはデバイパラメータを抽出することによってコントラストが改善されることを見出した。

(2) 振動検出レーダの開発

ミリ波レーダを用い、電線の課電の有無を遠方で可視化する装置において、電線の特定をステレオカメラで特定する技術を開発した。また、高利得円偏波アンテナの試作・評価を実施した。

(3) アンテナ形状の自動設計

衛星通信をターゲットにした 20・30GHz 共用の平面レンズアンテナの研究を進めている。また、印刷技術を使用した金属ワイヤを使った透明アンテナの開発を進め、透過度を導電率に置き換えて電磁界解析する方法を考案し、実験によって有効性を確認した。

(4) 地中レーダの開発

地表クラッタを除去するため、超分解の到着時間推定と経験的モード分解を適用するアルゴリズムを考案し、計算機シミュレーションによって有効性を確認した。

【 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パラメータデータベース化、AI を使った病理判定アルゴリズムの検討。臨床試験装置の開発。

(2) 高電圧可視化

タブレット端末を用いる実用モデルの開発。

(3) 地中埋設物の非接触モニタリング

順解析に伝送線路モデルを適用する方法のロバスト性の向上。

(4) アンテナ関連

スマートホン、小型衛星搭載用の透明アンテナの開発。

(5) 生体モニタリング

部屋の中の人体の位置を検出して呼吸や心拍のモニタリングを行うシステムの開発。

【 学術論文・著書 】

- 1) 桑原, 尾崎, 野崎, 藤井, 乳がん検査のためのマイクロ波トモグラフィにおける予備知識の活用について, 電子情報通信学会論文誌, Vol101, No.4

【 特許等 】

- 1) 診断装置、診断方法、診断プログラム、特願 2018-158617
- 2) レーダシステム、レーダ信号処理装置、車両走行制御装置および方法、ならびにコンピュータプログラム, US 10, 067, 227 B2, 2018 年 9 月

【 国際会議発表件数 】

- ・ 6 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 6 件

【 招待講演件数 】

- ・ 1 件

【 新聞報道等 】

- ・ 浜松いわた信金産学連携大賞(中日新聞)

【 受賞・表彰 】

- ・ 浜松いわた信金産学連携大賞

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 情報学コース)
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

修士課程: M2 (1名)、M1 (2名)

【 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**
プログラムの挙動をプログラムの対象世界上で視覚化するシステムを、学習者が比較的自由に記述したプログラムに適用する手法を開発した。このシステムを大学専門課程のプログラミング教育に適用して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) **ポインタ学習のためのプログラム挙動視覚化システムの拡張に関する研究**
初学者に C 言語におけるポインタの扱いの学習を支援するために、当研究室で開発済みのプログラム挙動視覚化システムに対し、視覚化された変数・ポインタなどのオブジェクトを direct manipulation により操作可能なインタフェースへの拡張を行った (国際会議 2)。
- (3) **ディクトグロスによる日本語学習支援環境における音声処理の導入に関する研究**
協調的学習者の振る舞いをするエージェントを有するディクトグロス学習支援システムにおいて、話す技能の習得を支援するために音声処理技術を導入するなどの拡張を行った (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) Koichi YAMASHITA, Daiki TEZUKA, Satoru KOGURE, Yasuhiro NOGUCHI, Tatsuhiko KONISHI, Yukihiro ITOH, "A Learning Support System for Visualizing Behaviors of Students' Programs Based on Teachers' Intents of Instruction," Proceedings of ICCE2018, pp.761-766 (2018.11).
- 2) Satoru KOGURE, Yun YE, Koichi YAMASHITA, Yasuhiro NOGUCHI, Tatsuhiko KONISHI, Yukihiro ITOH, "A Learning Support System for Understanding Pointers in C Language Based on Program Behavior Visualization," Proceedings of ICCE2018, pp.355-357 (2018.11).
- 3) Satoru KOGURE, Toshiaki NAKAHARA, Yasuhiro NOGUCHI, Tatsuhiko KONISHI, Makoto KONDO, Yukihiro ITOH, "Application of Speech Recognition in a Japanese Dictogloss System," Proceedings of ICCE2018, pp.292-297 (2018.11).

以上 3 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 人工知能学会、教育システム情報学会、電子情報通信学会、WINF にて 4 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。

- (1) 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。
- (2) 交通管理関係組織との共同研究により、道路上に設置されたビデオカメラ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。
- (3) 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。

【 国際会議発表件数 】

- ・ Inter-Academia 2018 に 2 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本リモートセンシング学会第 65 回学術講演会など 2 件

ワイヤレスマルチメディア情報通信

兼任・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)、多田 拓太郎 (創造科技院 D3、社会人)

修士課程: M2 (1名)、M1 (2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 GSM 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 】

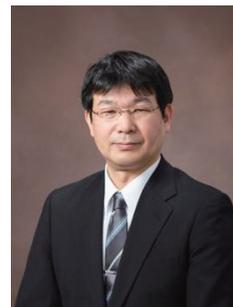
- 1) 糖尿病リスクシミュレーションシステムの開発と評価
大崎高伸, 長谷川泰隆, 伴秀行, 林剛司, 山口雅浩, 大山永昭, 杉浦彰彦
電子情報通信学会論文誌 Vol.J102-D, No.1, pp.25-33 (2019)
- 2) マルコフチェインモデルと Support Vector Machine を用いた猿のハイブリッド型出現予測
中井一文, 江崎修央, 杉浦彰彦
システム制御情報学会論文誌 Vol.31, No.12, pp.437-445 (2018)
- 3) 多段階型 CNN を用いた自動車用タイヤ内面部における欠陥識別
多田拓太郎, 杉浦彰彦
電気学会論文誌 C Vol.138-C, No.12, pp.1586-1594 (2018)
- 4) 顔の物理的特徴量による顔選好判断における自己顔の影響
原田晋吾, 杉浦彰彦
日本知能情報ファジィ学会誌 Vol.30, No.2, pp.501-508 (2018)

【 国内学会発表件数 】

・電気・電子・情報関係学会、電子・情報・通信学会など 6 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 (D1、社会人)
修士課程：M2 (1名)、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) 形状知識を用いた弾性マッチング手法の開発
- (2) 書体の自動生成アルゴリズムの開発
- (3) Linked Data と IIIF による映像アーカイブ化手法の開発

【 主な研究成果 】

(1) 形状知識を用いた弾性マッチング手法の開発

ディープラーニングによって生成された画像ベースの書体を、アウトライン化するために書体の形状知識を用いた弾性マッチング手法を開発した。

(2) 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、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。

(3) 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を行った。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 4K 画質で撮影して、データベース化した。

【 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、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、西浦田楽に関する田楽のアーカイブと、西浦田楽に関する研究のアーカイブを LOD など公開可能なデータベースとして構築することを目指す。

【 学術論文・著書 】

杉山岳弘，大野祐，牧山宅矢，森田武史，小薬洋昭，手嶋秀之，山口高平，高速道路からの立ち寄り観光推薦アプリの開発および実証実験，観光情報学会論文誌「観光と情報」，第14巻，第1号，pp. 27-42，2018

【 国内学会発表件数 】

・観光情報学会、第24回シンポジウム「人文科学とコンピュータ」、情報処理学会など5件

【 新聞報道等 】

- 1) 静岡新聞 (2018.12.4)
- 2) 静岡新聞 (2019.3.19)

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、インタラクシオンデザイン
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: エリーナ・リエノビタ (D3 私費)、坂本孝文、吉岡源太、山田雅敏 (社会人)

修士課程: M2 (2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オン場面 (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オ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オ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オン構造を構築しようとするのが明らかになった。

(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

人間は他人のためになることをすることで自らの自尊感情を高めることができる。この特性を利用することで学習者間において教えることに対する動機付けをし、教えられた学習者も別の学習者に対しては教えることができる学習者間のインタラクシオンが活性化する学習環境を構築した。

【 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オ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, 坂本勝信, 砂子岳彦, 竹内勇剛: ラグビー高校日本代表チームで使用され

た疾走に関する集団語の成立過程の考察, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 21, No. 1, pp. 97-109 (2019).

- 2) 宮越規彰, 竹内勇剛: Web フォントを用いた書体変化による WWW のテキストコンテンツ閲覧者の行動への効果, 電子情報通信学会和文論文誌(A), Vol. J102-A, No. 2, pp. 93-105 (2019).
- 3) 山田雅敏, 里 大輔, 遠山紗矢香, 竹内勇剛: ランニングコーチから指導を受けた球技選手の疾走に対する認知変容, 電子情報通信学会和文論文誌(A), Vol. J102-A, No. 2, pp. 15-25 (2019).
- 4) 遠山紗矢香, 竹内勇剛: STEAM 教育としての協調的な音楽創作活動とその評価の提案~児童の自尊感情の変化に着目して~, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 20, No. 4, pp. 397-412 (2018).
- 5) 吉岡源太, 竹内勇剛: 互恵的な関係を築くための配慮に基づく身体的なアプローチ, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 20, No. 4, pp. 417-426 (2018).
- 6) Rienovita, E., Taniguchi, M., Kawahara, M., Hayashi, Y. & Takeuchi, Y.: Implementation of Interactive Peer Learning Environment Enhances Learners' Self-Esteem and Self-Efficacy, International Journal of Learning Technologies and Learning Environments, Vol.1, No.1, pp.1-24 (2018).

【 国際会議発表件数 】

- ・ 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 16 件

【 新聞報道等 】

- ・ 1 件

【 受賞・表彰 】

- ・ 電子情報通信学会ヒューマンコミュニケーション賞 (山田雅敏・竹内勇剛)

技術経営と SHIEN（支援）学

兼担・教授 館岡 康雄 (TATEOKA Yasuo)
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)
専門分野： 技術経営、経営戦略、SHIEN（支援）学、組織開発、
キャリアデザイン
e-mail address: tateoka@sys.eng.shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.second-sun.org/>



【 研究室組織 】

教 員：館岡 康雄

博士課程：吉越 光代（創造科技院 D3）、森本 弘明（創造科技院 D3）

修士課程：M2（2名）

【 研究目標 】

これからのマネジメントの新概念として「支援（SHIEN）」を提唱する。企業の活動がグローバル化してきており、またその活動の変化のスピードも一昔まえとは比べものにならないほど速くなった。このようなビジネス環境では、不確実性や複雑性が高まるため、まったく予想さえしなかったことが普通に発生してくる。こうした環境下では、従来の管理的経営は破綻する。このような文脈の中で「相手を助ける」ということはどのような意味をもってくるのだろうか。西洋的な管理や形（外側）を重視したものの進め方、考え方が行き詰ってきた中、それに変わりうる、あらたな経営のありかたを、SHIEN 概念を機軸に展開している。さらに、本年度は、良い関係性が組織の成果を高めることは、従来の研究で分かっていたが、ではその関係性を変えるには構成員の日々の実践から無意識に構成されている意識を変える必要があることを明らかにした。その意識の変化に SHIEN 原理が極めて有効である。

【 主な研究成果 】

(1) パラダイムシフトと SHIEN（支援）学

時代の変化をパラダイムシフトとして捉え、現在の潮流は「リザルトパラダイム」から「プロセスパラダイム」へ、そして将来は「プロセスパラダイム」から「コーズパラダイム」へ移行すると定義している。既に明らかになっている SHIEN ワークショップによる関係性のドラステックな向上、してもらう・してあげることの交換による温かさの共有、それらにより複雑な問題がいと容易く消えていく原理を昨年度は複数の組織の複数の問題に適用した。今年度は、これを発展させ、多様化、多文化調整問題の背後にある価値観は、各自がもつ意識の変化が、「してもらう・してあげる」方向に変わることによって、達成されることが明らかになった。また、このような在り方が、幸福に繋がることを示し、(SHIEN 学会、研究発表大会でこれらの成果を、幸福学と共に発表した (GIC、2018. 12. 9)。

(2) SHIEN アカデミー静岡（一般社団法人）設立と展開

昨年度は、広島に本社をおく食品関連の会社と滋賀に本社を置く建設関連の会社で組織変容を実施した。さらに、本年度は岩手の病院、東京の上場企業などで SHIEN 原理が取り上げられ、組織文化の変容に取り組み、大きな効果を認められた。また、海外にも SHIEN-ology (SHIEN 学) が紹介された。具体的には、日瑞国交樹立 150 周年にあたる本年、記念イベントの基調講演で SHIEN 学が紹介され、SHIEN 相談会という助け合うワークショップが大きな反響を齎した。当初、助け合う SHIEN ワークショップは、個が確立しているスウェーデンでは、悩みを他人に話すことはないと言われ、この相談会は失敗すると一部で言われていたが、実施してみると、
・親や親友にも話したことの無い悩みに対して、他人が寄り添ってくれて本当に温かな気持ちになった。

・人を助けると、自分が幸せになることがわかった。

など、多くのポジティブな反響が寄せられた。

また、ミャンマーの経営者に SHIEN 学が紹介されて、こちらも今の時代に求められる「在り方」として、大きな反響を巻き起こした。例えば、

・「ICT などの急速な進展の中で、SHIEN 学はこれからの経営に最も必要な考え方である」など。

これらにより、北欧社会、アジアにおいても、SHIEN 学の有効性が検証された。

(3) 拡大成長型組織から持続可能型組織へ；組織の持続可能性に関する研究

100 年以上続いている企業を老舗、200 年以上続いている企業を長寿企業という。世界には 9000 社程度の長寿企業があるが、日本にはその半分がある。なぜ、日本にそのように多いのか、また、持続可能性のエッセンスは不明な点が多い。昨年度明らかになった、問題の発生に裏側には見えない部分（気持ちやあり方）の偏りが最初にあることが明らかになったが、長寿企業は、「してもらおう・してあげる」ことが交換される文化があり、意識が整っていることが分かってきている。

【今後の展開】

SHIEN 学を深め、20 世紀的な管理を中心にすえた経営学に換わりうる新たな経営学を構築中。31 年度以降は、組織の構成員が主体的に互いの力を引き出しあって、貢献しあうようになる、SHIEN 学の本質に参加者の意識と意識同士の相互作用がどのように関係しているのかを明らかにする。また、コースパラダイムが主体的に起こる原理に、この「意識の間」がどのように働くのかに迫っていく。

【学術論文・著書】

- 1) 森本弘明、館岡康雄 (2018)、「適切行動の理に関する研究—利他の精神の認識と適切行動」、『実践危機管理』、Vol. 33, pp. 125-132.
- 2) 吉越光代、館岡康雄 (2018)、「看護職者の能力を活かし合う看護管理のあり方に関する研究—組織活性化に向けた研修システムの検討—」、第 49 回日本看護学会—看護管理—学術集会論文集印刷中。
- 3) 吉越光代、館岡康雄 (2018)、「看護職者の能力を活かす看護管理のありかた；看護管理者の組織活性化に向けた人材育成に関する実践報告—」、2018 年度、認定看護管理者会優秀論文集 印刷中。 他 2 件

【国内学会発表件数】

- 1) 吉越光代、館岡康雄 (2018)「看護職者の能力を活かし合う看護管理のあり方に関する研究—組織活性化に向けた研修システムの検討—」第 49 回日本看護学会学術集会、2018 年 8 月 9 日 - 10 日：仙台国際センター（宮城県・仙台市）。
- 2) 吉越光代、館岡康雄 (2018)「看護職者の能力を活かし合う看護管理のあり方に関する研究—人材育成に向けた SHIEN マネジメント介入による質的研究—」第 13 回医療の質・安全学会学術集会、2018 年 11 月 24 日・25 日、名古屋国際会議場。 他 7 件

【招待講演件数】

- 1) 日瑞外交樹立 150 週記念イベント（スウェーデン）、「KINDNESS AND SHIEN FOR A NEW AGE: SHIEN-ology and the paradigm shift」（ストックホルム）。
- 2) 経済同友会静岡発表大会、「個を大切に事業も地域も花開く～第 3 スペースからの招待状～」(沼津)。
- 3) 「新しい時代を拓く SHIEN 学」第 14 回 SHIEN 学会研究発表大会（品川）。 他 19 件

【新聞報道等】

「会社に花を咲かせる SHIEN 学という科学のすすめ」、『致知』平成 30 年 7 月号、pp. 32-36.

ユーザの特性を利用した情報セキュリティ技術

兼任・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://wvp.shizuoka.ac.jp/nishigaki/>



【 研究室組織 】

教 員: 西垣 正勝

博士課程: 小林 信博 (D3、社会人)、小川 哲司 (D3、社会人)、二村 和明 (D3、社会人)
加賀 陽介 (D3、社会人)、原田 博子 (D2、社会人)、西川 弘毅 (D1、社会人)

修士課程: M2 (4名)、M1 (3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、昨年に引き続き、主に以下の研究テーマに対して研究を行った。

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

【 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) 人間(ユーザ)と機械(不正プログラム)を識別する認証(CAPTCHA)方式

人間が有する高度な認知能力を活用することによって、人間と機械の識別を可能とするクイズ(CAPTCHA)を実現する。近年は機械学習による物体認識能力が向上しており、人間のより高度な認知能力を利用した画像CAPTCHAであっても、マルウェアの正答率が人間の正答率に近付いてきている。機械学習攻撃耐性の強化を達成するためには、CAPTCHAタスクをユーザに複数回行わせる方法が平易かつ有効であるが、タスクの単純な繰り返しは利便性を著しく低下させてしまう。この問題に対し、エンターテインメント性をCAPTCHAに融合することによって、ユーザのメンタル負荷を増加させずに、ユーザにCAPTCHAタスクを繰り返させる方式を検討してきている。今年度は、その具体的な形態として、迷路型のCAPTCHAを提案し、ユーザ実験を通じてその可用性を評価した。

(2) 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。

【 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) 神農泰圭, 土屋貴史, 大木哲史, 高橋健太, 尾形わかは, 西垣正勝 : 計算機援用セキュリティスキームの一般的構成法, 情報処理学会論文誌, Vol. 59, No. 9, pp. 1557-1569 (2018. 9).
- 2) 佐野絢音, 藤田真浩, 西垣正勝 : 機械解読耐性の向上とユーザのメンタル負荷軽減を両立する CAPTCHA 出題形式の検討, 情報処理学会論文誌, Vol. 59, No. 12, pp. 2166-2179 (2018. 12).
- 3) 加賀陽介, 藤尾 正和, 長沼健, 高橋健太, 村上隆夫, 大木哲史, 西垣正勝 : トランザクションの本人性を確認できる分散台帳技術の提案 , 情報処理学会論文誌, Vol. 60, No. 1, pp. 130-146 (2019. 1).
- 4) Kenta Takahashi, Takahiro Matsuda, Takao Murakami, Goichiro Hanaoka, Masakatsu Nishigaki: Signature schemes with a fuzzy private key, International Journal of Information Security, Springer (2019.2). DOI: 10.1007/s10207-019-00428-z 他、計 8 件

【 特許 】

- 1) 西川弘毅, 山本匠, 河内清人, 上原航汰, 西垣正勝 : メール検査システム、メール検査方法およびメール検査プログラム, 特願 2018-188821, 2018.10.04 出願.

【 国際会議発表 】

- 1) Toshiki Honda, Kohei Mukaiyama, Takeharu Shirai, Tetsushi Ohki, Masakatsu Nishigaki: Ransomware Detection Considering User's Document Editing, Proceedings of 2018 International Conference on Advanced Information Networking and Applications, pp.907-914 (2018.5)
- 2) Nobuhiro Kobayashi, Koichi Shimizu, Tsunato Nakai, Teruyoshi Yamaguchi, Masakatsu Nishigaki: Intrusion Detection Method Using Enhanced Whitelist Based on Cooperation of System Development, System Deployment, and Device Development Domains in CPS, Proceedings of 2018 International Conference on Network-Based Information Systems, pp.430-444 (2018.9).
- 3) Kota Uehara, Kohei Mukaiyama, Masahiro Fujita, Hiroki Nishikawa, Takumi Yamamoto, Kiyoto Kawauchi, Masakatsu Nishigaki: Basic Study on Targeted E-mail Attack Method Using OSINT, Proceedings of 2019 International Conference on Advanced Information Networking and Applications, pp.1329-1341 (2019.3). 他、計 9 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 20 件

【 新聞報道等 】

- ・ WEB ニュースコメント : 「私はロボットではありません」画像選択の難易度が高すぎない? 理由を専門家に聞いた, FNN プライムオンライン
2018/11/15, <https://www.fnn.jp/posts/00388280HDK>

【 受賞・表彰 】

- ・ 西垣正勝、情報処理学会フェロー (2018. 6. 6)
- ・ Keisuke Inoue, Toshiki Honda, Kohei Mukaiyama, Tetsushi Ohki, Masakatsu Nishigaki: Automatic Examination-based Whitelist Generation for XSS Attack Detection, Best Paper Award of 2018 International Conference on Broad-Band Wireless Computing, Communication and Applications (2018.10) 他、計 5 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://lab.inf.shizuoka.ac.jp/nisimura/>



【 研究室組織 】

教 員 : 西村 雅史

修士課程 : M2 (3名)、M1 (5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) 新型咽喉マイクによる食事行動の認識

「食べる」に関する行動を正確にモニタリングするため、「コンデンサー型咽喉マイク」を
新たに開発した。これを用いて嚥下や咀嚼に関連した行動を自動認識・分析するための手法に
ついて検討した。特に、このマイクを利用して、介護者が高齢者の嚥下を容易かつ実時間で確
認できる装置を新たに開発した。また、弱ラベルと呼ぶ大まかなラベル付き行動データを容易
に収集できる方法を新たに提案し、そのようなデータでも学習可能な DNN と組み合わせること
で、少ない労力で収集した大量の学習データを用いて、高い認識性能を実現することができた。
今後はさらに複雑な食事行動について検討する予定である。

(2) ロボットとの会話音声における認知症者の特徴分析

軽度認知症者を含む高齢認知症者とヒューマノイドロボットとの雑談会話を収録し、そこに
現れる認知症者の特徴を健常者と比較した。予備的検証の結果、発話開始までの時間長に有意
な差が見られることがわかった。今後、さらに多くのデータを収集して分析を行う予定である。

【 今後の展開 】

多人数会話の認識やロボット対話システムによる情報収集、音声分析に加え、口腔・嚥下機能
を中心とした行動モニタリング手法に関する研究開発を継続する予定である。また、聴覚障害者
に対する支援システムについても引き続き検討を行う。

【 学術論文・著書 】

- 1) Takashi Fukuda, Osamu Ichikawa, Masafumi Nishimura, "Detecting breathing sounds in realistic Japanese telephone conversations and its application to automatic speech recognition," *Speech Communication*, Vol.98, pp.95-103, (2018.4).
- 2) 古川大輔, 村西幸代, 石渡智一, 長尾圭佑, 根本雅也, 香川哲, 高山亜希子, 山下大貴, 西田昌史, 西村雅史, 黒岩眞吾, “咽喉マイクを使用した摂食嚥下検診用アプリの開発,” *全国自治体病院協議会雑誌*第 57 巻, 4 号, pp. 98-102 (2018.4). (分科会推薦最優秀演題)

【 国際会議発表件数 】 3 件

【 国内学会発表件数 】 26 件

【 招待講演件数 】 1 件

【 受賞・表彰 】

- 1) * 全国自治体病院協議会分科会推薦最優秀演題, “咽喉マイクを使用した摂食嚥下検診用アプリの開発,” *全国自治体病院協議会雑誌*第 57 巻, 4 号, pp. 98-102 (2018.4).

【 受賞・表彰 】 指導学生の受賞 (論文賞、奨励賞など)

- 1) * 情報処理学会第 81 回全国大会学生奨励賞, 鈴木貴仁, “咽喉マイクを用いた大語彙音声認識のための知識蒸留” (2019.3)
- 2) * 情報処理学会第 81 回全国大会学生奨励賞, 阿部元樹, “人型ロボットとの音声対話にみられる認知症者の発話特徴分析” (2019.3)
- 3) * 情報処理学会第 81 回全国大会学生奨励賞, 阿部太樹, “中咽頭部収録音と LSTM-CTC を用いた咀嚼回数の自動推定” (2019.3)
- 4) * 情報処理学会第 81 回全国大会学生奨励賞, 杉浦知也, “視覚障がい者による仮名漢字変換のための説明語辞書の作成支援に関する検討” (2019.3)
- 5) * IEEE Nagoya Section 学生奨励賞, 阿部元樹, “人型ロボットとの雑談対話における認知症者の特徴に関する予備的検討,” (2019.1)
- 6) * 電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会奨励賞, 坂本優太, “2チャンネル咽喉マイクを用いた嚥下音の認識,” (2019.1)
- 7) * 日本音響学会 2018 年春季研究発表会学生優秀発表賞, 矢島義久, “聴覚障がい者を対象とした競技場の音の可視化に関する検討,” (2018.6)

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



【 研究室組織 】

教 員：能見 公博

修士課程：M2 (2名)、M1 (2名)、留学生 (1名)、研究支援員 (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 2020 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) 超小型軌道エレベータ衛星 STARS-Me の打ち上げ

宇宙エレベータは人類の夢であり、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、超小型衛星で実施する計画としています。

(2) 超小型天体望遠鏡衛星 Stars-A0 の開発

CubeSat によるお手軽な軌道上望遠鏡により撮影した写真の大容量データをアマチュア無線でダウンリンクする超小型衛星を開発しました。2018 年 10 月 29 日に H-IIA ロケットにより打ち上げられました。打ち上げ直後にはモールス信号が強い電波で送られてきて衛星起動に成功しましたが、電波が止まる不具合が発生しました。その後 4 ヶ月程度にわたる復旧作業により、無事復旧することができ、2019 年 4 月現在運用継続中です。4 ヶ月の電波停止からの復旧は世界的にみても例がなく、日本の大学の運用復帰能力を示したとも言えます。

(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、2019 年度の打ち上げを目指してプリプロジェクト化されました。基本的には 4 つの脚を有する着陸機であり、脚配置、脚弾性、着陸条件を考慮したシミュレーション解析により、着陸方法を絞り込みました。その方法はメインの脚 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、現在、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。月と比較すると非常に小さく、はやぶさなどが目指す小惑星と比較すると大きい重力天体への着陸に関して、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) 将来型月惑星着陸機実験プラットフォームの構築

国内では様々な着陸方式が提案されています。当研究室では JAXA 工学委員会のリサーチグループとして、全国の大学等が着陸方式の評価を同じ土俵で行うことを目的として、共通の実験装置を開発しました。

【 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 3 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を確認していくことを目指します。

【 学術論文・著書 】

- 1) 森川 竣平; 江口 光; 河野 太郎; 丸 祐介; 能見 公博; 澤井 秀次郎, 「小型月着陸機のための大きな姿勢変化を伴う着陸手法」, 航空宇宙技術, Vol. 17, 105-114, 2018/03/30.
- 2) Yoshiki Yamagiwa, Masahiro Nohmi, Yoshio Aoki, Yu Momonoi, Hiroataka Nanba, Masanori Aiga, Takeru Kumao, Masahito Watahiki, "Space Experiments on Basic Technologies for a Space Elevator Using Microsatellites," Acta Astronautica, 138C (2017), pp. 570-578.

【 特許等 】

- 1) 発明の名称: 人工衛星 (小型衛星搭載用フィルムアンテナ), 出願番号: 特願 2012-158243, 発明者 能見公博, 大井克己, 特開 2014-19238, 登録番号: 特許 5991578 号 (平成 28 年 8 月 26 日), 特許権者 国立大学法人静岡大学 (2018/06/12 に香川大学から譲渡)

【 国際会議発表件数 】

- ・ 27th International Symposium on Space Flight Dynamics など 8 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 宇宙科学技術連合講演会など

【 新聞報道等 】

- ・ STARS-Me および Stars-A0 の記者発表 (完成、打ち上げ、運用公開等) を実施。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
homepage: <http://dss3.eng.shizuoka.ac.jp/maedaken/>



【 研究室組織 】

教 員 : 前田恭伸

博士課程 : Pooja Pragati Suresh (創造科技院 D1)

修士課程 : M2 (4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) 地震災害後の復興過程の課題に関する分析
- (2) 防災学習のための災害シミュレーションゲームの開発
- (3) プラスチックごみリサイクルに関するリスクの分析
- (4) 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) 地震災害後の復興過程の課題に関する分析

2011年の東日本大震災からの復興過程のシミュレーションを行った。被災地の東北三県の経済モデルを Vensim ソフトウェアを用いてシステムダイナミクスモデルとして作成し、そこに東日本大震災による被災状況とそこからの復興状況を組み込み、復興がどのように推移するのかをシミュレーションした。その結果、復興計画が進行している間は経済が上向きに推移するが、復興計画の終了とともに、経済が下降をたどること、またそれを抑える鍵は人口または労働力であることが示唆された。福島市で開催された日本リスク研究学会年次大会でこの成果について発表を行い、実際に現地で復興に関与している実務者、研究者を意見公開することができた(日本リスク研究学会年次大会, 2018)。

(2) 防災学習のための災害シミュレーションゲームの開発

南海トラフ地震が発生したときに、市役所、消防、病院、一般市民などはどのように対応するだろうか? そういう相互作用を学生するための、災害シミュレーションゲームを開発した。対象とする参加者はパソコンやスマホをもつ学生を想定している。学習管理システム moodle のフォーラム機能を情報公開のためのメディアをして利用するタイプの一種のロールプレイングゲームの形をとる。実際にゲームを実施してみたところ、91%の参加者がポジティブな評価をした(Society for Risk Analysis 2018 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（環境科学会年会 2018, 環境科学研究 2018）

【 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る予定であるが、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。三つ目は防災とまちづくりとの関係である。市街地の防災を進めるには、そこに関与する利害関係者のコミュニケーションが欠かせない。ではそれはどう進めるのがいいのか、検討を進めていきたい。

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) 浅野敏久, 犬塚裕雅, 森保文, 前田恭伸, “日本における環境団体のボランティア確保と ICT 活用”, 環境科学研究. 13, 1-18 (2018).

【 国際会議発表件数 】

- ・ Society for Risk Analysis 2018 Annual Meeting, (2018.12.11-14) 1 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 環境活動のためのボランティア募集と ICT 利用についての実態調査, 環境科学会 2018 年会
- ・ 東日本大震災からの復興シミュレーション, 第 31 回日本リスク研究学会年次大会

【 招待講演件数 】

- ・ 風水害の基礎を学ぶ, 浜松市防災学習センター 一般向け学習講座 (2019 年 1 月)

【 新聞報道等 】

- ・ 浜松市防災学習センターについて, SBS テレビ (2019 年 1 月 30 日)

【 受賞・表彰 】

- ・ Society for Risk Analysis 2018 Presidential Merit Award (2018 年 12 月 13 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 D1、社会人)

修士課程：M2 (3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) 各種配電機材のモデリング
- (4) 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

【 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°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) 「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」、古川稔、道下幸志、横山茂、本庄暢之、松井倫弘、電気学会論文誌 B, 138, 6, 507-513 (2018, 6) DOI:10.1541/ieejpes138.507
- 2) 「東北地方の日本海沿岸における雷電荷高度と低構造物への冬季雷被害」、松井 倫弘、道下 幸志、横山茂、佐藤智之、電気学会論文誌 B, 138, 10, 829-836 (2018, 10) DOI:10.1541/ieejpes138.829

【 国際会議発表件数 】

- ・ ICAE2018 (16th International Conference on Atmospheric Electricity) 1 件
- ・ ICLP2018 (34th International conference on lightning protection, Rzeszow) 5 件
- ・ IWHV2018 (11th International Workshop on High Voltage Engineering) 2 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 電気学会 計 10 件

ヘテロジニアスネットワークコンバージェンス

兼任・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: 山下 昭裕、尾崎 友哉、石渡 要介、古都 哲生、チンチュ・ヴィスワン、
市川 裕介、小池 誠

修士課程: M2 (6名)、M1 (6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ェンスグループ』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4件

- 1) 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ー制御手法,” 電子情報通信学会論文誌 B, Vol. J102-B, No. 6 (Jun. 2019). (掲載決定) , 他
- 2) 峰野博史, “AI を用いた植物の しおれ検知ソフトセンサの研究/峰野 博史,” 静岡大学 環境報告書 2018(国立大学法人 静岡大学), pp22-23, Sep. 2018
- 3) 小野田 晃久, 峰野博史, “第1章 電子機器の天敵「高温・高湿度」簡易試験チェンバの製作,”

Interface 2018 年 10 月号 (CQ 出版), PP. 80-85, 25. Aug. 2018 , 他 1 件

【 特許等 】 計 5 件

- 1) PCT/JP2018/023131, W02018/235777, ” 画像データ加工装置及び画像データ加工方法”
- 2) PCT/JP2019/4061, ” 機械学習システム及び機械学習方法”
- 3) 特願 2018-109495, ” モデリングシステム”
- 4) 特願 2019-032989, ” 灌水タイミング決定システム、海水制御システム、灌水タイミング決定方法”
- 5) 特許第 6486080 号 (特願 2014-239141), ” 分散処理システム、分散処理方法、および分散処理プログラム”

【 国際会議発表件数 】 計 4 件

- 1) Daisuke Mochizuki, Yu Abiko, Hiroshi Mineno, Takato Saito, Daizo Ikeda, Masaji Katagiri, ” Deep Reinforcement Learning-Based Method of Mobile Data Offloading,” 11th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU), 6. Oct. 2018 (Auckland, New Zealand)
- 2) Tetsuo Furuichi, Hiroshi Mineno, ” Proposal of IoT system with SmartContract on Blockchain,” IWIN (International Workshop on Informatics) 2018, 10. Sep. 2018 (Salzburg, Austria). , 他 2 件

【 国内学会発表件数 】

・ DICOM02018 シンポジウム, 情報処理学会全国大会など 9 件

【 招待講演件数 】

- 1) 峰野博史, ” 情報科学が切り拓く明るい未来 ~ 農学や植物生理学との連携~, ” 静岡県立科学技術高校 出張講義 (静岡県立科学技術高校), 14. Jan. 2019.
- 2) 峰野博史, ” 情報科学入門 ~ 人工知能 (AI) は植物と 対話できるのか?~, ” H30 年度未来の科学者養成スクール (FSS) 第 7 回基礎力養成講座 (静岡大学静岡キャンパス 理学部棟 A309), 16. Dec. 2018.
- 3) 峰野博史, ” 人工知能が拓げる農業の可能性,” 静岡大・中日新聞連携講座 2018 第 4 回 (静岡大学浜松キャンパス 附属図書館浜松分館 (S-Port) 3 階大会議室), 11. Dec. 2018.
- 4) 峰野博史, ” 生産性向上のための IoT・AI 活用のポイント,” 静岡大学食品・生物産業創出拠点 第 49 回研究会 (アクロシティ浜松 コンgressセンター), 10. Dec. 2018.
- 5) 峰野博史, ” 生産性向上における ICT、AI の活用研修会,” 第 2 回 ICT・AI 研修会 (静岡大学浜松キャンパス), 6. Dec. 2018. など計 10 件

【 新聞報道等 】

- 1) 2019 年 3 月 19 日 : 「AI で甘いトマト栽培 静岡大 葉のしおれ具合などを判断」中部経済新聞 5 面掲載
- 2) 2019 年 2 月 28 日 : 「AI で高糖度トマト栽培 適切な水やりを管理」, 毎日新聞朝刊 25 面掲載
- 3) 2019 年 1 月 12 日 : 「農業 新技術・大規模経営で活路 経験値 AI で補う」, 日経新聞朝刊 31 面掲載 など計 9 件

【 受賞・表彰 】 計 9 件

・ 峰野 博史 : 第 17 回ドコモ・モバイル・サイエンス賞 奨励賞 (Oct. 2018) , 他 8 件

【 競争的資金 】

- 1) JST さきがけ (代表) 「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確立 (H27-30)」
- 2) 科研基盤 (B) (代表) 「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 (H29-32)」
- 3) 科研基盤 (B) (分担) 「スパイクトラフィックを抑える次世代 M2M 通信制御アーキテクチャの研究 (H27-30)」

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 (3名)、M1 (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) 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
- (6) CEFR 読解指標に基づく日本語例文分類手法

【 主な研究成果 】

- (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) 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。
- (6) 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) 宮崎 佳典, 相馬 あおい, 厨子 光政, 法月 健, 英単語並べ替え問題における機械学習による学習の迷い検出の試み, コンピュータ&エデュケーション(CIEC 学会誌), Vol. 45, pp. 31-36 (2018).
- 2) 田中 孝治, 宮崎 佳典, 数学教育における証明学習のための論理構造図式化 GUI アプリケーション, 日本 e-Learning 学会論文誌, Vol.18, pp. 7-18 (2018).
- 3) Huynh Nguyen Tra My, Y./Miyazaki, S. Tani, Inferring CEFR Reading Comprehension Index Based on Japanese Document Classification Method Including Pre-A1 Level, 教育システム情報学会 研究報告, Vol.33, No.2, pp. 63-69 (2018).
- 4) 池田 善博, 宮崎 佳典, 例示型英文書作成支援ツールの実験結果より一参考例文に着目して, 統計数理研究所共同研究レポート (2019), to appear.

【 招待講演件数 】

- ・ Y. Miyazaki, STEM Learning Environment from Math Experience in Japan, Proceedings of International Conference on Creativity, STEAM and Maker Education (ICCSM2018) (keynote speech), (2018)

【 国際会議発表件数 】

- ・ JWLLP 24 など 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 教育システム情報学会など 1 2 件

【 受賞・表彰 】

- 1) 田中 孝治, 宮崎 佳典, 数学証明学習を支援する原文との対応付け機能付き論理構造図式化アプリケーション, 2018 年度 JSiSE 学生研究発表会 (東海地区), 2019 年 3 月, 優秀発表賞受賞
- 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語語彙能力推測アルゴリズムの開発, 日本 e-Learning 学会 2018 年度学術講演会, 2018 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
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
学 部 生：B4 (4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。協力的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で衝突が起こるため、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, Diffusively coupled Allee effect on heterogeneous and homogeneous graphs, *Physica A* 521, 18-28, 2019.
- 2) T. Nagatani, G. Ichinose, and K. Tainaka, Epidemic spreading of random walkers in metapopulation model on an alternating graph, *Physica A* 520, 350-360, 2019.
- 3) R. Fujisawa*, G. Ichinose*, and S. Dobata*, Regulatory mechanism predates the evolution of self-organizing capacity in simulated ant-like robots, *Communications Biology* 2, 25, 2019. *co-first
- 4) T. Nagatani, G. Ichinose, and K. Tainaka, Metapopulation dynamics in the rock-paper-scissors game with mutation: Effects of time-varying migration paths, *Journal of Theoretical Biology* 462, 425-431, 2019.
- 5) Y. Katsumata, T. Uehara, H. Ito, J. Yoshimura, K. Tainaka, and G. Ichinose, Density-dependent population model of effective release policy for Ayu fish, *Ecological Modelling* 388, 80-87, 2018.
- 6) T. Nagatani, K. Tainaka, and G. Ichinose, Metapopulation model of rock-scissors-paper game with subpopulation-specific victory rates stabilized by heterogeneity, *Journal of Theoretical Biology* 458, 103-110, 2018.
- 7) G. Ichinose, Y. Satotani, and H. Sayama, How mutation alters the evolutionary dynamics of cooperation on networks, *New Journal of Physics* 20, 053049, 2018.
- 8) M. K. A. Gavina, K. Aoki, G. Ichinose, J. F. Rabajante, H. Ito, S. Morita, V. A. A. Jansen, and J. Yoshimura, Long-term persistence of agricultural pest insects by risk-spreading dispersal, *Ecological Research* 33, 1031-1037, 2018.
- 9) T. Nagatani, G. Ichinose, and K. Tainaka, Epidemics of random walkers in metapopulation model for complete, cycle, and star graphs, *Journal of Theoretical Biology* 450, 66-75, 2018.
- 10) T. Nagatani, G. Ichinose, and K. Tainaka, Metapopulation model for rock-paper-scissors game: mutation affects paradoxical impacts, *Journal of Theoretical Biology* 450, 22-29, 2018.

他 3 件

【 国際会議発表件数 】

- 1) G. Ichinose and N. Masuda, Zero-determinant strategies in repeated prisoner's dilemma games, *Proceedings of the 2018 Conference on Artificial Life (ALIFE 2018)*, 284-285, 2018.

【 国内学会発表件数 】

・ゲーム理論ワークショップ 2019 など 8 件

【 新聞報道等 】

- 1) 日本経済新聞電子版 (2019. 1. 29) 生物の複雑適応システムの進化機序に新たな規則を発見

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 (4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 】

試料走査型広視野白色干渉顕微鏡を開発し、マイクロ深穴計測に適用した結果、直径 0.1mm、深さ 1mm の止まり穴 25 箇所がアレイ状に配置されたワークを一度に非接触三次元計測することができた。スパースデコンボリューションを構造化照明顕微鏡の画像処理に適用することで、周期的パターンのイメージングを実現した。近接場光学と光位相共役を融合したサブ波長集光技術を提案し、電磁場解析によって有効性を確認した。多重解像度画像処理によるマイクロ形状モデリング技術について研究を行った。

【 今後の展開 】

近年の製造生産分野においては、リバースエンジニアリング（設計、加工、計測、解析を一体としてとらえ、それぞれの結果フィードバックすることで高度なものづくりを実現する）は一般的である。一方、ナノ・バイオ分野においては、個々の計測技術や解析技術は高度化がなされているものの、コンピュータ上でモデル化する技術が確立されていないため、設計技術（Computer Aided Design）、加工技術（マニピュレーション）との統合ができない。これにより、全体構造や機能の解析が困難であるのが現状で、実用化の妨げの一つになっている。そこで本研究では、ナノ・バイオを対象とした計測データから形状モデルを生成しコンピュータで解析することによる、設計技術および加工技術との統合の実現を提案する。具体的には、コンピュータグラフィクス分野において開発された階層的 B-spline の考え方を計測データ処理に適用し、多重解像度モデルを生成する。計測対象の形状をメッシュ化することなく B-spline 曲面を解析可能とする Isogeometric Analysis を数値シミュレーションに組み込んで計測対象の構造や機能を解析する。多重解像度化することで情報爆発を抑制しつつ、局所的な現象と大局的な現象を同時かつ高精度に評価することが可能である。得られた評価結果は設計および加工にフィードバックされ、高機能化および新たな機能の発現に寄与する。

【 学術論文・著書 】

- 1) Kenjiro T. Miura, Sho Suzuki, R.U. Gobithaasan, Shin Usuki, A New Log-aesthetic Space Curve Based on Similarity Geometry, Computer-Aided Design and Applications, Vol.16, Issue 1, pp.79-88, 2019.
- 2) 臼杵深, ライトフィールド顕微鏡, 実験医学, Vol. 36, No. 20 (増刊), pp. 3414-3415, 2018.
- 3) 中村優人, 鈴木晶, 臼杵深, 北澤弘幸, 三浦憲二郎, 人工関節表層メッシュ構造の生成 -幾何形状の回転対称性を利用した ABF 法の改良-, 精密工学会誌, Vol.84, No.8, pp.731-737, 2018.
- 4) Yasuki Miyazaki, Takafumi Hirano, Takaaki Kobayashi, Yoshihiro Imai, Shin Usuki, Yuichi Kobayashi, Kenji Terabayashi, Kenjiro T. Miura, Acquisition of Disaster Emergency Information Using a Terrain Database by Flying Robots, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.30, No.3, pp.443-452, 2018.
- 5) 臼杵深, 製造現場での高分解能観察のための構造化照明顕微鏡, OPTRONICS, Vol.37, No.3, pp.121-125, 2018.

【 国際会議発表件数 】

- 1) Shin Usuki, Gaku Shibata and Kenjiro T. Miura, High-resolution non-fluorescent imaging with low-coherence interference structured illumination microscopy, ASPE2018, Las Vegas, 2018.
- 他 7 件

【 国内学会発表件数 】

- ・精密工学会など 9 件

【 招待講演件数 】

- ・ Shin Usuki and Kenjiro T. Miura, Computational microscopy toward light-field acquisition and super-resolution, ISOM2018, Kitakyusyu, 2018.

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 D2、私費)

修士課程 : M2 (2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、前年度に引き続き確率モデルや深層学習のニューラルネットワークモデルによる再照合を併用する方法によって改善を実現した。

(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する技術の研究を進めてきた。今年度は講義室環境での周囲雑音や拡声器音声の混入の影響を分析するとともに、その自動音声認識への影響を改善する技術の開発を進めた。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。

【 学術論文・著書 】

- 1) 岡部誠, 甲斐充彦, 嶋田陽子, 関谷和之, “乗数形式 2 段階 DEA 比率尺度モデルの改訂と動的 DEA への展開”, オペレーションズ・リサーチ, Vol. 63, No. 5, pp. 287-294, May 2018.

【 国際会議発表 】

- 1) Raufun Nahar, Takashi Kawai, Atsuhiko Kai, “Multi-Condition Training of Denoising Autoencoder by Augmenting Simulated Reverberant Speech Data”, Proc. 2018 IEEE 7th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2018), October 9-12, 2018, Nara, Japan
- 2) Tomonori Kawamura, Atsuhiko Kai, and Seiichi Nakagawa, “Noise robust fundamental frequency estimation of speech using CNN-based discriminative modeling”, Proc. 5th. International Conference on Advanced Informatics, Concepts, Theory, and Applications (ICAICTA), August 14-17, 2018, Krabi, Thailand

【 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雑音に頑健な基本周波数の推定”, 日本音響学会 2018 年秋季研究発表会講演論文集 (2018/9).
- 2) 近藤 宏樹, 甲斐 充彦, 大石 修司, “音声クエリからの音声検索語検出におけるスコア統合モデル学習の効果”, 日本音響学会 2018 年秋季研究発表会講演論文集 (2018/9).

ロボットのセンサ情報処理・認識と制御

兼担・准教授 小林 祐一 (KOBAYASHI Yuichi)
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: ロボット工学、センサ情報処理
e-mail address: kobayashi.yuichi@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://sensor.eng.shizuoka.ac.jp/~koba/>



【 研究室組織 】

教 員: 小林 祐一

博士課程: モハメド・アブデウサマド・ベクティ (創造科技院 D3、休学中)、フランシスコ・アルホニジャ (創造科技院 D1、国費)

修士課程: M2 (3名)、M1 (4名)

【 研究目標 】

ロボットによる環境認識・運動制御の自律性を高めるために、事前知識に依存しないデータ駆動型の学習法、ロボットの運動・知覚情報にもとづいた「ロボット自身によって検証可能な認識法・運動生成法」を確立することを研究目標の一つとしている。移動ロボットによるナビゲーション、ハンド・アームロボットおよび移動ロボットによる物体操作などを具体的な例として、その柔軟性を向上させる方法の開発と検証を行う。並行して、センサ情報処理単体の研究も進める。

- (1) ロボットの環境接触作業における不確実性・多様性への対処法
- (2) ロボットタスク実行の成功・失敗を考慮した言語による識別
- (3) センサ情報間の関係推定にもとづく学習制御法

【 主な研究成果 】

(1) 異なるセンサ情報間の関係推定にもとづく人工筋に駆動される筋骨格システムの学習制御

筋肉の長さ、温度、関節トルクなど、複数の異種類センサ情報間の関係を相互情報量により評価することで、フィードバック制御の組み合わせによる制御則を自動生成する方法を開発し、人工筋にもとづく筋骨格システムの学習制御に適用可能であることを示した。(Robotics and Autonomous Systems accepted)

(2) ロボットタスク実行の成功・失敗を考慮した言語による識別

卓上で人と協働して作業するロボットを想定し、作業に関する自然言語によるコミュニケーションを行うための方法を構築した。人がロボットの動作を観察した際に発した自然言語の文章とロボットの動作に関する状態遷移系列の情報にもとづき、物体操作に成功する例と失敗する例の識別を行う方法を開発した。識別実験の結果、成功と失敗の識別が可能であることが確認され、さらに、言語表現のあいまいさに対する識別に関する基礎検討を行った。(計測自動制御学会システムインテグレーション部門大会、2018)

【 今後の展開 】

より多自由度のロボット運動生成法を可能にするための認識と運動生成の方法論を構築することを引き続き目標とする。人からの教示によって得られる情報やシンボル情報(言語情報)など

を組み合わせた方法について、生産現場で人とロボットが協働する状況を想定し、トップダウンに設計者が与える情報とボトムアップにロボットの実運用の際に得られるデータとを統合する方法について検討・開発を行う。

【 学術論文・著書 】

- 1) Y. Kobayashi, M. Kondo, Y. Hiramatsu, H. Fujii and T. Kamiya, Mobile Robot Decision-Making Based on Offline Simulation for Navigation over Uneven Terrain, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 30, No. 4, pp. 671-682, 2018.

【 国際会議発表件数 】

- 1) Y. Kaneta, N. Segawa, Y. Kobayashi and C. H. Kim, Study on intelligent brake when vehicle rides on convex road surface, Proc. of IEEE/SICE International Symposium on System Integrations, DOI: 10.1109/SII.2019.8700338, 2019.
- 2) F. J. Arjonilla and Y. Kobayashi, Definition of intelligence with linear orders for ontologies, Proc. of Workshop in IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 2018.

【 国内学会発表件数 】

- ・日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会、計測自動制御学会知能システムシンポジウムなど 11 件

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://wpp.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。サポイン事業は H30 年度で終了し、AMED は中間審査を経て次年度以降も継続が確定した。エコシステム事業は上部消化管での事業化が決定し、次年度以降事業化プロジェクトとして展開することとなった。

(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にも成功し、脳手術への応用も期待できる。

(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つい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) T. Uchida, N. Kanayama, K. Kawai, M. Mukai, K. Suzuki, H. Itoh, and M. Niwayama, “Reevaluation of intrapartum fetal monitoring using fetal oximetry: A review,” *Journal of Obstetrics and Gynaecology Research*, 13761, pp. 1-8 (2018)
- 2) S. Takagi, R. Kime, N. Murase, M. Niwayama, T. Osada, and T. Katsumura, “Effects of Aerobic Cycling Training on O₂ Dynamics in Several Leg Muscles in Early Post-Myocardial Infarction,” *Advances in Experimental Medicine and Biology*, Vol. 1072, pp.91-96 (2018)
- 3) T. Yata, M. Sano, T. Kayama, E. Naruse, N. Yamamoto, K. Inuzuka, T. Saito, K. Katahashi, Y. Yamanaka, T. Uchida, M. Niwayama, N. Kanayama, H. Takeuchi, N. Unno, Utility of a Finger-Mounted Tissue Oximeter with Near-Infrared Spectroscopy to Evaluate Limb Ischemia in Patients with Peripheral Arterial Disease, *Annals of Vascular Diseases*, 12(1), 36-43(2019)
- 4) 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*, (2019)

【 国際会議発表件数 】

- ・ The 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Orlando など 5 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 医用近赤外線分光法研究会など 3 件

マルチエージェント応用技術と セマンティック Web 技術の高度化

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 (5名)、M1 (1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) 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
- (2) 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
- (3) 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
- (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) 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

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を、従来の実行負荷予測技術に多目的 Evolutionary Computation 技術の組合せにより実現した。(国際会議 JIST2018 発表など)

(2) 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などを行った。(IEICE 英文論文誌掲載など)

(3) 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 Preference Elicitation プロセスにおける新たな特性を扱えるようにし、その解析をあわせて行った。(IEEE ICA2018 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）などを通じて社会に貢献できる基礎技術の開発とその応用、および同時に生じる社会へ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) S. Kawase, T. Ito, T. Otsuka, A. Sengoku, S. Shiramatsu, T. Matsuo, T. Oishi, R. Fujita, N. Fukuta, and K. Fujita, "Cyber-Physical Hybrid Environment using a Largescale Discussion System Enhances Audiences' Participation and Satisfaction in the Panel Discussion", IEICE Transaction on Information and Systems, Vol.E101-D, No.4, pp.847—855, 2018.
- 2) 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(採録決定)

【 解説・特集等 】 (編著)

- 1) Rathachai Chawuthai, Seiji Koide, Naoki Fukuta, Takeshi Morita, Hanmin Jung, Shinichi Nagano, "Workshop and Poster Proceedings of the 8th Joint International Semantic Technology Conference co-located with the 8th Joint International Semantic Technology Conference (JIST 2018)", Awaji City, Hyogo, Japan, November 26-28, 2018. CEUR Workshop Proceedings 2293, CEUR-WS.org 2018

【 国際会議発表件数 】

- 1) M. Nishi, and N. Fukuta, "Toward a Misrepresentation Game with Ambiguous Preferences", Proc. 3rd IEEE International Conference on Agents (IEEE ICA2018), pp.81--85, 2018.(short paper), NTU, Singapore. DOI:10.1109/AGENTS.2018.8459932 他, 合計 12 件

【 国内学会発表件数 】

- ・人工知能学会 全国大会・セマンティックウェブとオントロジー研究会(SW0)、情報処理学会 知能システム研究会など 13 件

【 受賞・表彰 】

- ・平成 30 年 6 月情報処理学会 学会活動貢献賞 (論文誌への査読貢献)
- ・その他, The 3rd IEEE International Conference on Agents(ICA2018) 共同プログラム委員長, 19th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing(SNP2018), 共同プログラム委員長, 7th International Congress on Advanced Applied Informatics (AAI2018) プログラム委員長, Joint International Semantic Technology Conference (JIST2018) チュートリアルチェア, the 27th International Joint Conference on Artificial Intelligence and the 23rd European Conference on Artificial Intelligence(IJCAI-ECAI2018) 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副委員長などを担当.

自然エネルギーを地域の力で ——人々・社会・自然

兼担・准教授 藤本 穰彦 (FUJIMOTO Tokihiko)
情報科学専攻 (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： 社会学、農村資源計画学
e-mail address: fujimoto.tokihiko@shizuoka.ac.jp



【 研究室組織 】

教 員：竹之内 裕文、藤本 穰彦

博士課程：松尾 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）

修士課程：M2（1名）M1（2名）

【 研究目標 】

農業を中心に第一次産業に注目しながら、農村計画や地域政策を策定するためのデータベース構築、評価・診断指標の開発、農と食をむすぶ地域づくりなど実践的な研究に取り組んでいる。近年は、東南アジア地域研究へとフィールドを拡大し、ベトナム・メコンデルタ地域における再生バイオガスについての研究、インドネシアでの小水力発電の研究に取り組んでいる。また戦後日本の技術協力の歴史について、国際河川・メコン河下流域の水資源開発に関する資料収集、現地調査とネットワークを行う国際共同研究にも参加している。

【 主な研究成果 】

カンボジアで研究をすすめてきたプレク・トノット川流域の開発の歴史に関する研究を取りまとめて公刊することが出来た。本研究に対し、2019 年度クリタ水・環境科学研究優秀賞の受賞が決定した。この研究は以下の 2 課題に基づいた国際共同研究の成果である。

- ・ 京都大学東南アジア地域研究研究所： 東南アジア研究の国際共同研究拠点、平成 2017-2018 年度、「1960-70 年代カンボジア王国におけるプレク・トノット多国間電力開発灌漑計画の形成史に関する研究」（研究代表者）
- ・ クリタ水・環境科学振興財団： 2016 年度研究助成（社会科学・人文）、平成 2016-2017 年度、「カンボジア王国プレク・トノット川における多国間電力開発灌漑計画の現状評価」（研究代表者）

【 今後の展開 】

研究代表者として採択されている科研費：『「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』を中心に、農村計画や地域政策をマネジメントするための評価・診断指標の具体化を目指したい。そのために次年度は、フランスとベトナムでのフィールドワークを予定している。

【 学術論文・著書 】

- 1) (共著) 農と食の新しい倫理、昭和堂、310頁 (担当箇所47-70、分担執筆) 2018年5月
- 2) (筆頭筆者・査読有り) Community-Led Micro-Hydropower Development and Landcare: A Case Study of Networking Activities of Local Residents and Farmers in the Gokase Township (Japan)、Tokihiko Fujimoto, Kazuki Kagohashi、Energies、Volume 12(Issue 6) 1-9 (No.1033)、2019 年 3 月

- 3) (共著・査読有り) 地域内経済循環を促す地域通貨の参加と流通のデザイン——「オリオン」(北九州市折尾地区)の事例研究と電子地域通貨の展開、『社会環境論究』、第11号、43-68頁、2019年1月
- 4) (筆頭筆者・査読有り) 第2次世界大戦後のメコン河開発における日本の技術協力に関する一考察——プレク・トノット計画(カンボジア)の事例(研究ノート)、『東アジア研究』、第24号、67-83頁、2019年1月
- 5) (共著・査読有り) Landcare, Water Resource Management and Sustainable Development: Implications from a Case Study of a Community-Based Approach to Micro-Hydropower Development and Social Issues in Gokase Township, Japan、Kazuki Kagohashi, Tokihiko Fujimoto、Energy Procedia、156、154-158、2019年1月
- 6) (筆頭筆者・査読有り) Renewable Energy Policy and Barriers to Small Hydropower Development in Japan、Tokihiko Fujimoto, Hiroshi Oishi and Rana Pratap Singh、Grand Renewable Energy 2018 Proceedings、1-4 (No.333)、2018年12月
- 7) (責任筆者・査読有り) Combined Small Hydropower Technologies in Asia: Indonesian Turbine, Japanese Electrical Control and Indian Calculating Model、Yoshinobu Watanabe, Zafar Alam, Raditya Rusmiputro, Tatsuro Sato, Arun Kumar and Tokihiko Fujimoto、Grand Renewable Energy 2018 Proceedings、1-4 (No.332)、2018年12月
- 8) (単著・招待有り) エネルギーとランドケア倫理、『社会と倫理』、第33号、35-47頁、2018年11月 他2編

【 国際学会・会議発表件数 】

- 1) (招待講演) The 4th Meeting of Joint Coordinating Committee of Project “Sustainable Development of Rural Area by Effective Utilization of Bio-wastes with Highly Efficient Fuel Cell Technology”、Technology Transfer Design and Roadmap about SOFC - Renewable Energy Cycle all over the Mekong Delta、INT, HCM, Vietnam、2019年1月8日
- 2) (学会報告) collaboration of development for renewable energy with interns、The 1st International Co-operative Seminar of Post-graduate Program for Global Advancement、1st ICS-PPGA, Saga University, Saga city, Japan、2018年12月26日
- 3) (学会報告) The Community-Based Actions For Water Supply Management In the Headwaters Areas of Abe River, Shizuoka City, Japan、14th International Conference on Asia Pacific Sociological Association、Hakone, Kanagawa, Japan、2018年10月7日
- 4) (招待講演) Technology Transfer Design about SOFC - Renewable Energy Cycle in the Vietnam Mekong Delta、The 4th Vietnam-Japan Joint Meeting of "Sustainable Development of Rural Area by Effective Utilization of Bio-Wastes with Highly Efficient Fuel Cell Technology"、Kyushu University, Fukuoka, Japan、2018年7月13日 他3件

【 国内学会発表件数 】

- 1) (招待講演) プレク・トノット川流域システム——社会技術論からのアプローチ、第12回日本カンボジア研究会、京都大学東南アジア地域研究研究所、京都市、2018年6月30日 他2件

【 招待講演件数 】

- 1) 人口減少時代の農村資源計画—コミュニティ・エネルギーからのアプローチ、静岡県先進的農業推進協議会・平成30年度研究成果情報交換会、静岡大学、2018年11月12日 他3件

【 新聞報道等 】

- 1) 西日本新聞 (2018. 7. 17)

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) 運動方向におけるワーキングメモリーに関する基礎的研究
- (3) 疲労からくるストレス計測・解析に関する研究
- (4) 食品に含まれる機能性成分の分析方法に関する研究

【 主な研究成果 】

(1) 生体ノイズ低減による GABA 摂取前後の心拍変動性及び胃電図の変化

近年、機能性食品によるヒトの自律神経活動 (ANA:Autonomic nerve activity) の影響は、医学、栄養学などあらゆる分野で調べられている。ANA 影響を調べるには、生体ノイズ(体動、筋電図)を低減した上で正確な心電図及び胃電図波形の解析が重要となる。この生体ノイズを低減する方法として、ウェーブレットによるフィルタ処理と連続ウェーブレット変換・短時間フーリエ変換を組み合わせる時間一周波数変換を求める信号処理が必要となる。本研究では、これからの方法を用いて GABA 摂取後の心電図及び胃電図の自律神経活動の変化について調べた。プラセボ摂取と比べて GABA 摂取後では、心拍変動解析において全ての被験者で交感神経活動が抑制し、副交感神経活動の増加傾向を示した。被験者の中には、GABA 摂取後に明らかな副交感神経活動の増加を示した。胃電図においては、GABA 摂取後で心拍変動の副交感神経活動とともに胃及び腸の電氣的活動が弱くなる傾向を示した。本研究では、生体ノイズ(体動、筋電図)を低減する方法を用いて、GABA 摂取前後の心電図及び胃電図から自律神経活動を定量的に解析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。

【 学術論文・著書等 】

1) The Purpose and the Motivation for Future Practice of Physical Activity and Related Factors in Japanese University Students, (C.Miyawaki, K.Ohara, T.Mase, K.Kouda, T.Fujitani, K.Momoi, H.Kaneda, R.Murayama, Y.Okita, H.Nakamura), Journal of Human Sport and Exercise, Vol.14, No.1, pp61-74, (2019)

【 国内学会発表件数 】

・ 日本栄養・食糧学会など 1 件

認知症情報学によるエビデンスの創出と利用

兼担・助教 石川 翔吾 (ISHIKAWA Shogo)
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: 認知症情報学、人工知能、ヒューマンインタフェース
e-mail address: ishikawa-s@inf.shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.takebay.net/>



【 研究室組織 】

教 員: 石川 翔吾

博士課程: 岡田 太造 (創造科技学院 D2)

【 研究目標 】

情報学、人工知能学を活用して、少子高齢社会における社会的課題、特に認知症の課題を中心的テーマとして取り組んでいる。介護現場は閉鎖的で学問的にも発展途上であるため、認知症のある人との良好な関係性構築に有効な「状態像理解」や「介入方法」を客観評価することが難しく、形式知化されていないのが現状である。我々は、情報学・人工知能学を活用することで、根拠に基づいた認知症ケア (Evidence-based Dementia Care) を実践するための認知症支援伝承支援プラットフォームの構築と実証評価を進めている。

- (1) 認知症ケアのエビデンスの創出と活用: 認知症の人とのかかわりに有効である認知症ケア (コミュニケーション) プロセスを評価する仕組みを開発する。また、認知症ケアのスキルを組織ぐるみで学ぶための学習環境を構築し、その有効性を検証する。
- (2) 認知症の状態表現モデルの設計: 認知症の「状態」理解のための見立て学習環境の設計と見立て「知」を構築する。
- (3) 認知症のある人の well-being のための生活環境デザインシステムの開発: 認知症のある本人がいきいきと活動できるための支援方法として、介護現場で実現可能な生活環境デザインシステムを開発し、有効性を検証する。
- (4) 感情思考モデルの設計: なぜ認知症のある人の混乱が起こるのか、なぜ認知症のある人が生き生きとした生活しているのか、Minsky の多重思考モデルを用いて思考プロセスを表現し、心の状態を多面的にシミュレートする。

【 主な研究成果 】

(1) 認知症ケア評価システムの開発と学習支援への適用

ケアプロセス評価のための思考プロセスを可視化する機能を開発し、認知症ケアスキルを学ぶためのコーチングシステムに導入した。慢性期病院で実証評価実験を実施した結果、スタッフが学び合い、ケアへの理解が深まることに有効であることが示された。

(2) 認知症の見立て知の共創・共学環境の構築

認知症の見立て能力育成のために、遠隔学習システムの開発や人工知能学による学びの評価の仕組みを開発した。医療・介護専門職を対象に実証評価実験を実施した結果、開発したシステムが見立て能力向上に寄与することが示された。

(3) 生活環境デザインシステムの設計

介護記録を活用し生活環境デザインが適切に実施されている施設の特徴を検証し、本システムのファクターを検討した。その結果、認知症のある人のパーソナルな情報を重視した記録が共有され、本人の目標を重視した生活環境のデザインが実現されていることが明らかとなった。

(4) 認知症のある人の感情思考モデルの設計

介護従事者が認知症のある人の状態をどのように捉えているのかを手がかりにすることで、認知症のある人の思考状態のモデル化を進めた。Minsky の多重思考モデルに着目し、目標、script、問題解決方法としての感情に関する要素を多層的に表現することが思考表現の基礎となることが示唆された。

【今後の展開】

日本は高齢化で世界を先導している。未成熟な学問領域だからこそ、さまざまな領域の知恵や経験を総動員する必要がある。情報学・人工知能学を駆使し、本人、家族を含めた異分野間の多面的コラボレーションを通じてエビデンスを蓄積し、上述した1) - 4) の研究を進めることで認知症情報学研究を推進したい。

【学術論文・著書】

1) イヴ・ジネスト, ロゼット・マレスコッティ, 本田 美和子: ユマニチュードを語る 市民公開講座でたどる〈それぞれのユマニチュード〉の歩み, 分担執筆, 日本評論社 (2018).

【解説・特集等】

- 1) 石川翔吾, 竹林洋一: スーツケースワード, ゴール, 感情, 多重思考モデル—認知症情報学による Interior Grounding —, 人工知能学会誌, Vol. 33, No. 3, pp. 307-315 (2018).
- 2) 沢井佳子, 石川翔吾, 桐山伸也: 子どものコモンセンス知識, 人工知能学会誌, Vol. 33, No. 3, pp. 316-321 (2018. 5).
- 3) 上野秀樹, 石川翔吾, 竹林洋一: 人工知能学に基づく認知症の見立て知の共創・共学, 整形・災害外科, Vol. 62, No. 3, pp. 249-259 (2019. 3).

【国際会議発表件数】

1) Nakazawa, A., Kurazume, R., Honda, M., Sato, W., Ishikawa, S., Yoshikawa, S. and Ito, M.: Computational Tender-Care Science: Computational and Cognitive Neuro-scientific Approaches for Understanding the Tender Care, ICRA2018 Workshop on Elderly Care Robotics - Technology and Ethics (WELCARO) (2018.05.21).

【国内学会発表件数】

・人工知能学会、子ども学会、情報処理学会 高齢社会デザイン研究会など14件

【招待講演件数】

- 1) 第32回人工知能学会全国大会 近未来チャレンジ「認知症の人の情動理解基盤技術とコミュニケーション支援への応用」 (2018. 06. 05).
- 2) みんなの認知症情報学会第1回年次大会「当事者視点重視の生活環境デザイン」特別セッション (2018. 09. 02).

【受賞・表彰】

1) 石川翔吾, HCG シンポジウム 2018 特集テーマセッション賞 (2018. 12. 13) 「認知症ケア高度化に向けた多重思考モデルを用いた協調的コーチング支援環境の構築」

(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 18 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
- ・ 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：二次元層状材料・ナノカーボン材料の開発
- ・ 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研究
- ・ 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平成 30 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) 増粘多糖類キサンタンの変性・再性機構の解明、(2) ポリ乳酸ゲルの作製と物性制御、(3) 高生体親和性高分子ポリエチルオキサゾリンの高分子間会合体解析(松田准教授)
- (1) 等価性に着目した機能性分子の創出、(2) HIV 細胞侵入阻害剤の創製を中心に研究を遂行し、アミロイド線維の分子間力を解析するペプチドミメティックや HIV 細胞侵入を阻害する OKC 化合物群の創製に成功した(鳴海准教授)
- 二次元層状材料の CVD 成長並びにナノカーボン・グラフェンコンポジット材料の開発と医療・環境分野への応用を中心に研究を遂行し、触媒を必要としない二次元層状材料の直接成長法の確立とバイオセンサー応用として高感度の pH センサー動作を実現した(中村准教授)
- (1) 弾性表面波センサの新しい計測系の開発、(2) 弾性表面波と局在表面プラズモンの相互作用、(3) 新しい液滴縦波速度測定法の提案、(4) 電気化学・局在表面プラズモン共鳴複合センサの提案(近藤教授)
- (1) ダイナミックオーロラ PLD 法による自発的な相分離の制御、(2) ポーラスシリコン基板上へのセラミックス薄膜の作製とセンサー特性の発現、(3) 2次元に最密充填させた球殻状セラミックス薄膜の作製(脇谷教授)
- 電子移動を利用するがん選択的光増感剤の開発:長波長応答型のリンポルフィリン誘導体を合成し、光誘起電子移動による生体分子酸化反応で、ヒトがん細胞およびマウスの腫瘍を選択的に攻撃することに成功(平川教授)
- 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について明らかにし、本材料では世界トップレベルの 4.8MA/cm² の臨界電流特性を得た(喜多教授)
- (1) ファインバブルを用いた新規有機合成手法の開発、(2) 連続フロー手法による反応条件迅速最適化を中心に研究を遂行し、高圧を必要としない気相が関与する有機反応の確立と 30 分での反応最適化を達成した(間瀬教授)

(2)招待講演

- [1] 松田 靖弘:「ナノファイバー構造によるポリ乳酸ゲルの創製と制御」
第 64 回高分子発表会(神戸)、2018.7.13
- [2] 鳴海 哲夫:「ペプチド結合の等価置換を基軸とするアミロイドーシスの生物有機化学」
第 11 回 ChemBio ハイブリッドレクチャー(東京都文京区)、2018.10.13
- [3] 近藤 淳:「Liquid-Phase Sensor Using Shear Horizontal Surface Acoustic Wave Devices」
5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (SRM IST, India),
2019.01.30
- [4] 平川 和貴:「Cancer-Selective Photodynamic Action of Phosphorus(V)-Porphyrin Derivatives」
14th Korea-Japan Symposium on Frontier Photoscience-2018(Gwangju, Korea),
2018.10.26
- [5] 間瀬 暢之:「特殊反応場における触媒的有機合成 ～特殊から一般を目指して～」
第 42 回有機電子移動化学討論会(浜松市)、2018.6.28

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：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)
(副担当：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： 有機化学、グリーンケミストリー、有機分子触媒
e-mail address: mase.nobuyuki@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://www.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：吉田 悠矢 (創造科技院D3、社会人)

Hoque Mohammed Jabedul (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 】

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。

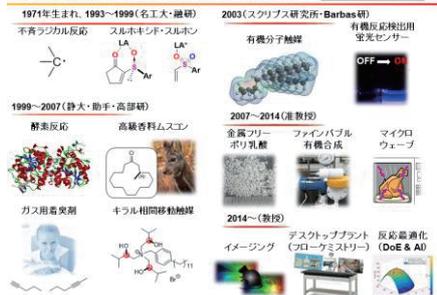
【 主な研究成果 】

- (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_2 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。

これまでの研究、そして、これからの研究 静岡大学 間瀬研究室



【 学術論文・著書 】

- 1) Vamosi, 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. 10.1002/tcr.201800048
- 2) 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.
- 3) Yong, L. C.; Abdul Malek, N. F.; Se Yong, E. N.; Yap, W. H.; Nobuyuki, M.; Yoshitaka, N. "Fabrication of hydroxyapatite blended cyclic type polylactic acid and poly (ϵ - caprolactone) tissue engineering scaffold" *International Journal of Applied Ceramic Technology* **2018**, *16* (2), 455-461.
- 4) Sato, K.; Tanaka, S.; Yamamoto, K.; Tashiro, Y.; Narumi, T.; Mase, N. "Direct synthesis of N-terminal thiazolidine-containing peptide thioesters from peptide hydrazides" *Chemical Communications* **2018**, *54* (66), 9127-9130.
- 5) Mase, N.; Moniruzzaman; Yamamoto, S.; Nakaya, Y.; Sato, K.; Narumi, T. "Organocatalytic Stereoselective Cyclic Polylactide Synthesis in Supercritical Carbon Dioxide under Plasticizing Conditions" *Polymers* **2018**, *10* (7), 713.
- 6) Mase, N.; Moniruzzaman; Mori, S.; Ishizuka, J.; Kumazawa, F.; Yamamoto, S.; Sato, K.; Narumi, T. "Organocatalytic ring-opening polymerization of L-lactide in supercritical carbon dioxide under plasticizing conditions" *Tetrahedron Letters* **2018**, *59* (50), 4392-4396.
- 7) Egami, H.; Tamaoki, S.; Abe, M.; Ohneda, N.; Yoshimura, T.; Okamoto, T.; Odajima, H.; Mase, N.; Takeda, K.; Hamashima, Y. "Scalable Microwave-Assisted Johnson-Claisen Rearrangement with a Continuous Flow Microwave System" *Organic Process Research & Development* **2018**, *22* (8), 1029-1033.
- 8) 間瀬暢之 In 触媒年鑑「触媒技術の動向と展望 2018」創立60周年記念号；第一編 研究動 [3-7] 先端分野，特殊反応場における触媒の有機合成；触媒学会，2018，pp 107-120.

【 解説・特集等 】

- 1) 間瀬暢之，10 年間研究してきたちょっと分かったこと：ファインバブルものづくり，現代化学，2018，571，46-50.

【 国際会議発表件数 】 4 件

【 国内学会発表件数 】 26 件

【 招待講演件数 】

- 1) 間瀬暢之「特殊反応場における触媒の有機合成 ～特殊から一般を目指して～」第 42 回有機電子移動化学討論会、プレスタワー（浜松市）、1S01、2018/6/28
- 2) 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・フロー最適化手法の融合」第 8 回 FlowST ワークショップ、産業技術総合研究所（つくば）、2018/7/13
- 3) 間瀬暢之「学位取得から 19 年：何が違って何が変わらないか」第 50 回若手ペプチド夏の勉強会、臨濟宗方広寺派大本山 方広寺、2018/8/5 他 7 件

【 新聞報道等 】 7 件

【 受賞・表彰 】

- 1) 日本化学会第 99 春季年会 ハイライト講演

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://wpp.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ピニングセンター-BaZrO₃ や BaHfO₃ 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 (2018 秋季応用物理学会発表)。

(3) 新規人工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 BaZrO₃ 及び BaHfO₃ がナノロッド形成材料として優れた特性を持つことを明らかにした (九州工業大学との共同研究、2018 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について明らかにし、本材料では世界トップレベルの 4.8MA/cm² の臨界電流特性を得た (第30回国際超電導シンポジウム、2018 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) Geometric and compositional factors on critical current density in $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ films containing nanorods, Tomoya Horide, Sho Nagao, Ryosuke Izutsu, Manabu Ishimaru, Ryusuke Kita, Kaname Matsumoto, Superconductor Science and Technology, 31 (2018) 065012(1)- 065012 (8).

【 国際会議発表件数 】

- 1) Effect of Zirconium Doping Using a New Metal-organic Material on the Fabrication of Fluorine-free MOD-GdBCO Films, K. Kosugi, R. Kita, J. Fukui, O. Miura (2018.12.12、ISS2018、つくば国際会議場)
- 2) Enhancement of critical current densities for Hf and La doped Gd123 films fabricated by fluorine-free MOD method, J. Fukui, T. Takahashi, O. Miura, R. Kita (2018.12.12、ISS2018、つくば国際会議場)

【 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および σ 添加効果、穂積 伸哉、喜多隆介、福井 盛一郎、三浦大介 (2018 年秋季第 79 回応用物理学会学術講演会、2018. 9. 19、名古屋国際会議場)
- 2) フッ素フリーMOD法を用いた GdBCO 膜作製における Zr 添加効果、小杉 航輝、喜多隆介、福井 盛一郎、三浦大介 (2018 年秋季第 79 回応用物理学会学術講演会、2018. 9. 19、名古屋国際会議場)
- 3) フッ素フリーMOD法を用いた GdBCO 超伝導薄膜作製における Eu 及び Ho 混晶化効果、室崎秀太、喜多隆介、福井 盛一郎、三浦大介 (2018 年秋季第 79 回応用物理学会学術講演会、2018. 9. 19、名古屋国際会議場)

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：Siarhei Barskou (創造科技院 D2)、Teguh Handoyo (創造科技院 D2)、
叶 浩司(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) 局在表面プラズモンによる屈折率変化と微小電極による電気インピーダンスを同時に測定可能なセンサ構造の基礎実験を行い、有効性を確認した。
- (2) 圧電結晶内部に作成した電極ドメイン構造と弾性表面波の相互作用について有限要素法解析と実験により検討し、新しい応用デバイス創生の可能性を見いだした。
- (3) 弾性表面波と局在表面プラズモンの相互作用について実験的に検討した。弾性表面波伝搬に伴う温度変化が局在表面プラズモンに影響していること、表面プラズモン共鳴により弾性表面波の振幅が減少することを見いだした。
- (4) マイクロ流路と局在表面プラズモンの組合せについて実験的に検証した。また、ジメチルポリシロキサンを用いた簡易マイクロ流路作成法についても検討した。
- (5) 弾性表面波を用いた液滴位置測定について、形状計測なしで液滴位置を求めることのできる手法を検討し、実験的にその有効性を確認した。また、液滴位置計測の応用として、液体の縦波音速を求めることのできる新しい手法を見いだした。この方法により、数 μL の液滴を用いた音速計測方法を提案することができた。

【 学術論文・著書 】

- 1) L. Grase, R. Suzuki, J. Kondoh, "Control of Au Nanoparticles Structural and Optical Properties by

- Laser,” A. Medvids, A. Mychko, P. Onufrijevs, Key Engineering Materials, Vol. 788, pp. 74-82 (2018).
- 2) H. Takeda, K. Akimoto, T. Oshima, K. Takizawa, J. Kondoh, A. Matsutani, T. Hoshina, T. Tsurumi, “Electroacoustical constants and Rayleigh surface acoustic wave propagation characteristics of calcium aluminate silicate $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$ single crystals,” Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 57, 11UD01 (2018).
 - 3) J. Kondoh, “Nonlinear acoustic phenomena caused by surface acoustic wave and its application to digital microfluidic system,” Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 57, 07LA01 (2018).
 - 4) S. Kobayashi, J. Kondoh, “Properties of engine oil measured using a surface acoustic wave sensor,” Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 57, 07LD09 (2018).
 - 5) S. Tsunogaya, J. Kondoh, “Observation of reflected and transmitted waves caused by acoustic streaming in droplet on surface acoustic waves devices,” Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 57, 07LD03 (2018).
 - 6) K. Takayanagi, J. Kondoh, “Improvement of estimation method for physical properties of liquid using shear horizontal surface acoustic wave sensor response,” Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 57, 07LD02 (2018).

【 解説・特集等 】

- 1) 近藤, ” 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,” 超音波 TECHNO, vol. 31, No. 1, pp. 46-50 (2019).

【 国際会議発表件数 】

- 1) The 21st International Symposium on Nonlinear Acoustics, July 9-13, 2018, Santa Fe, USA.
- 他 1 1 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、など 1 2 件

【 招待講演件数 】

- 1) 5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (2018.01.30)

【 受賞・表彰 】

- 1) 第 17 回(2018 年度)APEX/JJAP 編集貢献賞(2019.3.9)

有機—無機ハイブリッド太陽電池の高性能化

兼担・教授 昆野 昭則 (KONNO Akinori)
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: 光電気化学、有機電気化学
e-mail address: konno.akinori@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://cheme.eng.shizuoka.ac.jp/~konnolab/index.html>



【 研究室組織 】

教 員 : 昆野 昭則
修士課程 : M2 (3名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

我々は、シリコン太陽電池に替わる低コスト次世代型太陽電池として期待されている有機—無機ハイブリッド太陽電池である色素増感型太陽電池およびペロブスカイト太陽電池の高性能化を目的として研究を行なっている。実用化へ向けての課題である高効率化および固体化を実現するため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) ヨウ化銅をはじめとする p 型半導体を用いる色素増感およびペロブスカイト太陽電池の固体化と高効率化
- (2) 色素増感太陽電池用多孔質電極の開発
- (3) マグネシウム二次電池用負極および電解質の開発

【 主な研究成果 】

(1) ペロブスカイト型太陽電池における変換効率向上

従来の色素増感太陽電池用色素は、金属錯体をはじめとする有機系色素であり、多孔質酸化チタン表面に単分子光吸収層を形成させることで高効率な電荷分離を実現している。一方で、色素によっては、単分子層吸着制御の困難さや、多孔質層の厚膜化等の問題があった。これに対して、近年光吸収効率が高かつ単分子制御を必要としない無機系色素や量子ドットを用いる太陽電池が注目されている。これら無機系色素と当研究室で実績を有するヨウ化銅をはじめとする p 型半導体電解質を組合せた、完全固体型色素増感太陽電池を作製し、変換効率 20%を目指した高効率化を図る。成果は以下の通り。p 型半導体と炭素材料 (CuI と graphene) を組み合わせることで、電荷再結合を抑制し性能の向上を図った。正孔輸送材に CuI-graphene を用いたセルでは、グラファイトと CuI-graphene 粉末の 2 層で構成することによって、Voc、Jsc の向上がみられ、変換効率が向上した。さらにペロブスカイト表面の形態を改善するために、DMSO を前駆体に添加し、スピンコート中にクロロベンゼンを滴下する急速な結晶成長を抑える方法を検討した。結果として表面被覆率が向上し、緻密なペロブスカイト薄膜が得られ、Voc、Jsc 共に向上し、デバイスの性能も向上した。

(2) 先染め酸化亜鉛ナノ粒子を用いる複合色素増感太陽電池の開発

色素増感太陽電池 (DSSC) は、基板上に多孔質の酸化物半導体膜を形成し、その基板を色

素溶液に浸し色素吸着を行う。しかし、この作製法では色素吸着に時間がかかるため、DSSCのフレキシブル化に伴う roll to roll 製法導入による高速・高効率というメリットが失われてしまう。この問題を解決するために、本研究では酸化亜鉛の粉末に予め色素を吸着させておいてから薄膜を形成した（以下、先染め法）。先染め法では酸化亜鉛粒子表面を色素が覆っているため、塗膜時に酸化亜鉛粒子間の密着性が悪く、酸化亜鉛薄膜の電子伝導性が低下してしまう。また、電解液を用いるため安全性や耐久性に問題がある。これに対し、塗膜した酸化亜鉛ナノ多孔質膜にホットプレス処理を施すことで、酸化亜鉛粒子間の接合状況を改善することで性能の向上に一定の効果があることを見出した。さらに、共増感による先染めセルの高効率化を検討した。高性能色素 D149 並びに蛍光性色素 Fluorescein の分光特性評価から、D149/Fluorescein 共増感による高効率化の可能性が見出された。D149/Fluorescein 共増感セル (3.09-3.19 %) は、D149 単一増感セル (2.92 %) を凌ぐ性能を達成、共増感による高効率化が認められた。

【 今後の展開 】

我々は上記のように色素増感太陽電池の固体化と高効率化および低コスト化による実用化を目指している。当面の今後の研究展開としては、これまでの研究成果および種々の電池作製工程におけるノウハウの蓄積を活かして、多孔質材料形成プロセスおよび種々表面修飾法の開発を進展させ、色素増感型太陽電池およびペロブスカイト太陽電池の早期の実用化を図りたい。

【 学術論文・著書等 】

- 1) L. Zhang, A. Konno (2018) Development of Flexible Dye-sensitized Solar Cell Based on Zinc Oxide Nanoparticle Adsorbed Dye Mixture, *Int. J. Electrochem. Sci.*, 13, 344-352.

【 国内学会発表件数 】

- ・電気化学会、有機電子移動化学討論会など 6 件

ナノマテリアルのケミカルプロセスング

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 (4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 α -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 α -アルミナの低温合成

α -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 α -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 α -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かと工業化を目指す。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) P. J. Kumar; J. T. Teja; C. Hirayama, M. Senna, T. Kawaguchi, N. Sakamoto, N. Wakiya, H. Suzuki, “Low-temperature processing of Garnet-type ion conductive cubic $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ powders for high performance all solid-type Li-ion batteries”, J. Taiwan Inst. Chem. Eng., **90**, 85-91 (2018)
- 2) N. Debnath, T. Kawaguchi, H. Das, S. Suzuki, W. Kumasaka, N. Sakamoto, K. Shinozaki, H. Suzuki, N. Wakiya, “Magnetic-field-induced phase separation via spinodal decomposition in epitaxial manganese ferrite thin films”, Sci. Technol. Adv. Mater., **19**, 507-516 (2018)
- 3) H. Das, N. Debnath, A. Toda, T. Kawaguchi, N. Sakamoto, S. M. Hoque, K. Shinozaki, H. Suzuki, N. Wakiya, “Controlled synthesis of dense MgFe_2O_4 nanospheres by ultrasonic spray pyrolysis technique: Effect of ethanol addition to precursor solvent”, Adv. Powder Technol., **29**, 283-288 (2018)
- 4) S. Meenachisundaram, T. Kawaguchi, R. Usami, N. Sakamoto, K. Shinozaki, M. Chellamuthu, P. Suruttaiya, U., H. Suzuki, N. Wakiya, “Preparation of free-standing multilayer hemispherical shell thin film using monodisperse polymer template”, J. Alloy Compd., **730**, 369-375 (2018)
- 5) H. Das, A. Inukai, N. Debnath, T. Kawaguchi, N. Sakamoto, S. M. Hoque, H. Aono, K. Shinozaki, H. Suzuki, N. Wakiya, “Influence of crystallite size on the magnetic and heat generation properties of $\text{La}_{0.77}\text{Sr}_{0.23}\text{MnO}_3$ nanoparticles for hyperthermia applications”, J. Phys. Chem. Solids, **112**, 179-184 (2018)

【 国際会議発表件数 】

- 1) “Magnetic-field-induced phase separation by Dynamic Aurora PLD”, N. Wakiya, N. Debnath, T. Kawaguchi, S. Suzuki, N. Sakamoto, K. Shinozaki, H. Suzuki, 2017 China forum on magnetic materials and application technology, October 25th, 2017, Zhejiang University of Technology, China 他 19 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 50 件

【 招待講演件数 】

- 1) Hisao Suzuki, Plenary, “Can Chemistry Open A New World of Ceramics? –Impact of Molecular Design for Nanoparticles and Thin Films–”, The 35th International Korea-Japan Seminar on Ceramics, Gangwon, Korea, 2018 年 11 月
- 2) Hisao Suzuki, Lecture, “High Performance Oxide nanoparticles and Thin Films from Molecular-Designed Precursor Solutions –Impact of Molecular Design for Nanoparticles and Thin Films–”, 20th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium, Shizuoka University, 2018 年 11 月, 他 3 件

【 受賞 】

- 1) 鈴木久男、2018 年度日本セラミックス協会フェロー表彰、日本セラミックス協会

高分子材料の表面・界面での新たな構造発現

兼任・教授 田坂 茂 (TASAKA Shigeru)
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: 高分子材料物性
e-mail address: tasaka.shigeru@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~tymatud/>



【 研究室組織 】

教 員 : 田坂 茂

修士課程 : M2 (4名)、M1 (2名)

【 研究目標 】

我々は、高分子の一次構造と高次構造の情報をもとに、高分子材料が表面・界面で1) どのような状態で、2) 配列し、3) 機能を発揮しているのか研究している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) アクリレート高分子の界面分子運動と構造の解明
- (2) プラスチックハードコーティング
- (3) 高分子界面 (PC, PVDF, PVC, PS) における結晶化と非晶化
- (4) 高分子ゲル

【 主な研究成果 】

(1) 高分子界面における非晶化

極性高分子では、金属、金属酸化物界面で通常バルク非晶とは異なる新たな非晶が形成する。X線回折によりこの非晶の構造をバルクから分離した。

(2) 高分子非晶の多形

溶媒や界面で、極性高分子は異なる構造・ガラス転移を示す非晶が存在することを明らかにした。

【 今後の展開 】

高分子で解明されていない表面界面の問題が明らかになる。

【 学術論文・著書等 】

- 1) “Flow Temperature of Poly(Lactic Acid) Gel in Solvents with Different Solubility” Y.Matsuda, T.Fukui, T.Iwase, and S. Tasaka, *Nihon Reoroji Gakkaishi* (2018) 46(1) 37-41.
- 2) “Metastable Interface Formation in Isotactic Poly(methyl methacrylate)/Alumina Nanoparticle Mixtures” K.Mtsuura, Y.Matsuda, and S.Tasaka, *S. Polym. J.* (2018), 50, 375-380.
- 3) “Molar Mass Dependence of Structure of Xanthan Thermally Denatured and Renatured in Dilute Solution” Y.Matsuda, K.Okumura, and S.Tasaka, *Polym. J.* (2018) 50,1043-1049

4) シンジオタクチックポリメタクリル酸メチルの構造に及ぼすテトラヒドロフランとアルミナ
ナノ粒子界面の影響 松浦一喜・松田靖弘・田坂 茂 高分子論文集(Kobunshi Ronbunshu), Vol. 75,
No. 3, 275—279 (2018)

5) Fabrication of polymer structure among fibrous structure of poly(lactic acid) gel and improvement of
physical properties, Y.Matsuda, H.Ashizawa, T.Fukui, R.Akao and S.Tasaka, Macromol.Chem.Phys. 2018,
219,1700317(1-8)

【 国際会議発表件数 】

- ・ 1 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 高分子学会、繊維学会など 15 件

【 招待講演件数 】

- ・ 1 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://wpp.shizuoka.ac.jp/tatsuoka/>



【 研究室組織 】

教 員 : 立岡 浩一

博士課程 : Yalei Huang (創造科技院 D2)

修士課程 : M2 (4名 (うち ABP 1名))、M1 (3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) シリコン系ナノシート束の作製と光学特性評価

熱電デバイス他、エネルギーデバイスへの応用を目的として Si ナノシート束を作製した。FeCl₂、FeCl₃、NH₄Cl 及び MgCl₂ ソースを用い CaSi₂ より Ca を脱離する事により Si ナノシート束を作製した (e-J. Surf. Sci. Nanotech., 16, 218-224 (2018))。また IP6 水溶液他酸性水溶液を用いて Si 系ナノシート束を作製した (Defect and Diffusion Forum, 386, 61-67 (2018))。さらに Mg₂Si が堆積した Mg₂Si/Si ナノシート束 コンポジットを作製し、このコンポジットの発光特性を評価した (Jpn. J. Appl. Phys. Accepted.)。

(2) その他ナノ構造体の作製と構造的評価

MnCl₂/NH₄Cl 混合雰囲気中にて CaSi₂ を熱処理する事により Si ナノワイヤ/ナノシート複合体を作製した (第 66 回応用物理学会春季学術講演会)。またカルシウムシリサイド粉末及び CaSi₂ 結晶を HF 処理を施すことによりそれぞれ CaF₂ ナノ粒子及び CaF₂ ナノシートを作製した (第 66 回応用物理学会春季学術講演会)。

【 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) Y. Huang, R. Tamaki, P. Yuan, Y. Kumazawa, N. Atsumi, V. Saxena, N. Ahsan, Y. Okada, Y. Hayakawa, and H. Tatsuoka, Synthesis, Structural and Photoluminescence Properties of Mg_2Si/Si Nanocomposites Consisting of Si Nanosheet Bundles and Mg_2Si Deposits, *Jpn. J. Appl. Phys.* Accepted.
- 2) Y. Huang, P. Yuan, Y. Kumazawa, S. Kusazaki, Y. Saito, V. Saxena, K. Konishi, Y. Kujime, T. Kato, K. Tanaka, Y. Hayakawa, and H. Tatsuoka, Morphological and Structural Modifications of Si-Based Nanostructures Synthesized from Metal Silicide Templates in IP6, Acid and Metal Chloride Solutions, *Defect and Diffusion Forum*, 386,61-67 (2018).
- 3) X. Meng, P. Yuan, K. Sasaki, K. Tsukamoto, S. Kusazaki, Y. Saito, Y. Kumazawa, and H. Tatsuoka, Formation of Si-based Nanosheet Bundles and Morphological Modification of $CaSi_2$ Crystals by Thermal Treatment using Chloride Compounds, *e-J. Surf. Sci. Nanotech.*, 16, 218-224 (2018).

【 国際会議発表件数 】

- ・ THERMEC' 2018、SSDM2018 など7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13件

【 招待講演件数 】

- ・ THERMEC' 2018、ASCO-NANOMAT 2018 など4件

【 新聞報道等 】

- ・ 静岡大学「ゆらゆらフレミングアニマル (8/20)」<浦川ふれあいセンター>、2018年8月23日、電磁石のおもちゃで児童らが製作実験 天竜区で講座、静岡新聞

【 受賞・表彰 】

- ・ Vimal Saxena (総合科学技術研究科修士2年 ABP 学生) The best presentation award for young researchers, The 20th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium, the 4th ICNERE joint Symposium, 2018年11月.
- ・ NANO-MICRO LETTERS AWARDS, NANO-MICRO LETTERS, 2018年7月.

光化学の医学および生命科学への応用

兼担・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://www.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 (3名)
学 部 生：B4 (3名)、B3 (4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ている。さらに、期待される成果は、光を利用した遺伝子操作にも応用可能と考えられる。また、同様の研究手法 (光化学的分析、物理化学的評価法) を用いた関連分野 (光生物学および光機能性材料) の研究を行っている。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) ターゲット選択的に作用するがん光治療用光増感剤の開発
- (3) 光化学反応を利用した遺伝子操作
- (4) 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)
- (5) 貴金属ナノ粒子の自発的複合化現象の原子レベルでの解明

【 主な研究成果 】

(1) がん選択的光増感剤の開発

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。今回、がん細胞選択的に作用する光増感剤を開発した (*Chem. Res. Toxicol.* 2018)。低酸素状態のがん細胞に酸化ダメージを与えるため、従来の活性酸素機構だけでなく、電子移動機構で作用するポルフィリン P(V) 錯体を開発し、分子レベルで作用を証明した。培養細胞による検証で、ヒト子宮がん由来細胞に従来薬を上回る効果を示したが、ヒト皮膚由来細胞には、光毒性を示さず、がん細胞高選択性を確認した。さらに、マウスに移植したヒト子宮がん由来の腫瘍への取込選択性と従来薬と遜色ない抗腫瘍活性を確認した。

(2) 光増感剤の活性制御

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) 錯体やカチオン性のフリーベースポルフィリンに pH に応答する電子ドナーを結合することで活性制御を試みた。これまでに DNA 等との結合による微小環境を利用した活性制御に成功していたが、これを応用し、電子ドナーのプロトン化によるポルフィリン光増感剤の分子内電子移動状態におけるエネルギー準位の制御に成功した。

(3) 貴金属ナノ粒子の自発的複合化における速度論の解明

銀ナノ粒子と異種貴金属ナノ粒子 (比較的フェルミレベルが深い金属) を混合すると自発的に複合化し、銀をコアとする二元ナノ粒子が形成される現象を報告してきた。その現象の初期過程として金属ナノ粒子間の電子移動が起こることを提唱していたが、分光学的な分析でその過程を計測し、速度論的に解析することで証明した (*Chem. Asian J.* 2018 の表紙に掲載)。同時に、初期過程における活性化エネルギーを決定できた。

【 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ポルフィリン P(V) 錯体の研究を進める。特に、組織透過性が高い長波長可視光への応答性とがん細胞ならびに腫瘍に高い選択性をもつ光増感剤を開発する。がん細胞内の微小環境や pH の違い等を利用し、励起状態の緩和過程を制御することを原理としており、物理化学的アプローチにより展開する。

また、貴金属ナノ粒子の自発的複合化において、金属原子の再配列が起こる過程には不明な点も多く、今後、解明を進める。

【 学術論文・著書 】

- 1) Kazutaka Hirakawa, Tetuya Kaneko, and Naoki Toshima, “Kinetics of spontaneous bimetalization between silver and noble metal nanoparticles”, *Chemistry-An Asian Journal*, 13, 1892-1896 (2018) (Front Cover).
- 2) Myeong Eun Heo, Young-Ae Lee, Kazutaka Hirakawa, Shigetoshi Okazaki, Seog K. Kim, and Dae Won Cho, “Sequence selective photoinduced electron transfer of a pyrene-porphyrin dyad to DNA”, *Physical Chemistry Chemical Physics*, 20, 16386-16392 (2018).
- 3) Kazutaka Hirakawa, Dongyan Ouyang, Yuko Ibuki, Shiho Hirohara, Shigetoshi Okazaki, Eiji Kono, Naohiro Kanayama, Jotaro Nakazaki, and Hiroshi Segawa, “Photosensitized protein-damaging activity, cytotoxicity, and antitumor effects of P(V)porphyrins using long-wavelength visible-light through electron transfer”, *Chemical Research in Toxicology*, 31, 371-379 (2018).
- 4) Hiroaki Horiuchi, Masataka Isogai, Kazutaka Hirakawa, and 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).
- 5) Kazutaka Hirakawa and Keisuke Sugimoto, “Redox cycles of benzenediol derivatives responsible for hydrogen peroxide formation”, in: *Reactive Oxygen Species (ROS): Mechanisms and Role in Health and Disease*, ed. by Shannon Wilkerson, Nova Science Publishers, New York, Chapter 9 (2018).
- 6) Kazutaka Hirakawa, “Biomolecules oxidation by hydrogen peroxide and singlet oxygen” in: *Reactive Oxygen Species (ROS) in Living Cells*, ed. by Filip Cristiana, Rijeka, Croatia, InTech Open. Chapter 9 (2018).
- 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) Kazutaka Hirakawa, Atsushi Murata, and Shigetoshi Okazaki, “Photosensitized biomolecule oxidation activity of ethoxy and fluoroethoxyP(V)porphyrins: a mini-review”, *Photomedicine and Photobiology*, 39, 19-20 (2018).

【 特許等 】

- 1) 平川 和貴、欧陽 東彦、リンポルフィリン化合物及びその製造方法、並びに生体分子損傷剤、特許第 6469096 号 (2019)。

【 国際会議発表件数 】

- 1) The 14th Korea-Japan Symposium on Frontier Photoscience-2018

【 国内学会発表件数 】

・ 第 40 回日本光医学・光生物学会、2018 年光化学討論会、第 28 回日本光線力学学会学術講演会など 14 件

【 招待講演件数 】

・ レーザーウィーク in 東京 (2018. 11. 1) など 4 件

新規機能性酸化物の開発

兼担・教授 符 徳勝 (FU Desheng)
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： 材料物性、機能性材料
e-mail address: fu.tokushou@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wwp.shizuoka.ac.jp/desheng-fu/>



【 研究室組織 】

教 員：符 徳勝

修士課程：M2 (1名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

物質科学また材料科学においては、環境に優しく、毒性元素を含まない化合物や新規な構造を創出することにより、従来の性能を損なわない或いは超えた新規機能性材料の開拓が求められている。これらの課題を解決するために、新しい材料設計の方針や新たな戦略元素の探索が強く要請されている。このような視点に立って、本研究室は優れた機能を有する新規光電機能材料の創出、材料開発のブレークスルーとなるような新概念および材料設計指針の提案を目指す。

現在主に下記の研究内容を行なっている。

- (1) 欠陥制御による新規透明な電気光学セラミックスの開発
- (2) グリーンな新規圧電材料の開発
- (3) BaTiO₃ ナノ結晶と物性の関係の解明

【 主な研究成果 】

(1) 新規透明な電気光学セラミックスの開発

正方晶タングステンブロンズ構造の構造欠陥に着目し、その構造欠陥を制御してさらにセラミックスの微構造を制御し、セラミックスの透明化を実現することを提案した。その結果、幾つの物質において、セラミックスの微構造制御に成功した。さらにそれらの物質のセラミックス透明化に成功した。新規透明セラミックスの開発の新たな道を開いた。

(2) グリーンな新規圧電材料の開発

ペロブスカイト結晶における小イオンの off-centering 効果を利用し、(Ba, Ca)(Ti, Sn)O₃ などの新規圧電材料を開発した。市販 PZT 圧電セラミックスに比べ、4 倍以上の電気誘起歪みを有する新規材料の開発に成功した。

(3) BaTiO₃ ナノ結晶と物性の関係の解明

BaTiO₃ ナノ結晶におけるドメイン構造を解析し、ドメイン密度と誘電率の相関関係を見出した。100nm~100μm のサイズの BaTiO₃ 結晶の相転移温度と粒径の関係を解明した。これらの知見は、電子デバイスに広く利用されている BaTiO₃ セラミックスの開発に基礎データを提供する。

【 今後の展開 】

今後の研究展開としては、優れた電気光学効果を有する新規透明セラミックス光学材料の開発とその応用に尽力する。発見した新規な圧電材料の実用可能性を検討する。また、BaTiO₃ ナノ結晶と物性の関係を徹底的に解明して行く。

【 学術論文・著書 】

- 1) H. Moriwake, A. Konishi, T. Ogawa, C. A. J. Fisher, A. Kuwabara, D. Fu, “First-principles study of the ferroelectric phase of AgNbO₃”, Chapter 8 in “Nanoscale Ferroelectric-Multiferroic Materials for Energy Harvesting Applications”, Hideo Kimura, Zhenxiang Cheng, Tingting Jia (Ed.), eBook ISBN: 9780128145005, Paperback ISBN: 9780128144992, Elsevier, 2019. p.137-159.
- 2) P. Aich, D. Fu, C. Meneghini, and S. Ray, “Identifying the nature of dielectric anomalies in SrFeO_{3-δ}”, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, on-line 2019.
- 3) P. Aich, C. Meneghini, L. Tortora, V. Siruguri, S. D. Kaushik, D. Fu, and S. Ray, “Fluorinated Hexagonal 4H SrMnO₃ : A locally disordered manganite”, J. Materials Chemistry C 7, 3560-3568 (2019).
- 4) H. Moriwake, A. Konishi, T. Ogawa, C. A. J. Fisher, A. Kuwabara, K. Shitara, and D. Fu, “Polarization fluctuations in the perovskite-structured ferroelectric AgNbO₃”, Phys. Rev. B 97, 224104 (2018).

【 国際会議発表件数 】

- 1) Desheng Fu, Wei Zhao, Guorong Li, Mitsuru Itoh, “Exponential law of the dielectric susceptibility and polarization growth in the paraelectric phase of 0.6Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃-0.4PbTiO₃”, EMRS 2018 fall meeting (Warsaw, Poland) Sept. 17-20, 2018.
- 2) Rikuya Oishi, Desheng Fu, “The influence of A-site vacancy on the relaxor behaviors of (Sr_{0.7}Ba_{0.3})_{1+x}Nb₂O_{6+x} with tungsten bronze structure”, ISAF-FMA-AMF-AMEC-PFM (IFAPP) joint conference (Hiroshima, Japan), May 27-June 1, 2018.
- 3) Yutarou Iida, Desheng Fu, “Effects of Ca substitution on the electromechanical properties of (Ba_{1-x}Ca_x)(Ti_{0.9}Hf_{0.1})O₃ piezoelectric ceramics”, ISAF-FMA-AMF-AMEC-PFM (IFAPP) joint conference (Hiroshima, Japan), May 27-June 1, 2018.

【 国内学会発表件数 】

・日本セラミックス協会、3件

【 招待講演件数 】

- 1) Desheng Fu, **Physical picture of Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃-based relaxors**, Research lecture of Fudan University, Fudan University, Shanghai, Dec. 14, 2018.
- 2) Desheng Fu, **Tungsten Bronze Structure Ferroelectrics oxides**, Research lecture of Shanghai Institute of Ceramics, Shanghai Institute of Ceramics, CAS, Shanghai, Dec. 13, 2018.

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

共同研究者: 星野 敏春 (静岡大学 名誉教授)

修士課程: M2 (1名)

【 研究目標 】

近年の計算機の高速度・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)、FPKKR 法等の計算プログラムを使用する。平成 30 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 Al-Y クラスタ一間相互作用の効果
(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の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) Pd 合金中の Rh/Ru 不純物の相互作用エネルギーと溶解濃度現

【 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 合金中での Al-Y クラスタ一の配列について、クラスタ一間の相互作用エネルギーを計算することにより、その発現メカニズムについて明らかにした。
- (2) 第一原理分子動力学計算により、 γ -アルミナを初期構造とするアモルファスアルミナの動径分布関数等を算出し、アモルファスアルミナの典型的な (局所安定な) 局所構造を明らかにした。
- (3) Pd-Ru、Pd-Rd 合金の平衡状態図を理論的に明らかにすることを目的として、温度効果・

格子振動効果を取り入れた、Ru/Rd 原子 2-4 体の相互作用エネルギーを計算し、この結果をクラスター変分法に取り入れることにより、Pd 中の Ru/Rd 不純物の溶解濃度限を理論的に算出した。

【 今後の展開 】

- (1) Mg-Al-Y LPSO 構造合金中の Al-Y クラスター等の局所構造について、2 体の相互作用エネルギーに基づく原子間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の局所構造と局所電荷について解明する。
- (3) Pd 中の Ru の溶解度限の計算について、クラスター変分法のクラスターサイズを大きくとる等により計算精度を上げ、より高濃度の系についてもソルバス温度を算出し、平衡状態図の構築につなげる。

【 学術論文 】

- 1) Chang Liu, Mitsuhiro Asato, Nobuhisa Fujima, Toshiharu Hoshino, Ying Chen, Tetsuo Mohri, Real Space Cluster Expansion for Total Energies of Pd-Rich PdX (X = Rh, Ru) Alloys, Based on Full-Potential KKR Calculations: An Approach from a Dilute Limit, Mater. Trans. 59, 1669-1676 (2018).
- 2) Chang Liu, Mitsuhiro Asato, Nobuhisa Fujima, Toshiharu Hoshino, Ying Chen, Tetsuo Mohri, Interaction Energies Among Rh Impurities in Pd and Solvus Temperatures of Pd-Rich PdRh Alloys, Mater. Trans., Mater. Trans. 59, 883-889 (2018).
- 3) Taku Murakami, Nobuhisa Fujima, Toshiharu Hoshino, Mitsuhiro Takeda, Kazuya Konno, Long-range interactions in Mg-Al-rare earth alloys with 10H-type long-period stacking ordered structure, Computational Materials Science 153, 297-302 (2018).
- 4) Nobuhisa Fujima, Taku Murakami, Toshiharu Hoshino, Mikio Fukuhara, Pair interaction energies and local structures of titanium and nickel atom-pairs in β -Sn type silicon, Intermetallics, 97, 71-76 (2018).
- 5) Chang Liu, Mitsuhiro Asato, Nobuhisa Fujima, Toshiharu Hoshino, Ying Chen, Tetsuo Mohri, Ab-Initio Calculations for Solvus Temperatures of Pd-Rich PdRu Alloys: Real-Space Cluster Expansion and Cluster Variation Method, Mater. Trans., 59, 338-347 (2018),
- 6) Mitsuhiro Asato, Chang Liu, Nobuhisa Fujima, Toshiharu Hoshino, Ying Chen, Tetsuo Mohri, Temperature Dependent Interaction Energies among X (=Ru, Rh) Impurities in Pd-Rich PdX Alloys, Intern'l J. Materials and Metallurgical Engineering, 12, 119-123 (2018).

【 国際会議発表件数 】

- 1) 4th International Symposium on Long Period-Stacking Ordered Structure and Mille-feuille Structure December 3-5 2018 Kumamoto

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本金属学会など 4 件

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: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~tnsakam/>



【 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 : ニパ・デブナス (創造科技院 D3、私費)、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)
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 (セラミックス薄膜およびハイブリッド微粒子) の合成 (セラミックスプロセッシング) 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) 磁場中でも 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ていく準備が整った。
- (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。
- (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) "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) (IF=3.779)

- 2) “Mössbauer Studies of Composites Hydroxyapatite/Ferroxides”, A. S. Kamzina, N. Wakiya, *Phys. Solid State*, **60** (2018) 2471–2478
- 3) “Low-temperature processing of Garnet-type ion conductive cubic $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ powders for high performance all solid-type Li-ion batteries”, Padarti, Jeevan Kumar; Jupalli, Taruna Teja; Chie Hirayama, Mamoru Senna, Takahiko Kawaguchi, Naonori Sakamoto, Naoki Wakiya, Hisao Suzuki, Hisao, *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.*, **90** (2018) 85-91 (IF=3.849)
- 4) “Magnetic-field-induced phase separation via spinodal decomposition in epitaxial manganese ferrite thin films”, Nipa Debnath, Takahiko Kawaguchi, Harinarayan Das, Shogo Suzuki, Wataru Kumasaka, Naonori Sakamoto, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya, *Sci. Technol. Adv. Mater.*, **19** (2018) 507-516 (IF=4.787)
- 5) “Magnetic Core/Shell Nanocomposites $\text{MgFe}_2\text{O}_4/\text{SiO}_2$ for Biomedical Application: Synthesis and Properties”, A. S. Kamzin, H. Das, N. Wakiya, A. A. Valiullin, *Physics of Solid State*, **60** (2018) 1752-1761
- 6) “Controlled synthesis of dense MgFe_2O_4 nanospheres by ultrasonic spray pyrolysis technique: Effect of ethanol addition to precursor solvent”, Harinarayan Das, Nipa Debnath, Atsuki Toda, Takahiko Kawaguchi, Naonori Sakamoto, Sheikh Manjura Hoque, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya, *Adv. Powder Technol.*, **29** (2018) 283-288 (2018) (IF=2.659)
- 7) “Preparation of free-standing multilayer hemispherical shell thin film using monodisperse polymer template”, Sridevi Meenachisundaram, Takahiko Kawaguchi, Ryo Usami, Naonori Sakamoto, Kazuo Shinozaki, Muthamizhchelvan Chellamuthu, Ponnusamy Suruttaiya U., Hisao Suzuki, Naoki Wakiya, *J. Alloy Compd.*, **730** (2018) 369-375 (2018) (IF=3.779)
- 8) “Influence of crystallite size on the magnetic and heat generation properties of $\text{La}_{0.77}\text{Sr}_{0.23}\text{MnO}_3$ nanoparticles for hyperthermia applications”, Harinarayan Das, Akihiro Inukai, Nipa Debnath, Takahiko Kawaguchi, Naonori Sakamoto, Sheikh Manjura Hoque, Hiromichi Aono, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya, *J. Phys. Chem. Solids*, **112** (2018) 179-184 (2018) (IF=2.059)

【 特許等 】

(外国登録特許)

- 1) 耐摩耗性に優れた表面被覆切削工具の製造方法, 高岡秀充, 長田晃, 脇谷尚樹, 鈴木久男, 篠崎和夫, 韓国特許第 10-1905903 号 (登録日: 2018 年 10 月 1 日)
- 2) 表面被覆切削工具およびその製造方法, 柿沼宏彰, 大橋忠一, 長田晃, 脇谷尚樹, 鈴木久男, 篠崎和夫, 中国特許第 ZL201510042488.9 号 (登録日: 2018 年 7 月 6 日)

(国内登録特許)

- 3) 硬質被覆層がすぐれた耐チップング性、耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具, 柿沼宏彰, 藤原和崇, 脇谷尚樹, 鈴木久男, 篠崎和夫, 特許第 6423286 号 (登録日: 2018 年 10 月 26 日)
- 4) 湿式高速断続切削加工においてすぐれた耐チップング性を発揮する表面被覆切削工具, 柿沼宏彰, 藤原和崇, 脇谷尚樹, 鈴木久男, 篠崎和夫, 特許第 6423265 号 (登録日: 2018 年 10 月 26 日)
- 5) 高速断続切削加工においてすぐれた耐チップング性を発揮する表面被覆切削工具, 柿沼宏彰, 大橋忠一, 長田晃, 脇谷尚樹, 鈴木久男, 篠崎和夫, 特許第 6364195 号 (登録日: 2018 年 7 月 6 日)

【 国際会議発表件数 】

- 1) KJ-Ceramics 35 など 8 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本セラミックス協会、日本磁気学会など 2 4 件

【 指導学生の受賞 】

- ・ 博士課程学生: 1 件、修士課程学生: 2 件

二次元層状材料・ナノカーボン材料の開発

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： 結晶成長、酸化物半導体、グラフェン、二次元層状材料
 e-mail address: nakamura.atsushi@shizuoka.ac.jp
 homepage: <http://newmech.eng.shizuoka.ac.jp/research/staff/>
<http://nakamura-lab.webnode.jp>



【 研究室組織 】

教 員：中村 篤志

修士課程：M2 (3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新規ナノマテリアルの創成から、生体応用技術の開発まで、幅広く研究を展開している。半導体ナノテクノロジーやナノ材料合成など、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。

当面の研究目標を以下に列記する。

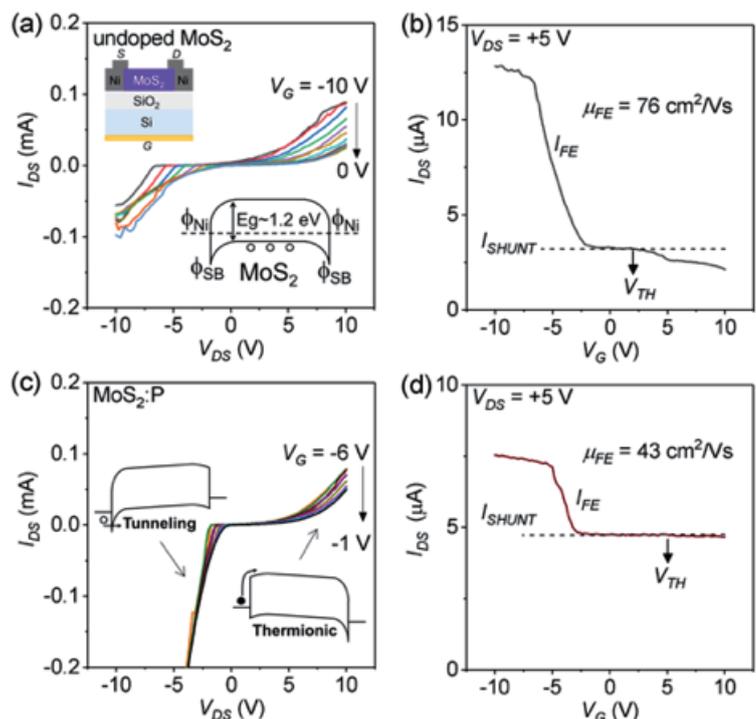
- (1) 二次元層状材料の CVD 成長
- (2) ナノカーボン・グラフェンコンポジット材料の開発と医療・環境分野への応用
- (3) 原子層堆積法による低温 Al_2O_3 薄膜の機能性表面形成
- (4) 電界紡糸法によるナノファイバーマットの形成とセンサ応用

【 主な研究成果 】

(1) 二次元層状材料の CVD 成長

触媒を用いないでグラフェン層を直接、基板の上に成長させる技術を開発した。これにより従来の機械的剥離法によるグラフェン層の転写や、触媒金属上に成長したグラフェン膜の金属触媒のエッチングプロセスと転写プロセスを省略することが出来るようになった。特に金属触媒を除去することはこれまで困難であったことと、CVD 法のメリットである大面積成長でグラフェンが得られたとしても、その後の転写方法が複雑であったために、グラフェン層のシワ・欠損から避けられなかった課題を解決した。

グラフェンはその優れた電気的特性により次世代電子輸送デバイスとして期待されているが、バンド



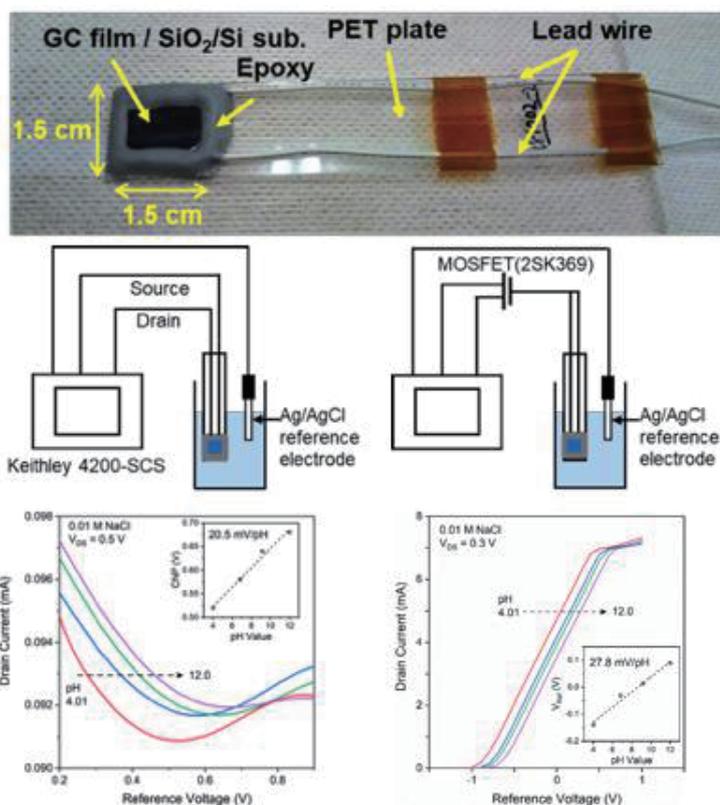
ギャップを持たないためにスイッチング素子には向かないとされてきた。グラフェンに続く次世代の原子膜材料として注目される二硫化モリブデン (MoS₂) の直接成長技術を確認した。

(2) 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

本研究室で開発した直接成長ラフェン膜、直接成長二硫化モリブデン膜、電界紡糸法ナノファイバー膜を用いてプロトンセンシングによる pH センサーを作製した。

(3) 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ーを開発した。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。



【 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ナノ材料の創成と応用を目指している。当面の今後の研究展開としては、人体並びに生物を模倣したセンサー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) Shinzawa R, Otsuka A, Nakamura A (2019) Growth of glassy carbon thin films and its pH sensor applications. SN Applied Sciences 1:1–10. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0181-5>
- 2) Momose T, Nakamura A, Daniel M, Shimomura M (2018) Phosphorous doped p-type MoS₂ polycrystalline thin films via direct sulfurization of Mo film. Aip Adv 8:025009-1-8. <https://doi.org/10.1063/1.5019223>

【 解説・特集等 】

- 1) 2019年3月号<映像情報メディア年報 2019-20 シリーズ> (第2回)「情報ディスプレイ技術の研究動向」 in-press、1編

【 国際会議発表件数 】

- ・ 1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 10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 (創造科技学院 D2)
修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)
学 部 生：B4 (3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) 等価置換に基づくペプチドミメティックの創製研究

ペプチド結合を炭素-炭素二重結合に置換する等価置換に着目し、ペプチド性医薬品の基盤技術となるペプチドミメティックの開発を目指している。これまでは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てきたが、本年度はその対象化合物となるメチルアルケン型ペプチドミメティックの合成に着手し、ペプチド結合等価体としてのクロロアルケン骨格の有用性を精査した。その結果、クロロアルケン型ペプチド結合等価体は、 β -ターン構造や β -ストランド構造において、他のアルケン型ペプチド結合等価体とは大きく異なる特徴的なミミック効果を示すことを明らかにした。

(2) HIV 細胞侵入過程を標的とした創薬研究

これまでの研究では、in vitro における 50%阻害濃度 (IC₅₀) が nM オーダーの有用第 2 期化合物群見出し、動物実験を見据えたマルチグラム単位の大量合成法を確立している。本年度は、MD 計算によって得られた推定結合様式に基づき、トリテルペン誘導体を主軸とした新規化合物群の設計・合成を試みたところ、第 2 期化合物群とは異なるトリテルペン骨格を有し、第 2 期化合物群と同様に IC₅₀ が nM オーダーの有用第 3 期化合物群を見出すことに成功した。また、さらなる構造展開によって、合成後期官能基化を見据えた鍵中間体となり得る新規有用化合物の創製に成功し、第 2 期および第 3 期化合物群の医薬品プロファイルの向上、動物実験に向けたマルチグラムスケールの合成も併せて達成した。

(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

我々は NHC 触媒が注目される契機となった α, β -不飽和アルデヒドと芳香族アルデヒドからなる γ ブチロラクトン合成法が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、 α, β -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。

【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) T. Narumi, K. Miyata, A. Nii, K. Sato, N. Mase, T. Furuta “7-Hydroxy-N-Methylquinolinium Chromophore: A Photolabile Protecting Group for Blue-Light Uncaging”, *Org. Lett.* 20, 4178-4182 (2018).
- 2) T. Narumi, T. Nishizawa, T. Imai, R. Kyan, H. Taniguchi, K. Sato, N. Mase, “Improvement of chemical stability of conjugated dienes by chlorine substitution”, *Tetrahedron* 74, 6527-6533 (2018).
- 3) K. Sato, S. Tanaka, K. Yamamoto, Y. Tashiro, T. Narumi, N. Mase, “Direct synthesis of N-terminal thiazolidine-containing peptide thioesters from peptide hydrazides”, *Chem. Commun.* 54, 9127-9130 (2018).
- 4) N. Mase, Moniruzzaman, S. Yamamoto, Y. Nakaya, K. Sato, T. Narumi, “Organocatalytic Stereoselective Cyclic Polylactide Synthesis in Supercritical Carbon Dioxide under Plasticizing Conditions”, *Polymers* 110, 713-722 (2018).
- 5) P. Vámosi, K. Matsuo, T. Masuda, K. Sato, T. Narumi, K. Takeda, N. Mase, “Rapid Optimization of Reaction Conditions Based on Comprehensive Reaction Analysis Using a Continuous Flow Microwave Reactor” *Chem. Rec.* 19, 77-84 (2019).

【特許等】

- 1) 鳴海哲夫、今井智之、間瀬暢之、佐藤浩平 「凝集タンパク質の検出に適した化合物」 PCT/JP2018/028279
- 2) 鳴海哲夫、萩原香澄 「オレアノール酸誘導体」PCT/JP2018/033663

【国際会議発表件数】

- ・ 10th international peptide symposium, Dec 3-7, 2018, Kyoto, Japan など 15 件

【国内学会発表件数】

- ・ 日本薬学会第 139 回年会（千葉）、ケミカルバイオロジー学会年会など

【招待講演件数】

- ・ 東京大学先端科学技術研究センター講演会（2018. 5. 14）、ペンシルバニア大学化学科有機化学セミナー（2018. 8. 24）など 7 件

【受賞・表彰】

- ・ 喜屋武 龍二（D3）、日本病院薬剤師会東海ブロック・日本薬学会東海支部合同学術大会 2018 優秀発表賞（2018. 11. 4）「N-アリール基の構造活性相関研究による高活性 NHC 触媒の創製」など 3 件

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://wpp.shizuoka.ac.jp/matsuda-yasuhiro/>



【 研究室組織 】

教 員：松田 靖弘

修士課程：M2 (1名)、M1 (1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

【 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。平成 30 年度は希薄・中性溶液中での変性・再性挙動に関する論文 (1) を発表し、酸性条件下における変性・再性挙動を調べる実験を行った。

(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。平成 30 年度にはこれまでの研究に対して、高分子学会関西支部からヤングサイエンティスト講演賞を授与され、招待講演 (1 と 2) を行った。また、ポステレン-ポリ乳酸ブロックを導入した際の流動温度の上昇と構造の変化を調べた。

(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。平成 30 年度は主に酸性条件下での高分子間会合体形成のしやすさ、構造を調べた。

(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。平成 30 年度は主に架橋剤を加えた際のハードコート液中の構造を評価した。

【 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 4 つ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) “Molar Mass Dependence of Structure of Xanthan Thermally Denatured and Renatured in Dilute Solution” Matsuda, Yasuhiro. Okumura, Kazuya. Tasaka, Shigeru. Polymer Journal (2018) 50 (11) 1043-1049.
- 2) “Structure of syndiotactic poly(methyl methacrylate) influence of tetrahydrofuran and alumina nanoparticle interface” Matsuura, Kazuki. Matsuda, Yasuhiro. Tasaka, Shigeru. Kobunshi Ronbunshu (2018) 75(3) 275-279.
- 3) “Metastable Interface Formation in Isotactic Poly(methyl methacrylate)/Alumina Nanoparticle Mixtures” Matsuura, Kazuki. Matsuda, Yasuhiro. Tasaka, Shigeru. Polymer Journal (2018) 50(5) 375-380.

【 国際会議発表件数 】

- 1) “Structure and Viscosity of Thermally Renatured Xanthan” Yasuhiro Matsuda, Fumitada Sugiura, Kazuya Okumura, Shigeru Tasaka, The 12th SPSJ International Polymer Conference, 7 December 2018.
- 2) “Improvement of Thermal Properties of Poly(lactic acid) Gel by Controlling Crystalline Structure” Takahiro Fukui, Hiroki Ashizawa, Yasuhiro Matsuda, Atsushi, Takahara, Shigeru Tasaka, The 12th SPSJ International Polymer Conference, 5 December 2018.
- 3) “Characterization and Molar Mass Dependence of Renaturation of a Double-Helical Polysaccharide Xanthan” Yasuhiro Matsuda, Fumitada Sugiura, Kazuya Okumura, Shigeru Tasaka, n of a Double-Helical Polysaccharide Xanthan” World Polymer Congress Macro2018, 4 July 2018.

【 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 13 件

【 招待講演件数 】

- 1) 「ナノファイバー構造によるポリ乳酸ゲルの創製と制御」第 64 回高分子研究発表会(神戸)
- 2) 「溶媒との複合体結晶を利用したポリ乳酸ゲル」第 11 回 PJ ゼオン賞受賞者座談会

【 受賞・表彰 】

- 1) 松田靖弘, ヤングサイエンティスト講演賞 “ナノファイバー構造によるポリ乳酸ゲルの創製と制御” 高分子学会関西支部

(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 14 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 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(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～平成 33 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～平成 32 年)』さらに、環境省セルロースナノファイバー性能評価事業委託業務『セルロースナノファイバーを利用した住宅部品高断熱化による CO₂ 削減』についても展開していく予定である。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)

◎齋藤 隆之：混相流物理と先端光科学との融合(グリーンプロセス、新規水素製造技術)

・二又 裕之：微生物生態系の原理解明とエネルギー生産

・大岩 孝彰：超精密な機械の実現を目指して

・桑原不二朗：多孔質体理論を用いた熱及び物質移動

・島村 佳伸：先進複合材料の強度と破壊、金属疲労

・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

・孔 昌一：超臨界流体物性測定およびナノ炭素材料の創製

・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

3. 主な研究活動

- (1) 半導体レーザーを用いたレーザー維持プラズマ生成に関する研究及びJAXA委託研究によるレーザー吸収分光法を用いた膨張波管気流診断の研究を中心に行った。その結果、学術論文5本、国際発表12件、国内発表28件の成果を挙げ、学会誌の表紙掲載が1件、学会賞を2件受賞した。(松井研究室)。
- (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5回 超領域国際シンポジウム
平成31年3月6日 The 5th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2019 の開催に協力した。
- (4) 第12回超領域研究会
平成30年12月3日(月)に静岡キャンパスにおいて行われた第12回超領域研究会の開催に協力した。
- (5) 国際連携
 - ・平成30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。
 - ・平成31年1月～2月にかけてIITハイデラーバード校から大学研究者および博士課程学生の短期間招聘を実施した。
- (6) 受賞
 - ・「2018-ASM Outstanding Abstract Award」を受賞、さらに創造大学院院長賞も受賞(二又研究室)。
 - ・複数の研究室が、国際国内学会において受賞。
- (7) 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)。
- (8) 報道

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。

微生物生態系の原理解明とエネルギー生産

兼担・教授 二又 裕之 (FUTAMATA 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: 環境微生物生態工学
e-mail address: futamata.hiroyuki@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://cheme.eng.shizuoka.ac.jp/wordpress/futamatalab/>



【 研究室組織 】

教 員: 二又 裕之

博士課程: 鈴木 研志 (創造科技院 D3)、Jabir Mohd Din (創造科技院 D1)

修士課程: M2 (3名)、M1 (1名)

学 部 生: B4 (4名)

【 研究目標 】

微生物生態系の機能を活用した環境浄化技術および電気エネルギー生産に関する研究を実施している。同時に、それらの技術開発にとって必要不可欠と考えられる微生物生態系の仕組みを理解する試みを続けている。このように、基盤研究から実用化を意識した研究あるいはフィールドワークまで、幅広く展開している。当面の研究目標は以下の通りである。

- (1) 蓄電能を有するバイオナノマテリアルに関する微生物学および物質科学的解析
- (2) 複雑微生物系における動的平衡機構の解明

【 主な研究成果 】

(1) 蓄電能を有するバイオナノマテリアルに関する微生物学および物質科学的解析

微生物燃料電池から分離した *Desulfovibrio* sp. HK-II 株および HK-IV 株が、 Fe^{3+} 存在および硫酸呼吸時において、蓄電ミネラル (Mackinawite) を生産することを明らかにした。両菌株は系統学的に極めて近縁であるにも関わらず、HK-IV 株の蓄電鉱物の充放電容量は HK-II の約 2 倍であった。そこで本研究では、蓄電能の違いを生み出す微生物の特性を明らかにすることを目的としてゲノム比較を実施した。

HK-II 株および HK-IV 株のゲノムを Average Nucleotide Identity (ANI) 解析した結果、ゲノム間の相同性は 99.99% であった。微生物由来の Mackinawite は数日掛けて精製されるのに対し、化学合成では一瞬にして生成され形態および充放電容量も異なった。そのため、蓄電ミネラル生成速度が影響していると推察し、まず硫酸還元に関わる代謝プロセスを遺伝的に特定した。その結果、両菌株とも電子伝達鎖、硫酸還元経路、亜硫酸還元経路と既存の硫酸還元プロセスを有していた。遺伝子 *sat*, *aprAB*, *qmoABC*, *dsrAB*, *tp1c3*, *qrcABCD*, *dsrMKJOP* とそれらの周辺領域、さらに制御タンパク遺伝子 *rex* が 100% 一致していた。しかし、HK-IV 株に特有の遺伝子領域が少なくとも 4 カ所見出された。その内の 1 つに亜硫酸排出に関わるタンパク TauE をコードする遺伝子が見出され、ゲノム全体としては HK-II 株および HK-IV 株にそれぞれ 10 および 11 の遺伝子と多様性が確認され、硫化水素生成速度の差が影響していることが示唆された。現在、関連遺伝子の発現量比較を進めている。

(2) 複雑微生物系における動的平衡機構の解明

環境細菌の一種である *Pseudomonas* sp. LAB-08 株が他の微生物の増殖を抑制する物質を生産していることを発見した。本物質についてはこれまでに、分子量が 1033 の水溶性物質であること、様々な微生物種に対してその効果を発揮すること、LAB-08 株を連続培養するとある一定期間において生産されることなどが明らかとなっている。しかし、本物質の分子構造や具体的な抑制機構については未だ明らかとなっていない。そこで、今年度では増殖抑制物質の作

用機序解明を目的とした。

KEIO library を用いた増殖抑制物質に対する耐性株の探索を行った結果、物質輸送タンパク質、ペントースリン酸経路に近い代謝経路中の酵素および機能未知なタンパク質の欠損株が耐性を示した。従って増殖抑制物質がこれらの輸送タンパク質を介して細胞内へ輸送され、中央代謝の一部を阻害していることが考えられた。また、グルコースを唯一の炭素源とした系と酢酸アンモニウムを炭素源とした系における増殖抑制物質の効果を比較した結果、酢酸アンモニウムを使用した系では大腸菌が生育を完全に回復しないことが示された。この二つの系の違いが解糖系を利用するか、糖新生を利用するかであることと、これらの経路からつながるペントースリン酸経路が様々な代謝とリンクしていることから酢酸アンモニウムの系ではペントースリン酸経路まで代謝ができていないことが考えられた。種々の検討の結果、ホスホエノールピルビン酸から 2-ホスホグリセリン酸への代謝を担う酵素の遺伝子 *eno* と 1,3-ジホスホグリセリン酸からグリセルアルデヒド 3-リン酸への代謝を担う酵素の遺伝子 *gapA* で発現量が抑制されていた。また、フラックスバランス解析により、これらの遺伝子のいずれかを抑制した場合、大腸菌はペントースリン酸経路を活性化させることによって解糖系をバイパスし、生育することが予測された。従って増殖抑制物質は解糖系を抑制し、大腸菌はペントースリン酸経路をバイパスとして利用することで生育すると考えられた。

【 今後の展開 】

微生物生態系が持つ潜在的な機能を的確に把握し高度に発揮させるために、複雑系における代謝を解析し、微生物生態系がどのような仕組み（微生物生態系の持つ自己組織化能力や動的平衡機構）で成立しているのか、について理解する必要がある。今後、数理生物学あるいは哲学といった異分野の研究者と共同して、社会問題の解決と根源的な問題に学際的に挑戦していきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) Kenshi Suzuki, Fatma A. A. Azizi, Masahiro Honjo, Tomoka Nishimura, Ryota Moriuchi, Hideo Dohra, Kensei Masuda, Ayaka Minoura, Yuki Kudo, Yosuke Tashiro, and Hiroyuki Futamata*. 2018. Draft genome sequence of the phenol-degrading bacterium *Cupriavidus* sp. P-10 isolated from trichloroethene-contaminated aquifer soil. *Microbiology Resource Announcement* 7 (18): e01009-18. doi: 10.1128/MRA.01009-18
- 2) Kei Suzuki, Yutaka Kato, Shuji Yamamoto, Owen Rubaba, Hiroki Mochihara, Takuya Hosokawa, Hiroko Kubota, Arashi Yui, Yosuke Tashiro, and Hiroyuki Futamata*. 2018. Bacterial communities adapted to higher external resistance can reduce the onset potential of anode in microbial fuel cells. *J. Bioscience Bioeng.* 125(5): 565-571. など合計 6 件

【 国際会議発表件数 】

- ・ 10 件（うち 3 件は招待講演）

【 国内学会発表 】

- ・ 微生物生態学会、日本生物工学会など 13 件（うち 2 件は招待講演）

【 招待講演件数 】

- ・ Research meeting “Principle of Microbial Ecosystems -how interactions characterize complex systems-” Hypothesis of microbial coexisting mechanism. Hiroyuki Futamata 2018 年 9 月 4 日 首都大学研究支援プログラム、微生物生態学会 Socio-Microbiology 研究部会共催 首都大学東京（東京都八王子市）など合計 5 件

【 受賞・表彰 】

- ・ 2018-ASM Outstanding Abstract Award. Kenshi Suzuki, Masahiro Honjo, Tomoka Nishimura, Kensei Masuda, Ayaka Minoura, Yosuke Tashiro, and Hiroyuki Futamata Metabolic networks based on the substrate-spatiotemporal heterogeneity can organize coexistence of microbes 2018. June 7-11 Atlanta, USA. など合計 3 件

超精密な機械の実現を目指して

兼坦・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 (創造科技学院)
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} ～ 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 (科研費基盤 C)。

(3) 光ファイバを用いた高感度 3 D 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 (*Precision Engineering*, Vol. 51 (2018) pp. 362-372)。

【 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) Junichi Asama, Takumi Oi, Takaaki Oiwa, and Akira Chiba, “Simple Driving Method for a Two-DOF Controlled Bearingless Motor Using One Three-Phase Inverter”, IEEE Transactions on Industry Application, Vol. 54, Issue 5, pp. 4365-4376, 2018. 10.1109/TIA.2018.2845405
- 2) Toshiharu Tanakaa, Takaaki Oiwa, Hashim Syamsul: Positioning behavior resulting from the application of ultrasonic oscillation to a linear motion ball bearing during step motion, *Precision Engineering*, Vol. 51 (2018), pp. 362-372.
- 3) 藤井勇介, 朝間淳一, 大岩孝彰, 千葉 明: 永久磁石モータの零相電流を用いた磁気浮上システムにおける浮上位置決め精度の改善, 電気学会論文誌D (産業応用部門誌), 139 巻 3 号, pp. 322-329.
- 4) 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. <https://doi.org/10.1109/TEC.2017.2738674>

【 解説・特集等 】

- 1) 大岩孝彰: 総論 精密位置決め動向と基礎技術, 機械設計, 日刊工業新聞社, Vol. 62, No. 8 (2018) pp.16-21.

【 国際会議発表件数 】

- 1) The 8th International Conference on Positioning Technology (ICPT2018) 4 件
 - 2) The 2018 International Power Electronics Conference (IPEC-2018) 2 件
- 合計 6 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本機械学会機素潤滑設計部門講演会 : 1 件
 - ・ 精密工学会春季大会学術講演会 : 1 件
 - ・ 日本機械学会 年次大会 : 2 件
 - ・ 電気学会産業応用部門大会 : 2 件
 - ・ 計測自動制御学会中部支部若手研究発表会 : 4 件
- 合計 10 件

【 受賞・表彰 】

- ・ 日本機械学会機素潤滑設計部門一般表彰 優秀講演 大岩孝彰 2018 年 4 月 23 日
- ・ 2018 年度日本機械学会年次大会機素潤滑設計部門卒業研究コンテスト 最優秀講演 青山京太郎 2018 年 9 月 10 日

【 産業界向けの講演・講習 】

- ・ 大岩孝彰: 精密ポジショニングのための機構および機械システムの設計, ポジショニング EXPO 併設特別セミナー「ポジショニングに適用される最新デバイス」, パシフィコ横浜アネックスホール, 2019 年 4 月 26 日

【 その他 】

- ・ 文科省科研費基盤 C 研究代表者 継続
- ・ 財団助成金 はましん財団 1 件

多孔質体理論を用いた熱及び物質移動

兼担・教授 桑原 不二郎 (KUWAHARA Fujio)
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: 熱流体工学、多孔質体
e-mail address: kuwahara.fujio@shizuoka.ac.jp



【 研究室組織 】

教 員 : 桑原 不二郎、 佐野 吉彦 (総合科学研究科准教授)

博士課程 : Wang Chunyang (創造科技院 D2)、Yi Yuan (創造科技院 D1)、 Zheng Zihao (創造科技院 D1)

修士課程 : M2 (6名)、M1 (5名)

【 研究目標 】

我々は、体積平均理論を用い、巨視的支配方程式の導出、モデル係数の決定している。また、工業的応用に関する研究を行っている。

- (1) 逆浸透膜を利用した海水淡水化のモデリング
- (2) 多孔質体都市モデルを用いた局地気象予測
- (3) ナノフルイドを用いた熱伝達向上
- (4) 多孔質理論を用いた乾燥現象の解明

【 主な研究成果 】

(1) 体積平均化を用いた膜の輸送モデル

膜浸透において膜近傍に出現する濃度分極現象のモデリングを行った。

(2) 多孔質体都市モデルへの乱流モデルの導入

体積平均化理論に基づき都市を多孔質体とみなし、巨視的熱流動場のモデルを構築した。

(3) ナノフルイドにおける見かけの熱伝導率の増加

熱泳動などによるナノ粒子分散の影響により、伝熱面近傍において、熱伝導の低下、流動の促進減少が現れ、結果として熱伝達率の向上を引き起こす場合があることを示した。

(4) 高ピオ数条件の乾燥過程において、物質伝達係数に非定常性が現れることを明らかにした。

【 今後の展開 】

我々は上記のように体積平均理論を用いて、膜あるいは多孔質体とみなせる物体内およびその周りでの熱・物質移動現象を解明している。本理論を発展し、液体の電気的性質による物質移動現象の解明および工学的利用について展開していきたい。また、乾燥課程の最適化を目指し、食物乾燥工程のモデル化を進めていく。

【 学術論文・著書 】

- 1) X. Bai, Y. Sano, F. Kuwahara, A. Nakayama, Three-dimensional numerical simulation of ionic

mechanical dispersion in an electro dialyzer with net-like spacers, The 16th International Heat Transfer Conference, Paper No. IHTC16-21758, 2018.8, Beijing, China.

- 2) X. Bai, C. Hasan, M. Mobedi, A. Nakayama, A general expression for the stagnant thermal conductivity of stochastic and periodic structures, ASME Trans. Journal of Heat Transfer, 140(5), doi: 10.1115/1.4038449, 2018.
- 3) X. Bai, Y. Sano, S. Amagai, A. Nakayama, An experimental study on the performance of an electro-dialysis desalination using hollow cubic assembled porous spacers fabricated by 3D printer, Desalination, 445 (2018) 6-14.
- 4) X. Bai, A. Nakayama, A numerical investigation of charged ion transport in electro dialyzers with spacers, Desalination, 445 (2018) 29-39.
- 5) X. Bai, F. Kuwahara, M. Mobedi, A. Nakayama, Forced convective heat transfer in a channel filled with a functionally graded metal foam matrix. ASME Trans. Journal of Heat Transfer, 140 (11), doi: 10.1115/1.4040613, 2018.
- 6) Y. Sano, X. Bai, S. Amagai, A. Nakayama. Effect of a porous spacer on the limiting current density in an electro-dialysis desalination. Desalination, 444 (2018) 151-161.
- 7) W. Zhang, X. Bai, M. Bao, A. Nakayama. Heat transfer performance evaluation based on local thermal non-equilibrium for air forced convection in channels filled with metal foam and particles. Applied Thermal Engineering, 145 (2018) 735-742.
- 8) Chunyang Wang et al., A numerical study on acceleration of melting process under forced convection by using high thermal conductive porous media, Heat Transfer Engineering, March 2019.
- 9) Chunyang Wang et al., Analysis of local thermal non-equilibrium condition for unsteady heat transfer in porous media with closed cells: Sparrow number, International Journal of Mechanical Sciences 157-158 · April 2019.
- 10) Chunyang Wang et al., A study on comparison of volume averaged and pore scale results of solid/liquid phase change assisted by porous media., International Heat Transfer Conference 16, Jan 2018.

【 国際会議発表件数 】

- 1) International Heat Transfer Conference 16, Jan 2018. Pegin. 他 2 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本伝熱シンポジウム他 6 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: <http://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 (創造科学技術大学院 D2)

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を通電加熱することによる簡易熱処理手法の開発に関する研究を主に実施した。

(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

農学部 鈴木滋彦教員の率いる環境省プロジェクトほか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

超音波引張圧縮疲労試験機を用いた炭素繊維強化プラスチック積層板の疲労試験手法の開発を実施し、超高サイクル域での軸荷重下での疲労破壊データの蓄積に成功した。

【 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) Crystallographic and Mechanical Investigation of Intergranular Stress Corrosion Crack Initiation in Austenitic Stainless Steel, Tomoyuki Fujii, Keiichiro Tohgo, Yota Mori, Yutaro Miura, and Yoshinobu Shimamura, *Materials Science & Engineering A*, 751(28), pp.160-170 (2019)
- 2) Fabrication of Alumina-PSZ Composites via Spark Plasma Sintering and Their Mechanical Properties, Tomoyuki Fujii, Keiichiro Tohgo, Pandoyo Bayu Putra, and Yoshinobu Shimamura, *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 91, pp.45-53 (2019)
- 3) Characterization of Stress Corrosion Crack Growth in Austenitic Stainless Steel Under Variable Loading in Small- And Large-Scale Yielding Conditions, Tomoyuki Fujii, Keiichiro Tohgo, Motohiro Kawamori and Yoshinobu Shimamura, *Engineering Fracture Mechanics*, 205, pp.94-107 (2019),
- 4) Periodic Surface Cracks in an Interpenetrating Phase Composite Under a Thermal Shock, Zhi-He Jin, Keiichiro Tohgo, Tomoyuki Fujii, Yoshinobu Shimamura and Naotake Noda, *International Journal of Mechanical Sciences*, 149, pp.583-590 (2018), DOI:10.1016/j.ijmecsci.2017.02.021
- 5) Crystallography of Intergranular Corrosion in Sensitized Austenitic Stainless Steel, Tomoyuki Fujii, Yota Mori, Keiichiro Tohgo, Yoshinobu Shimamura, *Materials Characterization*, 144, pp.219-226 (2018)
- 6) Fracture Toughness Distribution of Alumina-Titanium Functionally Graded Materials Fabricated by Spark Plasma Sintering, Tomoyuki Fujii, Keiichiro Tohgo, Masahiro Iwao, Yoshinobu Shimamura, *Journal of Alloys and Compounds*, 766, pp.1-11 (2018), DOI:10.1016/j.jallcom.2018.06.304
- 7) Influence of Thickness on Tensile Property of Copper Foil, Tomoyuki Fujii, Keiichiro Tohgo, Yasuhiro Noda, Tatsunori Yamada and Yoshinobu Shimamura, *Key Engineering Materials*, 774, pp.19-24 (2018)
- 8) Effect of Matrix Ductility on Fatigue Strength of Unidirectional Jute Spun Yarns Impregnated with Biodegradable Plastics, Hideaki Katogi, Yoshinobu Shimamura, Keiichiro Tohgo, Tomoyuki Fujii and Kenichi Takemura, *Advanced Composite Materials*, 27(3), pp.235-247 (2018)
- 9) Fabrication of alumina-titanium composites by spark plasma sintering and their mechanical properties, Tomoyuki Fujii, Keiichiro Tohgo, Masahiro Iwao, Yoshinobu Shimamura, *Journal of Alloys and Compounds*, 744, pp.759-768 (2018)

【 国際会議発表件数 】

- 1) Very High Cycle Axial Fatigue Testing of CFRP laminates by Using Ultrasonic Fatigue Testing Machine, Yoshinobu Shimamura, Takuya Hayashi, Keiichiro Tohgo and Tomoyuki Fujii, *The 7th International Conference on the Fatigue of Composites*, p.43, (2018), Vicenza, Italy
- 2) Tensile Property of Untwisted Carbon Nanotube Yarn, Yoshinobu Shimamura, Yudai Yamaguchi, Keiichiro Tohgo, Tomoyuki Fujii, Yoku Inoue, *The 11th International Conference on Fracture and Strength of Solids*, pp.122-123, (2018), Yogyakarta, Indonesia
- 3) 125) Preparation and Characterisation of Cellulose Nanofiber Sheet, Devendran Thirunavukarasu, Yuta Saito, Yoshinobu Shimamura, Keiichiro Tohgo and Tomoyuki Fujii, *The 10th International Conference on Green Composites*, ICGC-10-001(2p), (2018), Quanzhou, China 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 8 件

【 招待講演件数 】

- ・ プラスチック成形加工学会第 29 回年次大会 (2018. 6. 21)

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 (環境・エネルギーシステム専攻 D1)

修士課程：M2 (3名)、M1 (3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) 圧延プロセスにおける素材・工具の変形・損傷
- (6) 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。引張試験で損傷予測値の限界値を検証し、実際の鍛造部品に適用することで、その有用性を明らかにした。

(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。これまでの研究は、電解作用を利用した切削加工の可能性について調べた。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 合金の切削加工における加工特性について調査した結果、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を開発し、潤滑皮膜強度や使用環境の影響を明らかにした。

(5) 熱間圧延プロセスにおけるロール材料の摩耗挙動について、転動摩耗試験機に対する精密

な熱-力学プロセス有限要素解析により温度や摩耗の履歴を明確にした。

【 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) P. Groche, P. Kramer, N. Bay, P. Christiansen, L. Dubar, K. Hayakawa, C. Hu, K. Kitamura, P. Moreau, "Friction coefficients in cold forging: A global perspective", CIRP Annals., 67-1 (2018), 261-264
- 2) K. Hayakawa and T. Nakamura, "Effect of Workpiece Surface Topography on Friction in Cold Forging Using Environmentally-Friendly Lubricant", Key Engineering Materials, 767 (2018), 157-162
- 3) 早川邦夫, 熱間転動摩耗試験の有限要素解析, 鉄と鋼, 104-12 (2018), 728-734
- 4) H. Aoki, K. Hayakawa, N. Suda, "Numerical analysis on effect of surface asperity of piston skirt on lubrication performance", Procedia Manufacturing, 15 (2018), 496-503
- 5) T. Yamamoto, K. Hayakawa, "Evaluation of mechanical properties of randomly compression molded carbon fiber reinforced thermoplastic sheet made of unidirectional tape", Procedia Manufacturing, 15 (2018), 1708-1715
- 6) T. Fujii, K. Hayakawa, T. Harada, S. Narita, "Cyclic simple shear test of material for cold forging", Procedia Manufacturing, 15 (2018), 1785-1791

【 国際会議発表件数 】

- 1) Inter-Academia 2018, September 24 – 27, 2018, Kaunas, Lithuania
- 2) 17th International Conference on Precision Engineering, November 12-16, Kamakura, Japan
- 3) EUSPEN (European Society for Precision Engineering and Nanotechnology) 18th International Conference & Exhibition, June 4-8, 2018, Venice, Italy
- 4) 5th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2019, March 8, 2019, Shizuoka, Japan (3 件)
- 5) Metal Forming 2018, September 16-19, 2018, Toyohashi, Japan (3 件)
- 6) 8th International Conference on Tribology in Manufacturing Processes (ICTMP 2018), June 24-27, 2018, Elsinore, Denmark 計 1 0 件

【 国内学会発表件数 】

第 224 回電気加工学会研究会、2018 年電気加工学会全国大会、2018 精密工学会秋季大会、2018 精密工学会切削加工専門委員会ワークショップ、平成 30 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、トライボロジー会議 2018、第 26 回（平成 30 年度）成形加工シンポジウム' 18（静岡）、日本鉄鋼協会第 177 回講演大会
計 1 2 件

【 招待講演件数 】

- 1) 日本材料学会 第 164 回破壊力学部門委員会 (2019. 3. 26)

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 (5名)

学 部 生：B4 (8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て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) 表面張力測定に基づいた冷媒／油混合物の混合率センサの開発

冷凍サイクル内に存在する冷媒／冷凍機油混合物の表面張力は冷凍機油に対する冷媒溶解度によって大きく変化するため、表面張力測定の冷媒溶解度のセンサへの適用について検討した。特にセンサを圧縮機に取り付けることを念頭におき、小型のポンプの開発と、液面計測を組み合わせた3キャピラリー法の測定精度について検討した。

(2) 圧縮機内レイヤーショート現象の解明

地球温暖化係数の小さな冷媒は分解しやすく、特に HF01123 は圧縮機シェル内で自己分解反応を引き起こし、圧縮機の破壊が生じることが報告されている。本研究では、HF01123 の自己分解反応を引き起こすトリガーとなる可能性がある圧縮機内のレイヤーショート（巻線間の短絡）現象を解明するために、圧縮機の運転中にレイヤーショートの発生を模擬できる試験圧縮機を開発し、レイヤーショートの様子を観察すると共に、その時の放電エネルギーを測定した。今後発生上検討の影響を調査し、自己分解反応のリスク評価につなげていく予定である。

(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断面ボイド率などの計測は可能であるが、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、実機への組み込みによる性能確認、画像処理を

用いた自動計測の確立を行うと共に、大流量への対応可能な新たな計測法の開発について、予備検討を行った。

【 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データの蓄積を継続する。

【 学術論文・著書 】

1) 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, in press.

【 特許等 】

1) 西川, 稲葉, 河野, 萩原, 福田, 本澤, 藤原, 乾き度計測システム, 特許第 6323290 号, 2018. 4. 20

【 国際学会発表件数 】

1) M. Fukuta, S. Miyata, M. Motozawa, S. Morishita, N. Makimoto, Quality Measurement of Two Phase Flow with Plug Flow, 17th International Refrigeration and Air Conditioning Conference at Purdue, 2225, 2018.7

2) M. Motozawa, N. Makida, M. Fukuta, Experimental Study on Physical Properties of CuO - PVE Nano-oil and its Mixture with Refrigerant, 24th International Compressor Engineering Conference at Purdue, 1569, 2018.7

他 5 件

【 国内学会発表件数 】

1) 瀬戸, 本澤, 福田, マイクロ流路における磁性流体の閉塞現象と磁場の影響, 平成 30 年度磁性流体連合講演会, 藤沢, (2018).

2) 西畑, 福田, 本澤, 牧本, 細管における冷媒気液二相流の流動様相に対する冷凍機油の影響, 2018 年度日本冷凍空調学会年次大会, 郡山, F122 (2018).

他 3 件

【 招待講演件数 】

1) 企業での工学講座 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

兼担・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>



【 研究室組織 】

教 員：真田 俊之

博士課程：楠野 宏明 (創造科技院 D2)

修士課程：M2 (2名)、M1 (2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、産業への応用を目的としている。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) 界面活性剤の高速吸着過程の測定法開発
- (3) 高速液滴衝突挙動の解明
- (4) PVA ブラシ洗浄機構の解明
- (5) 微細構造への効率的な液体侵入法の開発

【 主な研究成果 】

(1) 複数気泡のモデル化

鉛直線上を上昇する2気泡の実験的解析によって、理論解析や数値解析で予測されている気泡が接近した際に反発力が働くかについて実験的に解明した。特に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にてクリーン気泡にて実験を実施した。その結果、確かに接近後に後方気泡が逸脱する挙動が確認されたが、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気泡挙動から抗力、揚力を評価することで示すことができた。

(2) 音波照射による微細構造への液体侵入促進

音波照射によって、液中に存在する微細孔へと液体侵入を促進させるために手法を開発している。まず圧力変動により振動する微細孔内部の気柱について、ばね-質量から構成されるモデル化を行うことで固有振動数を見積もった。次に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、気柱が最も大きく振動する周波数と気柱の固有振動数の見積もり値が概ね一致することを確認した。さらに周波数挿引を利用することで、さらに液体の侵入率が増加することを明らかにした。

【 3】 PVA ブラシの真実接触面積可視化および付着力測定法の開発

真実接触面積可視化法を用いて、回転しているローラーブラシの接触領域の可視化を行った。また定量的にブラシと表面との真実接触面積を求めるために、画像処理および測定法の改良を行った。さらに、PVA ブラシの表面への吸着現象を検討するため、ブラシと表面との付着力測定装置の開発を行った。その結果、ローラーブラシが接触している面は、その大部分がノジュールの側面であることが明らかにされた。またスキン層有り PVA ブラシでは数%の接触面積であったが、スキン層無し PVA ブラシでは、本手法では接触領域を確認できなかった。さらにスキン層有り PVA ブラシは、押し付けた際の待機時間に応じて付着力が増加すること、また PMMA と強い付着力を示すことが示された。一方スキン層無しブラシでは値を計測できなかった。なおこれらの付着力は表面の温度によって変化した。

【 今後の展開 】

これまでに開発した気泡発生装置を用いて界面活性剤の吸着挙動の測定可能性について調査を行う。また高速液滴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や、液膜測定法の開発などに従事する。さらに本年度作成した PVA ブラシの付着力測定装置を使用して、実際の半導体表面と薬液下で付着力測定を行い、PVA ブラシの劣化度評価に使用できないか調査を行う。

【 学術論文・著書 】

- 1) T. Sanada, Y. Furuya, S. Muraki, M. Watanabe, “Observation of liquid infiltration process into closed-end holes by droplet train impingement”, J. Fluid Sci. Tech., 13(3), JFST0012 (2018).
- 2) T. Sanada, E. Tokuda, F. Iwata, C. Takatoh, A. Fukunaga, H. Hiyama, “Measurement of Lateral Removal Force for a Baked Polymer Particle on a Glass Plate”, J. Photopolymer Sci. Tech., 31(3), 403-407 (2018).
- 3) T. Sanada, M. Hanai, A. Fukunaga, H. Hiyama, “An Observation Method of Real Contact Area during PVA Brush Scrubbing”, Solid State Phenom., 282, 73-76 (2018).
- 4) Y. Tatekura, M. Watanabe, K. Kobayashi, T. Sanada, “Pressure generated at the instant of impact between a liquid droplet and solid surface”, Royal Society Open Science, 5 (2018).

【 解説・特集等 】

- 1) 真田俊之, 福永明, 檜山浩國, PVA ブラシによるスクラブ洗浄, 混相流, 32(2), 223-230 (2018)

【 国際会議発表件数 】

- 1) 8th European-Japanese Two-Phase Flow Group Meeting, April 22-26, 2018, New York, USA
他 8 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 11 件

【 招待講演件数 】

- 1) フォトポリマーコンファレンス (2018. 6. 27)
- 2) 2018 CMP Forum Taiwan (2018. 9. 7)

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: 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

博士課程: 桑原 彬 (創造科技院 D3、社会人)

修士課程: M2 (3名)、M1 (3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キセノンレーザープラズマの生成

キセノン/アルゴン、キセノン/水素、セノン/メタン混合ガスのレーザー維持プラズマ生成条件を実験的に明らかにした。またペニング効果を利用したアルゴン/ヘリウム混合ガスにおいて維持ではきなかったがレーザープラズマの生成に成功した。

(2) 衝撃波管/膨張波管気流診断

CO₂ 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ナミック型干渉計を構築し、JAXA 宇宙科学研究所の衝撃波管気流へ適用した。その結果、 10^{19}m^{-3} 以上の電子密度領域が衝撃波前方に存在することがわかりプリカーサー効果が実際に現れていることを実証した。

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構築し、JAXA 角田宇宙センターにある膨張波管 HEK-X の気流診断を行った。その結果、シングルパスでは吸収信号が得られなかったものの、ミラーを用いて5回反射させることで光路長を増幅したところ吸収信号の取得に成功した。

(3) ソノルミネッセンスの発光測定

ファイバを用いない直接集光系によるシングルパルスソノルミネッセンスの発光取得系を構築し、発光強度を750倍向上させることに成功した。

【 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る。

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) 亀井知己, 小野貴裕, 松井信, 森浩一, “100 kW ファイバーレーザーを用いたレーザー打上システムの実現可能性の検証と将来の大量輸送システム,” 宇宙太陽発電, Vol. 3, 2018, pp. 38-45.
- 2) Matsui, M., Katsurayama, H., Komurasaki, K., and Arakawa, Y., “Characterization of Hypersonic High Enthalpy CO₂ Flows by Laser Driven Plasma Wind Tunnel,” Frontier of Applied Plasma Technology, Vol.11, No.2, 2018, pp.41-46.
- 3) Kuwahara, A., Aiba, S., Yamasaki, Y., Nankawa, T., and Matsui, M., “High spectral resolution of diode laser absorption spectroscopy for isotope analysis using supersonic plasma jet,” Journal of Analytical Atomic Spectrometry, Vol. 33, Iss. 7, 2018, pp.1150-1153. Kuwahara, A., Aiba, Y., Nankawa, T., and Matsui, M., “Development of isotope analytical method based on diode laser absorption spectroscopy using arc-jet plasma wind tunnel,” Journal of Analytical Atomic Spectrometry, Vol. 33, Issue 5, 2018, pp. 893-896.
- 4) Matsui, M., Ono, Y., and Mori, K., “Generating Conditions of Argon Laser-Sustained Plasma by Disk, Fiber and Diode Lasers,” Vacuum, 2018.
- 5) Kuwahara, A., Aiba, Y., Nankawa, T., and Matsui, M., “Development of isotope analytical method based on diode laser absorption spectroscopy using arc-jet plasma wind tunnel,” Journal of Analytical Atomic Spectrometry, Vol. 33, Issue 5, 2018, pp. 893-896.

【 国際会議発表件数 】

- ・] Kamei, T., Ono, T., Niwa, R., Matsui, M., and Mori, K., “Feasibility study of space transportation system using laser susutained plasma as heat source,” 12th International workshop on Plasma Application and Hybrid Functionally Materials Joined, Double Tree by Hilton（沖縄県・那覇市）, Mar. 8-11, 2019. 他 1 1 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 2 8 件

【 招待講演件数 】

- ・ 松井信, “4kW 級半導体レーザーの導入と安全管理体制について,” 第 5 9 回航空原動機・宇宙推進講演会, 長良川国際会議場（岐阜・岐阜市）, 2019 年 3 月 6 日～7 日.

【 受賞・表彰 】

- ・ 相羽祇亮 (M2), 日本機械学会三浦賞
- ・ 小野貴裕 (M1), 日本機械学会三浦賞
- ・ 亀井知己 (M1), 平成 30 年度レーザー学会中部支部若手研究発表会, 優秀発表賞
- ・ 原涼馬 (M1), 15th Joint Symposium between Sister Universities in Mechanical Engineering, Excellent Presentation Award

(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28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)

◎徳元俊伸：卵成熟・受精の分子機構

- ・丑丸敬史：癌に関連した細胞周期制御機構の解明
- ・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：生命環境倫理学の構築——生、死、環境をめぐる
- ・轟泰司：植物の機能を制御する小分子の創出
- ・富田因則：ゲノムワイド関連解析に基づく米麦の遺伝子単離と遺伝的改変
- ・朴龍洙：有用遺伝子の発現による生物機能の革新的利用
- ・原正和：植物における環境ストレスタンパク質
- ・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
- ・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
- ・ 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

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5回国際シンポジウム 2019 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、平成31年3月6日に静岡大学静岡キャンパス農学部棟で開催された。フランス、ルーマニア、カナダから各1名、アジアの5ヶ国から10名と日本国内の大学や機関から研究者2名を招き、海外からの大学院生、教職員学生を含む合計166名が参加した。最初に韓国の忠南大学校(Chungnam National University, Korea)のChan Yong Lee 学部長と本学の石井学長との大学間協定の調印式、バングラデシュ米研究所(Bangladesh Rice Research Institute, Bangladesh)のMd. Shahjahan Kabir Director とグリーン科学技術研究所の朴所長との部局間協定の調印式が執り行われた。

その後、忠南大学校(Chungnam National University, Korea)のChan Yong Lee 学部長、ルーマニアのアレクサンドル・イワン・クザ大学(Al. I. Cuza University, Romania)のDumitru Luca 教授とバングラデシュ米研究所(Bangladesh Rice Research Institute, Bangladesh)のMd. Shahjahan Kabir Director の3名が基調講演を行い、その後2つの会場で、国内外の12名の招待講演者による発表を行った。さらに若手研究者・学生計58名がポスター発表を行って日ごろの研究の成果を披露し、活発な討論が行われた。また、今回は静岡大学の未来の科学者養成スクール(FSS)からの要請を受けて高校生によるポスター発表も同時に行った。3名の高校生が英語のポスターを準備し、英語での発表に挑戦した。高校生にとっては貴重な経験になったものと思われる。今後もこのような機会があれば発表の場を提供すべきかと思われる。この高校生3名を含め国内外の研究者と学生が研究分野の枠を自発的に超えて活発な研究交流と学生交流が促され、多くの意見交換が行われた。

これに先立つ平成30年12月3日に「第12回超領域研究会」を静岡大学静岡キャンパスの農学総合棟大会議室において開催した。今回の研究会では、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)の研究発表の他、静岡県立大学薬学研究院から3名の講師を招いて講演をしていただいた。バイオサイエンス分野でもグリーン研の二又教授をはじめとした発表があり、活発な討論がなされた。

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 D2、私費)、アブデュール・ナシエル (創造科技院 D2、私費) パチャエンスック・ティーラヌクン (創造科技院 D1、国費)、ムハマド・ルーベル・ラナ (創造科技院 D1、国費)、エムディ・レザヌッジャマン (創造科技院 D1、私費 環境リーダー)

修士課程: M2 (2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 】

(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。これらを組み合わせることで排卵誘導の際に発現上昇する遺伝子群を捉えることが可能になった。我々はこの実験系を用いることで排卵誘導経路の解明を目指している。本年度、ゲノムシーケンサーを用いた RNA-seq 法により排卵誘導遺伝子候補のリストアップに成功し、論文として発表した (学術論文 2)。

(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。本年度、マウスゲノム領域全体を調べ、さらに 3 番と 7 番染色体にも原因遺伝子が存在することを見つけ、それぞれ *ett2*、*ett3* 領域と命名した (学術論文 1)。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ので今後、原因遺伝子として証明されることが期待される。

(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

我々はこれまでにビスフェノール A がその暴露を受けた次世代の魚の生殖能力に悪影響をもたらすことを示していたが、その悪影響が孫世代、ひ孫世代にまで伝搬することを実験的に証明した（学術論文 3）。ビスフェノール A は食物からの摂取によりヒトの体内でも検出されていることからヒトでも同様の悪影響が引き起こされていないか懸念される。今後、その不可思議な伝搬のメカニズムの解明に取り組む。

【 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) Takehiro Miyazaki, Manami Fukui, Emi Inagaki, Kenji Miki, Shuji Takabayashi, Hideki Katoh, Yukio Ohira, Motoko Noguchi, Toshinobu Tokumoto (2018) Identification of two additional genomic loci responsible for experimentally induced testicular teratoma 2 and 3 (*ett2 and ett3*). **Zoological Science** 35(2), 172-178.
- 2) Wanlada Klangnurak, Taketo Fukuyo, MD. Rezanujjaman, Masahide Seki, Sumio Sugano, Yutaka Suzuki, Toshinobu Tokumoto (2018) Candidate gene identification of ovulation-inducing genes by RNA sequencing with an *in vivo* assay in zebrafish. **PLOS ONE** 13 (5), 1-19.
- 3) Afroza Akhter, Mostafizur Rahaman, Ryu-to Suzuki, Yuki Muro, Toshinobu Tokumoto (2018) Next-generation and further transgenerational effects of bisphenol A on zebrafish reproductive tissues. **Heliyon** 4(9), 1-20.

【 国際会議発表件数 】

- ・ 2 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 日本動物学会 3 件
- 2) 日本比較内分泌学会 1 件

【 招待講演件数 】

- ・ 1 件

【 新聞報道等 】

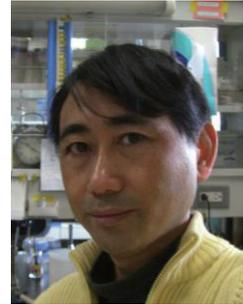
- ・ 静岡新聞（2018. 9. 20） 魚類の生殖巣に悪影響 内分泌かく乱物質で 4 世代に

【 受賞・表彰 】

- ・ 1 件 Best oral presentation（パチャエンスック ティーラヌクン ICBBB2019 at Singapore）

癌に関連した細胞周期制御機構の解明

兼担・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://wpp.shizuoka.ac.jp/ushimaru-lab/>



【 研究室組織 】

教 員 : 丑丸 敬史

博士課程 : D3 (2名)、D2 (2名)、D1 (1名)

修士課程 : M2 (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) DNA 修復機構の解析

【 主な研究成果 】

(1) マクロオートファジー誘導に必要な脱リン酸化酵素 Cdc14 の同定

マクロオートファジーは癌やアルツハイマー病等の多くの疾病に関与する。2016年に大隅良典先生がノーベル賞を受賞したものの、未だにそれを制御する因子の全体像は不明である。当研究室は、オートファジー関連因子 Atg13 を脱リン酸化しオートファジーを誘導する酵素としてすでに PP2A フォスファターゼを発見していた (Yasmin et al. 2016 PLoS ONE)。それに続いて、本年度、Cdc14 フォスファターゼが Atg13 の脱リン酸化に関与し、オートファジー誘導に必要であることを発見した (Kondo et al. 2018 JMB)。今後のオートファジーに関連する疾病の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 と核小体の新規動体の発見と分子基盤の解析

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。

(3) 脂質合成系のオートファジーへの関与の分子基盤の解析

ミクロオートファジーは液胞が直接分解する物体を包み込んで分解する。マクロオートファジーとミクロオートファジーがどのような共通の原理で作動しているかに関しては、これまで不明であった。当研究室は、TORC1 キナーゼがマクロオートファジーだけでなくミクロオートファジーをも抑制していることを明らかにした (Rahman et al. 2018 BBRC)。さらに、Pah1 によるジアシルグリセロール合成が両オートファジーの膜合成と膜消費に必要であることを明

らかにした (Rahman et al. 2018 FEBS J, BBRC)。これは、今後のオートファジー関連疾病の治療につながる重要な知見である。

(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。栄養源に反応する TORC1 が DNA 修復に関与するのかどうか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。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（肥満、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) K. Suda, A. Kaneko, M. Shimobayashi, A. Nakashima, T. Maeda, M.N. Hall, T. Ushimaru (2019) TORC1 regulates autophagy induction in response to proteotoxic stress in yeast and human cells. **Biochem Biophys Res Commun.** 511(2):434-439.
- 2) I. Miyamoto, R. Ozaki, K. Yamaguchi, K. Yamamoto, A. Kaneko and T. Ushimaru* (2019) TORC1 regulates the DNA damage checkpoint via checkpoint protein levels. **Biochem Biophys Res Commun.** 510(4):629-635.
- 3) M.A. Rahman, M. Terasawa, M.G. Mostofa, and T. Ushimaru* (2018) The TORC1–Nem1/Spo7–Pah1/lipin axis regulates microautophagy induction in budding yeast. **Biochem Biophys Res Commun.** 504(2):505-512.
- 4) M.G. Mostofa, M.A. Rahman, N. Koike, A.M. Yeasmin, N. Islam, T.M. Waliullah, S. Hosoyamada, M. Shimobayashi, T. Kobayashi, M.N. Hall and T. Ushimaru* (2018) CLIP and cohibin separate rDNA from nucleolar proteins destined for degradation by nucleophagy. **J. Cell Biol.** 217 (8): 2675-2690.
- 5) A. Kondo, M.G. Mostofa, K. Miyake, M. Terasawa, N. Islam, A.M. Yeasmin, T.M. Waliullah, T. Kanki, and T. Ushimaru* (2018) Cdc14 phosphatase promotes TORC1-regulated autophagy in yeast. **J Mol Biol** 430(11):1671-1684.
- 6) M.A. Rahman, M.G. Mostofa, and T. Ushimaru* (2018) The Nem1/Spo7–Pah1/lipin axis is required for autophagy induction after TORC1 inactivation. **FEBS J** 285(10):1840-1860. 他、4 件

【 国内学会発表件数 】

・日本分子生物学会等、5 件

【 招待講演件数 】

- 1) 日本分子生物学会第 41 回大会ワークショップ (2019. 11. 28)
- 2) 第 20 回静岡ライフサイエンスシンポジウム (2019. 3. 2)

キノコの化学・科学

兼担・教授 河岸 洋和 (KAWAGISHI Hirokazu)
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)
(副担当：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：天然物化学、生物有機化学、生化学
e-mail address: kawagishi.hirokazu@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/biochem/index.html>
<http://www.agr.shizuoka.ac.jp/abc/mfchem/index.html>



【 研究室組織 】

教 員：河岸 洋和、崔 宰薫 (総合科技研准教授)、呉 静 (グリーン研特任助教)

研 究 員：山下 起三子 (学術研究員)

博士課程：Arif Yanuar Ridwan (創造科技院 D2)、Irine Yunhafita Malya (創造科技院 D2)、伊藤彰将 (創造科技院 D2)、竹村太秀 (創造科技院 D1)、大場由美子 (創造科技院 D1)

修士課程：M2 (5名)、M1 (5名)

学 部 生：B4 (6名)

【 研究目標 】

我々は、キノコの産生する2次代謝産物(低分子)、蛋白質、遺伝子に関する天然物化学的、生化学的研究を行い、基礎から応用に至る幅広い展開を行っている。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) キノコと他の生物(特に植物、動物)との共生・共存の分子機構解明とその応用
- (2) キノコの2次代謝産物の生体内での役割の解明とそれを利用したキノコ成長調節剤の開発
- (3) キノコの生物活性物質の単離・精製、構造決定、作用機構解明とその機能性を利用した食品・医薬への展開

【 主な研究成果 】

(1) フェアリー化合物の生合成経路の解明

フェアリーリングを形成するコムラサキシメジのゲノム解析を行い、植物との相互作用に関わる遺伝子を推定した(論文 No. 7)。

(2) キノコからの新規機能性物質の精製、構造決定

ヤマブシタケ (*Hericium erinaceus*) やチャナメツムタケ (*Pholiota lubrica*) から新規生物活性物質を発見した(論文 No. 4, 6)。

(3) フェアリー化合物の高活性誘導体の創製

フェアリー化合物の一つ AHX より高活性な誘導体を創製した(論文 No. 5)。

【 今後の展開 】

我々は上記のようにキノコから様々な物質を発見してきた。今後も基礎研究を主軸に、機能性食品、医薬、植物成長促進剤の開発も試みたい。また、これら特異な2次代謝産物がキノコ中ではどのような役割をしているのかを明らかにしていきたい。

【 学術論文・著書 】

学術論文

- 1) Ridwan, Y. A., Wu, J., Choi, J-H., Hirai, H., Kawagishi, H., Bioactive compounds from the edible mushroom *Cortinarius caperatus*, *Mycoscience*, 59, 172-175 (2018).
- 2) Choi, J-H., Wu, J., Sawada, A., Takeda, S., Takemura, H., Yogosawa, K., Hirai, H., Kondo, M., Sugimoto, K., Asakawa, T., Inai, M., Kan, T., and Kawagishi, H., *N*-Glucosides of fairy chemicals, 2-azahypoxanthine and 2-aza-8-oxohypoxanthine, in rice, *Org. Lett.*, 20, 312-314 (2018).
- 3) 崔宰薫, 呉静, 伏見圭司, 平井浩文, 河岸洋和, シバ *Agrostis stolonifera* 由来のコムラサキシメジ菌糸体に対する生育抑制物質, *日本きのこ学会誌*, 25(4), 141-144 (2018)
- 4) Ridwan, Y. A., Wu, J., Choi, J-H., Hirai, H., and Kawagishi, H., A novel plant growth regulator from

Pholiota lubrica, Tetrahedron Lett., 59, 2559-2561(2018).

- 5) Kitano, H., Choi, J-H., Ueda, A., Ito, H., Hagihara, S., Kan, T., Kawagishi, H., Itami, K., Discovery of plant growth stimulants by C-H arylation of 2-azahypoxanthine, Org Lett., 20, 5684-5687 (2018).
- 6) Wu, J., Uchida, K., Ridwan, Y. A., Kondo, M., Choi, J-H., Hirai, H., and Kawagishi, H., Erinachromanes A and B, and erinaphenol A from the culture broth of *Hericium erinaceus*, J. Agric. Food Chem., 67 (11), 3134-3139 (2019).
- 7) Takano, T., Yamamoto, N., Suzuki, T., Dohra, H., Choi, J-H., Terashima, Y., Yokoyama, K., Kawagishi, H., Yano, K., Genome sequence analysis of the fairy ring-forming fungus *Lepista sordida* and gene candidates for interaction with plants, Sci. Rep., 9, 5888 (2019)

以上は全て責任著者、他10件

著書

- 1) 河岸洋和, “フェアリーリング”の謎を化学で解く, 「天然有機分子の構築」(化学の要点シリーズ26), 日本化学会(編), 共立出版, 94-97 (2018)
- 2) Kawagishi, H., Chapter 11 - Biologically Functional Compounds From Mushroom-Forming Fungus. Natural Products and Drug Discovery, Elsevier S. C. Mandal, V. Mandal, T. Konishi, ed., pp. 309-326 (2018)
- 3) 河岸洋和, 植物成長を調節する化合物, 「ケミカルバイオロジー化合物集 研究展開のヒント」, 日本学術振興会ケミカルバイオロジー第189委員会(編), pp. 116-120 (2018)

【 解説・特集 】

- 1) 河岸洋和, きのこが産生する生体機能性物質に関する研究, きのこ学会誌, 25(, 122-128 (2018)
- 2) Kawagishi, H., Fairy chemicals – a candidate for a new family of plant hormones and possibility of practical use in agriculture –, Biosci. Biotechnol. Biochem., 82, 752-758 (2018).
- 3) Kawagishi, H., Are fairy chemicals a new family of plant hormones?, Proc. Jpn. Acad., Ser. B, 95, 29-38 (2019).

【 特許 】

- 1) 特許第6320861号 登録日2018年4月13日, コレステロール吸収阻害剤, 発明者: 千場智尋, 櫻田剛史, 魚津伸夫, 河岸洋和, 出願人: 株式会社ファンケル, 静岡大学
- 2) 特許第6430736号 登録日2018年11月9日, 新規ステロール系化合物およびこれを含有するコレステロール吸収阻害剤, 発明者: 千場智尋, 櫻田剛史, 魚津伸夫, 河岸洋和, 出願人: 株式会社ファンケル, 静岡大学
- 3) 特許第6494738号 登録日2019年3月15日, 2-アザ-8-オキソヒポキサンチンの製造方法, 発明者: 徳山真治, 崔宰熏, 河岸洋和, 出願人: 静岡大学

【 国際会議発表件数 】

・ Italian Mycologist Congress 等2件

【 国内学会発表件数 】

・ 日本農芸化学会, 天然有機化合物討論会など25件

【 招待講演件数 】

- 1) 日本農薬学会第43回大会「未来を照らせ! 新成分・新活性」第35回農薬生物活性研究会シンポジウム (2018. 5. 67)
- 2) 日本ケミカルバイオロジー学会第13回年会日本農芸化学会合同シンポジウム (2018. 6. 11)
- 3) 日本学術振興会第170委員会・第189委員会合同シンポジウム (2018. 10. 22)
- 4) 6th Biennial International Conference on New Developments in Drug Discovery from Natural Products and Traditional Medicines, Chandigarh, India (2018.11.15)
- 5) The 1st International Symposium on Chemical Communications (ISCC2019), Tokyo (2019.1.10)

【 新聞報道等 】

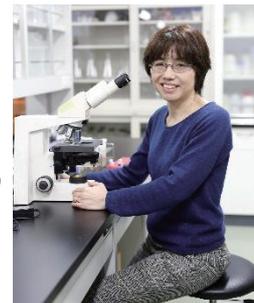
・ 静岡新聞 2018年7月8日

【 受賞・表彰 】

- 1) 竹村太秀 (D1), 第59回天然有機化合物討論会奨励賞 (2018. 9. 27)
- 2) 呉静 (特任助教), 日本農芸化学会若手女性研究者賞 (2019. 3. 25)

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 (2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、酵母に限界温度を持続的に長時間与えた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、その解析を続けている。今年度、*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いだした。また、*lvy1* 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がわかった。

【 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。

【 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、4件

【 国際会議発表件数 】

- 1) New Horizons in ESCRT Biology, Biochemical Society 17 Apr 2018 to 20 Apr 2018
Royal Holloway, University of London, England

【 受賞・表彰 】

- 1) 大隅基礎科学創成財団第一回酵母コンソーシアムフェロー

肝臓の発生・分化・再生における細胞社会学

兼任・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権有価理学専横 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: D2 (2名)、D1 (1名)

修士課程: M2 (1名)、M1 (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。

(2) 肝再生における肝細胞の増殖パターンの解明

アセトアミノフェンや 3,5-diethoxycarbonyl-1,4-dihydrocollidine (DDC) 等の化学薬剤による肝障害及び部分肝切除後におこる再生において、肝細胞が娘細胞をどのように配置するか、モザイクマウスを用いて数理科学的に解析した。再生途上ならびに再生後のモザイクパターンをフラクタル解析したところ、いずれの再生系でもモザイク像はフラクタル次元 (=1.5) をもち、これにより肝再生における娘細胞の配置はランダムにおこり、解剖学的な構造とは無関係であることが明らかとなった。

【 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., Kametani, H., Ota, N., Akai, Y., Fukuchi, T., Abo, T., Tanaka, S., Sekiguchi, J., Matsubara, S., Kawakami, H., “Phylogenetic analyses of the hepatic architecture in vertebrates”, *J. Anat.*, 232, 200-213 (2018).
- 2) 塩尻信義, “排出機能—その進化は環境適応の鍵である”, 『動物学の百科事典』(日本動物学会編、丸善出版), pp354-355 (2018).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 肝細胞研究会、日本動物学会、日本進化学会、生命医薬情報学連合大会に 4 件

生命環境倫理学の構築 ——生、死、環境をめぐる

兼担・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



【研究室組織】

教 員: 竹之内 裕文、藤本 穰彦
博士課程: 齊藤 美恵 (創造科技院 D3、社会人)、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)
修士課程: M2 (1名)、M1 (2名)
学 部 生: B3 (3名)

【研究目標】

死生学、生命倫理学、環境倫理学の諸課題について、これら既成学問分野の枠組みを踏み越え、生命(人間)と環境(自然)の相互形成作用を見すえつつ、「生命環境倫理学」という統合的な視座から研究を進めている。それを通して哲学・倫理学の基礎研究に資するのみならず、医療・福祉現場における諸課題や農・食の営みなど、人間と環境(土地)のかかわりをめぐる広範な諸問題について、哲学・倫理学の立場から具体的な提言を供することを目指している。

【研究費の採択状況(平成30年度)】

・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) Hirobumi Takenouchi, Dwelling in the world with others as mortal beings, “Well-being” in post-disaster Japanese society, *Routledge Handbook of Well-Being*, edited by Kathleen T. Galvin, Routledge, 2018, pp.58-67.
- 2) 竹之内裕文(共編著)、農と食の新しい倫理、昭和堂、310頁(執筆担当:1-18頁、251-275頁)、2018年5月30日

【学会発表・招待講演】

- 1) 科学技術と人間—危険と救いはどこにあるのか?、静岡哲学会大会、静岡コンベンションツアースセンター(グランシップ)、2018年11月3日
- 2) 第42回 日本死の臨床研究会 特別企画 死生学カフェ、朱鷺メッセ 新潟コンベンションセンター、2018年12月8日
- 3) Perspectives on end of life issues in Japan, The Mitori Project 1st Workshop, University of Glasgow, UK, 2018年3月28日

【新聞報道等】

- 1) 朝日新聞 (2018. 6. 20)
- 2) 静岡新聞 (2019. 1. 4)

【その他】

- 1) 福島医科大学講義、「緩和医療医学」、福島医科大学、2018年5月28日
- 2) 哲学対話塾（仮称）第1回創設準備会、私塾「哲学対話塾」（仮称）の創設にむけて、富士市古民家、2018年6月23日
- 3) 南部生涯学習センター 総合学習「いきいき塾」、「健康」について掘り下げて考えてみる～「老いと「死」をどう受けとめるか～、静岡市南部生涯学習センター、2018年7月19日
- 4) 静岡大学農学部・夏のワークショップ～農と食のコミュニティデザインのために～、静岡大学、2018年8月8日
- 5) いのちの授業 in 福岡 vol.5 いのちの寺子屋、「いのちを語る」トークライブ、浄土真宗本願寺派 鶴城山 光専寺、2018年8月19日
- 6) 対話療法士養成講座 2018「対話を通して生と死を探求する～「死」をどう受けとめるか～」、さわ研究所、2018年9月2日
- 7) ワークショップ 第1回 死生学カフェ@にいがた海がたり、「絵本『かないくん』を題材に、対話を試みる」、海カフェ nef、2018年9月16日
- 8) 平成30年度在宅ターミナル看護支援事業 在宅ターミナルケア研修講師(東部地区:9月1日、中部地区10月13日)
- 9) 哲学カフェ主宰 (4月、6月、8月、10月、12月、2月)
- 10) 死生学カフェ主宰 (5月、7月、9月、11月、1月、3月)
- 11) 政治カフェ主宰 (6月、9月)
- 12) 市民たちの選挙カフェ主宰 (2018年10月9日)

【今後の展開】

日英国際共同研究助成 ESRC-AHRC UK-Japan SSH Connections grants を受けて、2019年1月から、David Clark 教授（グラスゴー大学）との共同研究に着手した。3月に渡英し、キックオフミーティングを実施した。12月には英国研究チームが来日し、2日から5日まで静岡大学でワークショップを開催する。さらに2020年初頭には、ロンドンの在英日本国大使館で研究成果発表会を開く予定である。2020年4月以降も共同研究を継続するため、さらなる研究助成を獲得すべく、Clark 教授と準備を進めている。2019年6月に単著が刊行されるので、研究の新しい局面が拓かれると期待される。

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

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) 植物ホルモン受容体アンタゴニストの創出と応用
- (2) 花成を制御する化合物の創出
- (3) その他、植物ホルモン研究のための様々な化学ツール開発

【 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 は環境条件もしくは植物種によっては ABA と同様の機能をもつことがわかった。そこで現在、PANMe を ABA ミミックとして受容する新規アブシシン酸受容体の探索を行っている。

(2) 花成を制御する化合物の創出

花成ホルモン (FT) の作用機構に着目し、FT の機能を正または負に制御する低分子化合物を、FT の X 線結晶構造に基づいて設計した。現在、合成を行っている。

【 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) Takeuchi J, Mimura N, Okamoto M, Yajima S, Sue M, Akiyama T, Monda K, Iba K, Ohnishi T, Todoroki

Y: Structure-based chemical design of abscisic acid antagonists that block PYL-PP2C receptor interactions, *ACS Chemical Biology* **2018**, *13*, 1313-1321.

2) Jia H, Wang S, Lin H, Ampa K, Todoroki Y, Kondo S: Effects of abscisic acid agonist or antagonist applications on aroma volatiles and anthocyanin biosynthesis in grape berries, *J Horti Sci Biotech* **2018**, *93*, 392-399.

【 特許等 】

1) US patent "Abscisic acid derivative" Todoroki Y, Mimura N, US10125095, Nov 13, 2018.

【 国内学会発表件数 】

・ 1 件 (植物化学調節学会)

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：D2 (1名)
 修士課程：M2 (1名)、M1 (1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。

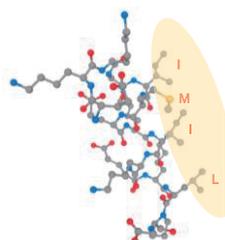
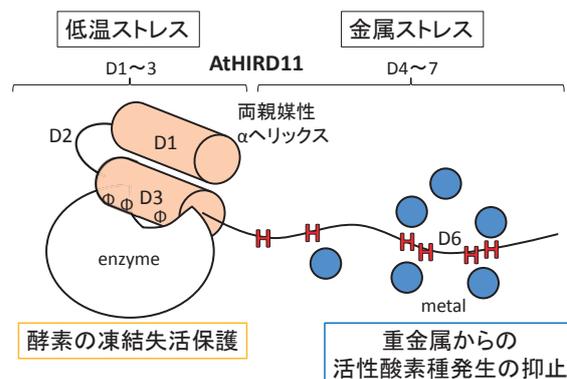
- (1) 植物の低温ストレスタンパク質の機能研究
- (2) 植物の熱耐性を高める資材の研究開発

【 主な研究成果 】

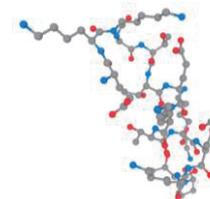
(1) 植物の低温ストレスタンパク質の機能研究

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、植物に普遍的に存在し、発現量が多いデハイドリンの機能研究を進めてきました。

本グループでは、デハイドリンが、低温失活酵素(ここでは低温に弱い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、デハイドリンの極限環境、特に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。すでに、デハイドリンの低温失活酵素保護作用を示す活性領域が N 末端付近にある事を示し、その一部が、デハイドリンの保存配列である K-segment であることを見出していました。そこで、K-segment において、低温保護作用を発揮するために必要なアミノ酸配列特性を調査しました。K-segment の 15 アミノ酸残基を様々な法則性で改変したところ、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、1 つ以上を改変すると活性が完全に消失することが判明しました。ペプチド立体モデルを作成すると、オリジナルの



オリジナル K-segment (高活性)



疎水性アミノ酸改変 K-segment (活性なし)

K-segment、4つの疎水性アミノ酸を全て親水性アミノ酸に変えた改変 K-segment の両方とも、緩やかなヘリックス構造をとると予想されましたが、オリジナルの K-segment では、4つの疎水性アミノ酸がヘリックスの一方向に配列する予測となりました。いずれのペプチドも、希薄バッファー中

では、特定の二次構造をとらない無秩序な状態で

したが、界面活性剤を加えると、オリジナルの K-segment のみ、ヘリックス構造へ変化することが示唆されました。こうしたことを考え合わせると、K-segment は、何らかの疎水性環境におかれると、両親媒性ヘリックスを形成すると考えられ、この構造変化が、酵素の凍結失活を防いでいると推察されます。酵素は、凍結により、内部の疎水性領域が露出して互いに凝集することで変性が進行すると考えられています。デハイドリンの K-segment は、自らの疎水性部位を使い、この疎水領域の露出を防いでいるのではないかと考えられます。

(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。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が高まり、最終的に耐熱性が高まる可能性が示唆されます。われわれは、サンギナリンがこのメカニズムで耐熱性を高めているのではないかと考えており、さらに調査を進めています。

【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、二次代謝産物の研究を発展させ、新しいバイオ素材の創出につなげたい。

【学術論文・著書】

- 1) 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* in press
- 2) Masakazu Hara, Takumi Matsubara, Ikuo Takahashi, Hiroki Murano (2018) Isobutyl isothiocyanate is a potent heat tolerance enhancer for *Arabidopsis*. *Environmental Control in Biology* 56: 121-126.
- 3) Masakazu Hara, Naoya Yamauchi, Yoshiki Sumita (2018) Monoterpenes induce the heat shock response in *Arabidopsis*. *Zeitschrift für Naturforschung C* 73:177-184.

【国内学会発表件数】

- 1) 日本農芸化学会など 計5件

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(創造科学技術大学院 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。また白色腐朽菌による難分解性環境汚染物質の分解機構についても解析を行っている。

【 主な研究成果 】

(1) 白色腐朽菌 *Phanerochaete chrysosporium* によるアセタミプリド分解に関与するシトクロム P450 遺伝子の同定

当研究室ではこれまでに、白色腐朽菌によりネオニコチノイド系殺虫剤であるアセタミプリド(ACE)及びクロチアニジンの分解及び無毒化に成功しており、これらの分解にシトクロム P450 の関与を推定している。白色腐朽菌は推定で約 150 種類のシトクロム P450 を有しており、どのシトクロム P450 が関与しているのか、興味が持たれた。そこで、白色腐朽菌 *Phanerochaete chrysosporium* 由来シトクロム P450 遺伝子を個々に導入した遺伝子組換え酵母を用いて、ACE 分解に関与するシトクロム P450 遺伝子の同定を試みた。その結果、CYP5147A3 組換え酵母により、ACE は 6-chloro-3-pyridinemethanol (IM 0) に代謝された。*P. chrysosporium* 生菌処理による ACE 分解においても IM 0 は代謝物として同定されたため、CYP5147A3 が *P. chrysosporium* による ACE 分解に関与していることが明らかになった。ACE を基質とした場合は、メチレン位の酸化を経て *N*-脱アルキル化反応が起こっていることが予想された。

(2) 白色腐朽菌 *Trametes versicolor* による diuron の分解及び無毒化

除草剤・防藻剤である 3-(3,4-Dichlorophenyl)-1,1-dimethylurea (diuron) はその難分解性が故に水質汚染を引き起こし、水生生物に対し毒性を示す。更なる分解産物である 3,4-dichloroaniline (3,4-DCA) は、より強力な環境毒性として知られている。本研究では、白色腐朽菌を用いた 3,4-DCA を蓄積しない diuron 水質汚染環境の改善技術開発を目的に検討を行った。

高 diuron 分解白色腐朽菌を選抜し、その代謝物を NMR、MS 分析により同定した。さらに、

海塩濃度 3.4%条件下における diuron の分解活性を調査した。また、分解菌の菌床を用いて模擬汚染水からの diuron 除去を試みた。その結果、既知の diuron 分解菌より高い分解力を示す *Trametes versicolor* を用いて代謝産物を探索した結果、1-(3,4-dichlorophenyl)-3-methylurea、3,4-dichlorophenylurea を同定した。なお、3,4-DCA の蓄積は確認されなかった。本株は海塩濃度 3.4%条件下で、より強力な diuron 分解活性を示した。模擬汚染水に対して菌床処理を行うことにより diuron は菌床へ吸着・分解されたことから、白色腐朽菌による水質浄化の可能性が示された。

【 今後の展開 】

一部の白色腐朽菌において、好氣的条件下、木質バイオマスを原料として水素産生能が認められた。つまり、白色腐朽菌はこれまでの概念とは異なる発酵能を有している可能性が示唆されたため、今後は白色腐朽菌を用いた新たな木質バイオリファイナリー技術の構築に向けて、その発酵メカニズムの解明等を含め、検討を進めていく。またネオニコチノイド以外の難分解性環境汚染物質の分解についても各種検討を進める。

【 学術論文・著書 】

- 1) J. Wang, H. Ohno, Y. Ide, H. Ichinose, T. Mori, H. Kawagishi, H. Hirai (2019) Identification of the cytochrome P450 involved in the degradation of neonicotinoid insecticide acetamiprid in *Phanerochaete chrysosporium*, *Journal of Hazardous Materials*, 371, 494-498.
- 2) T. Mori, O. Kondo, H. Kawagishi, H. Hirai (2019) Effects of glucose concentration on ethanol fermentation of white-rot fungus *Phanerochaete sordida* YK-624 under aerobic conditions, *Current Microbiology*, 76, 263-269.
- 3) T. Mori, S. Sudo, H. Kawagishi, H. Hirai (2018) Biodegradation of diuron in artificially contaminated water and seawater by wood colonized with the white-rot fungus *Trametes versicolor*, *Journal of Wood Science*, 64, 690-696.
- 4) Y. A. Ridwan, J. Wu, J-H. Choi, H. Hirai, H. Kawagishi (2018) A novel plant growth regulator from *Pholiota lubrica*, *Tetrahedron Letters*, 59, 2559-2561.
- 5) T. Mori, Y. Nagai, H. Kawagishi, H. Hirai (2018) Functional characterization of the manganese transporter smf2 homologue gene, PsMnt, of *Phanerochaete sordida* YK-624 via homologous overexpression, *FEMS Microbiology Letters*, 365, fny050.

【 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 29 件

【 受賞・表彰 】

- ・ 大野 遥、シーズ&ニーズビジネスマッチング研究発表会奨励賞 (2018.9)
「白色腐朽菌によるアセタミプリドの分解・無毒化に関する研究」

プラスチド分化のメカニズムの解明

兼担・教授 本橋 令子 (MOTOHASHI Reiko)
(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 共生バイオサイエンスコース)
専門分野：植物分子遺伝学、植物生理学
e-mail address: motohashi.reiko@shizuoka.ac.jp



【 研究室組織 】

教 員：本橋 令子

博士課程：アヌーン ワユディ (創造科技院・バイオサイエンス D3、国費)、ウイラック チャ
カタヤポン (創造科技院・バイオサイエンス D2)

修士課程：M2 (1名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

我々はプラスチドの分化・発達に関与するタンパク質の機能解明を目的としている。

- (1) シロイヌナズナの葉緑体タンパク質の機能解明
- (2) トマト果実を用いた葉緑体からクロモプラストへの分化機能解明
- (3) バイオディーゼルオイル増産のためのジャトロファの種子大型
- (4) フェアリー化合物が植物細胞に与える影響について
- (5) サトイモの疫病防除と遺伝資源保存法開発と系統整備

【 主な研究成果 】

(1) シロイヌナズナの葉緑体タンパク質の機能解明

葉緑体タンパク質破壊株を用いて、新規光合成活性測定法を開発中である (産学連携研究：
浜松ホトニクスとのコンソシアム形成、JST 予算獲得)。

葉緑体の翻訳因子の共同研究実施

(2) 果実を用いた葉緑体からクロモプラストへの分化機能解明

クロモプラスト分化に関与するタンパク質の機能解析結果の論文パブリッシュ。

(3) デーゼルオイル増産のためのジャトロファの種子大型

ジャトロファの遺伝子組換え体を筑波大学の特定網室に移動栽培し、種子収集を試みている
(形質転換植物デザイン研究拠点、共同利用・共同研究)。

(4) フェアリー化合物が植物細胞に与える影響について

現在、イネ及びシロイヌナズナにおけるフェアリー化合物の影響について、トランスクリプ
トーム解析データを中心とした論文を執筆中。

(5) サトイモの疫病蔓延防除

産地で猛威を振るうサトイモ疫病防除、DNA マーカー等の育種基盤整備計画により、科研費
基盤 B 採択。多くの研究機関と連携し研究拡大し、サトイモ疫病防除技術開発コンソーシアム
作製。

【 今後の展開 】

我々は上記のようにプラスチックの機能解明を中心に研究を進めている。今後はさらに、企業と共同し、新規光合成活性測定装置を用いた植物のストレス評価法の開発やサトイモ遺伝資源保存や病害の問題など出口を意識した研究にも意欲的に取り組んでいく予定である。

【 学術論文・著書 】

1) Functional analyses of lipocalin proteins in tomato.

Anung Wahyudi^{1,2,3}, Dinni Ariyani², Gang Ma², Ryosuke Inaba², Chikako Fukasawa², Ryohei Nakano⁴, Reiko Motohashi^{1,2}, * Plant Biotechnology, 35:303-312, (2018)

2) 「植物の遅延発光技術を用いた新規光合成評価方法」, 本橋令子, アグリバイオ, (株)北隆館, 2(13) 92-95, (2018)

【 国際会議発表件数 】

・ 2 件

【 国内学会発表件数 】

・ 植物生理学会など 1 2 件

【 受賞・表彰 】

・ 創造大学院指導学生ウイラック チャカタヤボン ポスター賞 GSST-SU
International_Symposium

ルミナコイド（難消化性糖類）の栄養生理機能の解析

兼担・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



【 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っている

【 学術論文・著書等 】

- 1) Genda T, Kondo T, Sugiura S, Hino S, Shimamoto S, Nakamura T, Ukita S, Morita T. Bacterial Fermentation of Water-Soluble Cellulose Acetate Raises Large-Bowel Acetate and Propionate and Decreases Plasma Cholesterol Concentrations in Rats. J Agric Food Chem. 2018; 66(45): 11909-11916.
- 2) Genda T, Kondo T, Hino S, Sugiura S, Nishimura N, Morita T. The Impact of Fructo-Oligosaccharides on Gut Permeability and Inflammatory Responses in the Cecal Mucosa Quite Differs between Rats Fed Semi-Purified and Non-Purified Diets. J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo). 2018;64(5):357-366.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 6件

【招待講演】

- ・ 国内1件

【 受賞・表彰 】

- ・ 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、キュービック相
e-mail address: yamazaki.masahito@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~spmyama>



【 研究室組織 】

教 員 : 山崎 昌一

研 究 員 : (3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)、Sabrina Sharmin (学術研究員)

博士課程 : (8名) Moynul Hasan (創造 D3)、Farliza Parvez (創造 D3)、Md. Mizanur Rahman Moghal (創造 D2-D3)、Md. Mamun Or Rashid (創造 D1-D2)、Madhabi Lata Shuma (創造 D1-D2)、Samiron Kumar Saha (創造 D1-D2)、Farzana Hossain (創造 D1-D2)、Md. Hazrat Ali (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) 生体膜のキュービック (Q_{II}) 相 (膜が 3 次元的につながり、立方晶を形成する相) の構造安定性、 Q_{II} 相と 2 分子膜液晶相 (L_{α} 相) の間の相転移や構造転移の研究。特に我々が世界で最初に発見した静電相互作用により誘起される相転移・構造転移の解明。
- (4) 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) 脂質のフリップ・フロップに対する膜張力の効果

膜の張力が膜の物性や構造安定性に与える効果の解明は、膜蛋白質や膜と相互作用するペプチド/タンパク質の構造や機能のメカニズムの解明のために重要である。本研究では、脂質分子が脂質 2 分子層膜の向かい合う単分子膜の間の移動 (フリップ・フロップまたは 2 分子層膜横断) の速度に対する膜張力の効果を解析した。そのために、我々が最近開発した外側の単分子膜と内側の単分子膜が非対称な脂質組成を持つ GUV の構築法 (Langmuir, 34, 3349-3362, 2018) を用いて、脂質のフリップ・フロップの速度定数を測定する方法を新たに構築した。GUV

を用いれば膜張力を正確に制御できる。その方法を用いて蛍光プローブをラベルした脂質のフリップ・フロップに対する膜張力の効果を研究し、膜中にポア形成が誘起しない状態でフリップ・フロップの速度定数が膜張力の増加とともに著しく増加することを発見した。たとえば、NBD-PGという脂質のDOPG/DOPC (4/6) –GUV の膜中のフリップ・フロップの速度定数 k_{FF} は、張力がかかっていないときは $k_{FF} = 3.7 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ であったが張力が 6 mN/m では $k_{FF} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ まで増大し、54倍になった。この結果は、膜の熱揺らぎによって生じるプレポアを介して膜面内での脂質の側方拡散が起こり、そのため大きな速度で単分子膜の間の脂質の移動が起こることで説明ができる。(J. Chem. Phys., 148, 245101, 2018)。

(2) 抗菌ペプチド・PGLa のポア形成の素過程の研究

PGLa の抗菌活性のメカニズムを解明する目的で、PGLa が脂質膜中との相互作用により誘起するポア形成の特性やその素過程を単一 GUV 法を用いて研究した。まず、PGLa が DOPG/DOPC (4/6) –GUV との相互作用により、GUV の膜中に光学顕微鏡では観測できないナノメートルサイズのポアを形成し、それを介してリポソーム内容物の漏れを誘起することを見出した。ポアを介した蛍光プローブの膜透過係数は時間とともに増大して定常的な値になることから、ポア形成の特性が他の抗菌ペプチドであるマガイニン2のポアの特性とは異なることを示した。また、ポア形成のメカニズムを考える上で重要なポア形成の素過程や膜の物性の変化の新知見も多く得られた。PGLa は膜との結合により膜の面積を増加させ、ポア形成が起こる高い PGLa 濃度では2段階的に膜面積が増加することを発見した。蛍光プローブをラベルした PGLa (CF-PGLa) による GUV 中の蛍光強度の解析より、ポア形成の前に CF-PGLa は外側の単分子膜から内側の単分子膜に移動し、その後 GUV 内腔に移動することを見出した。この結果により、CF-PGLa が細胞透過ペプチドのような膜透過の活性を有することを明らかにした。以上の結果や他の実験結果に基づいて、PGLa のポア形成のモデルを提案した。(BBA-Biomembranes, 1860, 2262-2271, 2018)。

【 学術論文・著書 】

- 1) M. Hasan, and M. Yamazaki, Elementary Processes and Mechanisms of Interactions of Antimicrobial Peptides with Membranes – Single Giant Unilamellar Vesicle Studies –, in: "*Antimicrobial Peptides: Basic for Clinical Application*", Matsuzaki, K. Ed., Springer Nature, pp. 17-32, 2019.
- 2) F. Parvez, J. M. Alam, H. Dohra, and M. Yamazaki, Elementary processes of antimicrobial peptide PGLa-induced pore formation in lipid bilayers. *BBA- Biomembranes*, 1860, 2262-2271, 2018.
- 3) M. Hasan, S. K. Saha, and M. Yamazaki, Effect of membrane tension on transbilayer movement of lipids. *J. Chem. Phys.*, 148, 245101, 2018

【 国際会議発表件数 】

・ 3rd International Symposium on Biomedical Engineering, Satake Memorial Hall, Hiroshima Univ., Higashi-hiroshima, 8-9 Nov., 2018 など 8 件

【 国内学会発表件数 】

・ 生物物理学会など 9 件

【 招待講演件数 】

- 1) 2018 Asian Biophysics Association Symposium, at RMIT University City Campus, Melbourne, Australia, 2-6 Dec., 2018.

ゲノム動態制御機構の解明

兼担・教授 山本 歩 (YAMAMOTO Ayumu)
バイオサイエンス専攻 (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: 分子細胞生物学・生化学
e-mail address: yamamoto.ayumu@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://sites.google.com/site/ayuyamamu/>



【 研究室組織 】

教 員: 山本 歩

修士課程: M2 (2名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

我々の研究室では生物の遺伝情報がどのように正確に子孫に受け継がれていくのか、また環境中の栄養源の変化によってどのように制御が変化するのか、その機構を分子レベル明らかにすることを目標としている。特に遺伝情報をコードする染色体の動態および構造制御に着目し、この染色体の構造が我々人間に近い、単細胞生物である分裂酵母をモデル生物として用い、以下の2点について研究を行っている。

- (1) 有性生殖の減数分裂における染色体の分配機構
- (2) 休止期である定常期における染色体の構造変化およびその制御機構

【 主な研究成果 】

(1) 減数分裂における動原体の制御機構

染色体分配には染色体上の動原体という構造体の染色体上の配置が重要である。我々の開発した分裂酵母における姉妹染色分体の動原体の配置を評価する実験法を用い、体細胞分裂において減数分裂型の動原体配置を誘導できるか試みた。その結果、減数分裂型コヒーシンによって、ある程度、減数分裂型の配置を誘導できることを見出した(第51回酵母遺伝学フォーラム研究報告会・第41回日本分子生物学会年会、第36回染色体ワークショップ/第17回核ダイナミクス、第20回静岡ライフサイエンスシンポジウム、南部ら)。

(2) 減数分裂における染色体の往復運動の機能解析

減数分裂第一分裂において、相同染色体の往復運動が染色体と紡錘体の誤った結合修正に関与することを検証するために、往復運動に欠損のある変異株を探索し、染色体と紡錘体の結合状態を解析した。その結果、動原体因子 Dam1 が欠損すると往復運動が欠損し、結合修正異常が生じることを見出し、往復運動が結合修正に関与することを示唆する結果を得た(IPR国際セミナー「Genome Stability and Instability in Mitotic and Meiotic Cells」、山本; 第51回酵母遺伝学フォーラム研究報告会・第41回日本分子生物学会年会、脇谷ら; 第36回染色体ワークショップ/第17回核ダイナミクス研究会、山本)。

(3) 定常期における染色体の制御機構

分裂酵母の定常期という休止期の移行に、細胞周期の主制御因子であるサイクリン依存性キナーゼが関与し、この活性が休止期における長期生存に必要なことを示した(第51回酵母遺伝学フォーラム研究報告会・第41回日本分子生物学会年会、清田ら)。

【 今後の展開 】

コヒーシン以外の融合に必要な因子を体細胞分裂で発現し、動原体の融合が起こるかを検証し、融合制御機構を明らかにする。また、染色体の往復運動の染色体分配における機能を体細胞分裂においても確認し、これらの成果を論文において誌上发表する。また、休止期におけるサイクリン依存性キナーゼの働きをより詳細に調べ、生物の生存戦略機構を分子レベルで明らかにすることをめざす。

【 国際会議発表件数 】

- ・ 1 件

【 国内学会発表件数 】

・ 酵母遺伝学フォーラム研究報告会、日本分子生物学会年会、染色体ワークショップ、静岡ライフサイエンスシンポジウムなど 8 件

【 招待講演件数 】

1) IPR International Seminar “Genome stability and instability in mitotic and meiotic cells”(2019.1.10)

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)
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： 植物生理学、脂質生化学
E-mail address: awai.koichiro@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://www.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 D2)

修士課程：M2 (4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) サンゴ共生藻類 (褐虫藻) 特異的タンパク質分解酵素の解析

褐虫藻は造礁サンゴを作るサンゴ虫やシャコガイなどの無脊椎動物と共生する単細胞性の藻類であり、熱帯海域における生産者として生態系の維持に重要な役割を担っている。そのため、光合成を含む代謝関連の研究や生態学的研究は多くなされてきたが、タンパク質の分解に関する研究はあまり進んでいない。本論文では、無脊椎動物の一種サカサクラゲから単離された褐虫藻で特異的アミノ酸配列 (VLK) を分解する酵素に着目し、褐虫藻から精製した分解酵素の性質決定、アミノ酸配列解析を行った。同定したアミノ酸配列から遺伝子を単離したところ、このタンパク質分解酵素は1つの遺伝子に同じ酵素の配列が繰り返し2回現れるタンデム構造を持つことがわかった。精製したタンパク質は単体であったことから、タンパク質に翻訳後、2つに分離されると予想された。大腸菌で発現させた組み替えタンパク質の性質を調べたところ、褐虫藻から精製したタンパク質とほぼ一致したことから、同定した遺伝子が確かに目的のタンパク質分解酵素をコードしていることがわかった。この酵素は酸性条件で活性化することから、酸性の細胞小器官で機能していると予測されたが、今後局在解析によって明らかになると期待される。(Suzuki et al (2019) PLoS ONE)

(2) サンゴ共生バクテリアのゲノム解析

造礁サンゴでは様々な生き物が複雑に絡み合い生態系を形成している。その中にはバクテリアも含まれており、シアノバクテリアや脱窒細菌などが生態系全体の代謝に大きく寄与していることが知られている。本論文では、サンゴ虫から単離されたプロテオバクテリアの一種、*Erythrobacter* のゲノム配列解析を行った。このバクテリアはインドネシアで単離された株で、元々カロテノイドを多く蓄積する株として報告されている。解析の結果、カロテノイド合成経路の諸酵素の遺伝子が保存されていることが明らかとなった。また、このバクテリアは非光合

成性でありバクテリオクロフィルを持たないが、遺伝子レベルでもその合成経路を持たないことがわかった。詳細な色素解析の結果から、このバクテリアが持つ多くのカロテノイドは特殊な構造をしていることがわかっており、今後その合成経路を担う酵素をコードする遺伝子の同定に本ゲノム解析情報が役立つものと期待される。(Kanesaki et al (2019) Microbiol Resour Announc)

【 今後の展開 】

本年度は研究グループの主要テーマとは異なる分野で成果が得られたが、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構築機構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、膜脂質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) Suzuki Y、 Suzuki T、 Awai K and Shioi Y (2019) Isolation and characterization of a tandem-repeated cysteine protease from the symbiotic dinoflagellate *Symbiodinium* sp. KB8. PLoS ONE 14(1): e0211534.
- 2) Kanesaki Y、 Setiyono E、 Pringgenies D、 Moriuchi R、 Brotosudarmo THP、 and Awai K (2019) Complete Genome Sequence of the Marine Bacterium *Erythrobacter flavus* Strain KJ5. Microbiol Resour Announc 8: e00140-19.

【 解説・特集等 】

- ・ 小林滉宜、栗井光一郎 (2018) 光合成を担うナノ構造体、チラコイドの構築機構 オレオサイエンス 18: 25-31.

【 国際会議発表件数 】

- ・ 23rd International Symposium on Plant Lipids (ISPL2018)、 Yokohama、 2018.7.8-13 など5件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 第31回植物脂質シンポジウムなど5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 応用生命科学化及び
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: <http://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)、Vipin Kumar Deo (グローバル改革推進機構助教)

研 究 員 : Ankan Dutta Chowdhury (JSPS 海外特別研究員)、Jian Xu (学術研究員)

博士課程 : Hamizah Suhaimi (創科技院 D3、私費)、Robert Minkner (創科技院 D2、私費)、Suparmin Ahmad (創科技院 D2、私費)、Fahmida Nasrin (創科技院 D2、私費)、竹村 謙信 (創科技院 D1、私費)、Doddy Irawan SU (創科技院 D1、私費)

修士課程 : M2 (6名)、M1 (3名)、B4 (6名)

学 部 生 : B3 (10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

C型肝炎ウイルス (HCV) のコアタンパク質に対する細胞内抗体をカイコ蛹で発現して、精製を行った (Protein Expr. Purif. 150, 61-66, 2018)。またヒトやカイコ由来 β -1,2-N-acetylglucosaminyltransferase II をカイコ幼虫で発現させて精製し、それらの特徴を決定した。以前にカイコ幼虫でのウイルス様粒子 (VLP) 発現を報告しているが、カイコ幼虫で発現したヒトパピローマウイルスの構造タンパク質 L1 タンパク質からなる VLP を、カイコ脂肪体から複数のカラムクロマトグラフィーを用いて精製を行った (J. Chromatogr. B Analyt. Technol. Biomed. Life Sci., 1096, 39-47, 2018)。

【 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、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, Hasegawa M, Yamamoto T, Miyazaki T, Suzuki R, Wakita T, Suzuki T, Park EY. “Expression of a functional intrabody against hepatitis C virus core protein in *Escherichia coli* and silkworm pupae.” *Protein Expr. Purif.* 150, 61-66, 2018.
- 2) Ogata M, Yamanaka T, Koizumi A, Sakamoto M, Aita R, Endo H, Yachi T, Yamauchi N, Otsubo T, Ikeda K, Kato T, Park, EY, Kono H, Nemoto M, Hidari K. “Application of novel sialoglyco-particulates enhances the detection sensitivity of equine influenza virus by real-time RT-PCR” *ACS Appl. Bio Mater.*, 2(3), 1255-1261, 2019.
- 3) Miyazaki T, Miyashita R, Mori S, Kato T, Park EY. “Expression and characterization of silkworm *Bombyx mori* β -1,2-*N*-acetylglucosaminyltransferase II, a key enzyme for complex-type *N*-glycan biosynthesis.” *J. Biosci. Bioeng.*, 127(3), 273-280, 2018.
- 4) Minkner R, Baba R, Kurosawa Y, Suzuki S, Kato T, Kobayashi S, Park EY. “Purification of human papillomavirus-like particles expressed in silkworm using a *Bombyx mori* nucleopolyhedrovirus bacmid expression system.” *J. Chromatogr. B Analyt. Technol. Biomed. Life Sci.*, 1096, 39-47, 2018.
- 5) Uchiyama H, Iwai A, Dohra H, Ohnishi T, Kato T, Park EY. “The effects of gene disruption of Kre6-like proteins on the phenotype of β -glucan-producing *Aureobasidium pullulans*.” *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 102(10), 4467-4475, 2018.
- 6) Miyazaki T, Kato T, Park EY. “Heterologous expression, purification and characterization of human β -1,2-*N*-acetylglucosaminyltransferase II using a silkworm-based *Bombyx mori* nucleopolyhedrovirus bacmid expression system.” *J. Biosci. Bioeng.*, 126(1), 15-22, 2018.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本生物工学会、日本農芸化学会で5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) 新規抗菌ペプチド specialicin の発見

製品技術基盤機構等のカルチャーコレクションから分譲を受けた細菌類および、新たに土壌から単離した微生物を有機溶媒で抽出し、スクリーニングを行った。その結果、放線菌 *Streptomyces specialis* の新規抗菌ペプチド specialicin を見いだした。そこで、大量培養、溶媒分画を行い、最終的に高速液体クロマトグラフィーを用いて活性物質の単離に成功した。NMR および MS スペクトルによる化学分析を行い、化学構造を決定した。Spelicialicin は抗菌活性および抗 HIV 活性を示した。また、ゲノム情報から specialicin 生合成遺伝子の特定に成功した。

【 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きたい。

【 学術論文・著書 】

原著論文

- 1) 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
- 2) 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
- 3) I. Kaweewan, H. Hemmi, H. Komaki, S. Harada, S. Kodani* (*責任著者)
Isolation and structure determination of a new lasso peptide specialicin based on genome mining
Bioorganic Medicinal Chemistry, 26 (23-24), 6050-6055, 2018 査読有
- 4) S. Kodani,* H. Hemmi, Y. Miyake, I. Kaweewan, H. Nakagawa (*責任著者)
Heterologous production of a new lasso peptide brevunsin in *Sphingomonas subterranea*
Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 45(11), 983-992, 2018
- 5) S. Kodani,* H. Komaki, H. Hemmi, Y. Miyake, I. Kaweewan, H. Dohra (*責任著者)
Streptopectolin, a cyanopeptolin type peptide from *Streptomyces olivochromogenes*
ACS omega, 3 (7), 8104–8110, 2018 査読有
- 6) I. Kaweewan, H. Komaki, H. Hemmi, S. Kodani* (*責任著者)
Isolation and structure determination of a new thiopeptide globimycin from *Streptomyces globisporus* subspecies globisporus based on genome mining
Tetrahedron letters, 59 (4), 409-414, 2018 査読有

【 解説・特集等 】

- 1) 小谷真也 (単著), ラッソペプチド: ”投げ輪”構造を持つペプチド抗生物質, B&I バイオサイエンスとインダストリー, 78 (2), 130-131, 2018 査読無

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本生物工学会、日本放線菌学会など 計 11 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
<http://researchmap.jp/shintani-masaki/?lang=english>



【 研究室組織 】

教 員：新谷 政己
博士課程：福田 洸平 (創造科技院 D3)
修士課程：M2 (4名)、M1 (3名)
学 部 生：4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複合微生物系からの新たな微生物の分離培養を試みるとともに、②既知・新規の可動性遺伝因子が、複合微生物系内で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) プラスミドが宿主に及ぼす影響の比較と違いを引き起こす原因因子の特定
- (3) 環境からのプラスミドの収集と解析
- (4) 微好気・嫌気条件下におけるプラスミドの接合伝達頻度・宿主域の比較

【 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 μm 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。そのうち約 20 株は、これまでに培養されたことのない、新属・新種細菌であることが示唆された。そのうち 5 株については、新属・新種として提案中である。

(2) プラスミドが宿主に及ぼす影響の比較と違いを引き起こす原因因子の特定

Pseudomonas 属細菌の染色体上に存在する複数プロファージ領域と、プラスミドとが互いに影響を及ぼし合って、宿主の生き残りやすさを変化させることが示唆された。

(3) 環境からのプラスミドの収集と解析

土壌や嫌気排水処理槽、および牛糞サンプルより、新たな接合伝達プラスミドの収集を行い、6本のプラスミドの塩基配列を決定した。このうち5本はこれまでに見つかったことのない新たなプラスミドであった (Yanagiya et al., 2018)。

(4) 異なる条件下におけるプラスミドの接合伝達頻度・宿主域の比較

プラスミドを受け取った細菌細胞を一細胞レベルで解析する技術 (Shintani et al., 2019)

に一部発表)を応用して、塩基組成の異なるプラスミド同士の宿主域や、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について調べている。

【 今後の展開 】

様々な環境中から獲得した新たな接合伝達性のプラスミドについて、その基本機能(複製・維持・接合伝達能)の分子レベルの解析を行うと共に、異なる環境条件下における伝播性の違いや宿主域の違いについて比較する。こうした情報は、複合微生物系内でのプラスミドの挙動を理解し、その人為的な制御に向けた重要な知見を与えると期待される。

【 学術論文・著書 】 * 責任著者

- 1) **Shintani M***, Ohkuma M, Kimbara K (2019) High-resolution comparison of bacterial conjugation frequencies, *Journal of Visualized Experiments*, e57812.
- 2) Yano H, **Shintani M**, Tomita M, Suzuki H, Oshima T (2019) Reconsidering plasmid maintenance factors for computational plasmid design. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 17:70-81.
- 3) **Shintani M**, Sugiyama K, Sakurai T, Yamada K, Kimbara K*(2019) Biodegradation of A-fuel oil in soil samples with bacterial mixtures of *Rhodococcus* and *Gordonia* strains under low temperature conditions, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 127(2):197-200.
- 4) **Shintani M***, Suzuki H*(2019) (co-corresponding authors) Plasmids and their hosts, In "DNA Traffic in the Environment" (eds. Nishida H, and Oshima T) Springer, pp109-133.
- 5) Yanagiya K, Maejima Y, Nakata H, Tokuda M, Moriuchi R, Dohra H, Inoue K, Ohkuma M, Kimbara K, **Shintani M***(2018) Novel self-transmissible and broad-host-range plasmids exogenously captured from anaerobic granules or cow manure, *Frontiers in Microbiology*, 9:2602

【 国際会議発表件数 】

- ・ 11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 10件

【 招待講演件数 】

- ・ International Symposium for Microbial Ecology 17, ドイツ・JKI, タイ・チュラロンコン大学, ベトナム・フエ大学, 4件

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 理科教育講座 生物学及び
大学院教育学研究科学学校教育研究専攻 理科教育専修)
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

修士課程：1名

学 部 生：11名

【 研究目標 】

(1) 骨芽細胞分化機序の解明

骨を形成する骨芽細胞は間葉系幹細胞から分化し、前駆細胞を経て活性型となり、さらに骨表面に残って休止する Bone lining cell や骨基質に埋め込まれて骨細胞となる。さらに、骨吸収時には Bone lining cell や骨細胞が骨形成さらには骨吸収に関与することが示唆されている。このように多段階で複雑な分化段階を有する骨芽細胞系列は骨形成性タンパク質 (Bone Morphogenetic Protein、以下 BMP) や Wnt などの分泌タンパク質にシグナルによって制御されている。本研究室では、BMP や Wnt シグナル伝達を細胞内にて制御する SUMO (Small Ubiquitin-like Modifier) 化修飾や BMP 受容体に結合してシグナル伝達を制御することが報告されている FKBP タンパク質に着目し、骨芽細胞分化の制御機構を分子レベルで解明することを研究目標としている。

(2) 骨組織の進化的変遷についての考察

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。そこで本研究室では、アフリカツメガエルをモデル生物としてマウスと比較すること、および、複数種の無尾目から骨組織を採取して組織学的に比較検討することにより、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、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に着目して考察したいと考えている。

【 主な研究成果と今後の展開 】

(1) SUMO 化修飾が骨芽細胞分化において担う役割の解明

マウス筋芽細胞由来 C2C12 細胞において、SUMO 化修飾を阻害すると BMP 応答能が促進し、BMP 添加による骨芽細胞分化が増強されることを明らかにしてきた1)。さらに、骨芽細胞分化に必須の転写因子である Osterix が SUMO 化修飾の標的タンパク質であることも示した2)。現在、Osterix の SUMO 化修飾が骨芽細胞分化に与える影響について、培養細胞レベルで詳細に明らか

にすべく研究を行っている。

(2) FKBP タンパク質が骨芽細胞分化において担う役割の解明

これまでに当研究室では FKBP51 の機能阻害がデキサメタゾン添加による骨シアロタンパク質遺伝子などの発現上昇を抑制することを示した。さらに、デキサメタゾンと BMP2 の同時添加による骨芽細胞誘導も FKBP51 機能阻害によって増強することを明らかにした。このことは、FKBP51 がデキサメタゾン刺激の制御を介して骨芽細胞分化を制御する可能性を示すものであり、現在論文執筆中である。

(3) 両生類における骨カップリング現象について

アフリカツメガエルをはじめとする両生類の長管骨を組織学的に観察すると、ほ乳類であるマウスと比較して、骨髄内の細胞が疎である、成長板軟骨の配列が認められない、海綿骨の発達が未熟である、海綿骨表面に破骨細胞がほぼ観察されない、といった相違点が認められ、これらの差異が陸生で骨組織が獲得した機能と関連があると考えられる。そのため、両生類の骨形成機構を明らかにすべく研究を行っている。これまでに、アフリカツメガエル長管骨由来の骨芽細胞様培養細胞株の樹立を目指し、アルカリホスファターゼ活性と石灰化能を有した培養細胞株を得ている。さらに現在、哺乳類で骨組織に重要な働きを持つ遺伝子に着目し、CRISPR/Cas9 を用いてこれらの遺伝子を欠損した両生類を作製し、コツへの影響を哺乳類と比較することを予定している。これらの研究から、両生類から哺乳類へと進化していく際に生じた骨形成機構の変化を分子のレベルで明らかにしていきたいと考えている。

参考文献

- 1) Ubc9 negatively regulates BMP-mediated osteoblastic differentiation in cultured cells. Bone. (2012) 50. pp.1092-1099. [A. Yukita](#), A. Hosoya, Y. Ito, T. Katagiri, M. Asashima, H. Nakamura.
- 2) Localization of SUMOylation factors and Osterix in odontoblast lineage cells during dentin formation and regeneration. Histochemistry and Cell Biology. (2013) 140. pp.201-211. A. Hosoya, [A. Yukita](#), T. Ninomiya, T. Hiraga, K. Yoshida, N. Yoshida, E. Kasahara, H. Nakamura.

【国内学会発表件数】

- 1) GCL25 遺伝子欠損マウスの骨組織解析. 第 60 回歯科基礎医学会学術大会・総会. (平成 30 年 9 月) 前田久留実、二宮禎、細矢明宏、中村浩彰、[雪田聡](#).
- 2) 骨芽細胞が分泌するケモカイン GCL25 が骨代謝に与える影響. 第 41 回日本分子生物学会年会. (平成 30 年 11 月) 高橋拓実、岩本莉奈、前田久留実、茶山和敏、[雪田聡](#)
- 3) 皮膚線維芽細胞活性化に対するカフェインの抑制効果. 第 41 回日本分子生物学会年会. (平成 30 年 11 月) 岩本莉奈、高橋拓実、山口桃生、茶山和敏、[雪田聡](#)

【受賞・表彰】

- 1) 第 20 回ライフサイエンスシンポジウム・ポスター賞 (高橋拓実)

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://wvp.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) 極限環境下での両生類の生体内恒常性維持機構

冬眠中のニホンアマガエルは凍結に対する抵抗性を有すること、本種の凍結耐性にはグリセロールおよびその輸送体であるアクアポリン 9、グルコースおよびグルコース輸送体 (2 および 4) が関わっている。本年度はさらにグルコース合成に関わる酵素の遺伝子発現の変動を調べ、季節変化や凍結刺激との関係を考察した。

(2) 脳下垂体ホルモンであるプロラクチン (PRL) の発現様式

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。本年度、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初めて明らかにした。2 タイプの PRL 遺伝子をゲノム中に有するのは、唯一両生類のみである。PRL1B mRNA の発現レベルは変態前および変態始動期の幼生では比較的高く、変態の終盤に急激に低下し、成体では検出限界以下となった。対照的に、PRL1A mRNA は変態期の前半で発現レベルが低く、変態の進行に伴って上昇し、成体で高い値を示すことがわかった。

【 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.

【 国内学会発表件数 】

・日本下垂体研究会 1 件

【 招待講演件数 】

・日本比較内分泌学会 (2018. 11. 11)

【 新聞報道等 】

・日本経済新聞 (2018. 11. 29)

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：M2 (1名)、M1 (1名)
学 部 生：B4 (2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
- (5) 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

【 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

膜小胞分泌過剰細菌において、膜間架橋タンパク質をコードする遺伝子を欠損したところ、その変異株が多重の細胞膜から構成される膜小胞を形成することを発見した。また、凍結レプリカ電子顕微鏡観察により、その多重膜小胞形成プロセスにおける新規モデルを提唱した。

(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分泌される膜小胞の特性と形成機構が従来のモデルと全く異なることを見出し、細菌感染症の治療に向けて新たな突破口を示した。

(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、膜小胞を遺伝子導入媒体として利用するための基礎的知見を獲得した。

(4) 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、光励起型金属ナノ粒子触媒を作製するための材料基板として大腸菌線毛が有用であることを示した。

(5) 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

今まで未知であった緑膿菌の酸性リン脂質合成に関わる遺伝子を特定した。

【 今後の展開 】

膜小胞は宿主細胞内に侵入することにより免疫応答を活性化させることが知られている。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) Suzuki K, Aziz FA, Honjo M, Nishimura T, Masuda K, Minoura A, Kudo Y, Moriuchi R, Dohra H, Tashiro Y, Futamata H. “Draft genome sequence of the phenol-degrading bacterium *Cupriavidus* sp. P-10 isolated from trichloroethene-contaminated aquifer soil.” **Microbiol Resour Announc** 7:e01009-18 (2018)
- 2) Sato K, Tanaka S, Yamamoto K, Tashiro Y, Narumi T, Mase N. “Direct synthesis of N-terminal thiazolidine-containing peptide thioesters from peptide hydrazides.” **Chem Commun** 54:9127-9130 (2018)
- 3) Suzuki K, Kato Y, Yui A, Yamamoto S, Ando S, Rubaba O, Tashiro Y, Futamata H. “Bacterial communities adapted to higher external resistance can reduce the onset potential of anode in microbial fuel cells.” **J Biosci Bioeng** 125:565-571 (2018)

【 解説・特集等 】

- 1) 田代陽介「細菌の膜小胞を介した選択的相互作用」生物物理学会誌 58:214-215 (2018)
- 2) 田代陽介「会話をする微生物、そして高まるチームワーク」Nextcom 34:44-45 (2018)
- 3) 田代陽介「バクテリアの細胞外ナノ構造体を利用した選択的伝達」オレオサイエンス 18:221-225 (2018)
- 4) 田代陽介「ガス小胞が付与する微生物の垂直運動マシナリー」生物工学会誌 96:253-256 (2018)

【 国際会議発表件数 】

- 1) Aktar S, Futamata H, Tashiro Y “Improvement of bacterial membrane vesicle production in *Escherichia coli* and prospective application as genetic material carrier” The 5th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2019 (Shizuoka, March 2019)
- 2) Din JM, Suzuki K, Honjo M, Minoura A, Masuda K, Tashiro Y, Futamata H. “Coexistence mechanism in phenol degradation by two bacterial strains *Commamonas testosteroni* R2 and *Stenotrophomonas* sp. Y” The 5th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2019 (Shizuoka, March 2019)
- 3) Suzuki K, Honjo M, Nishimura T, Masuda K, Minoura A, Tashiro Y, Futamata H. “Metabolic networks based on the substrate-spatiotemporal heterogeneity can organize coexistence of microbes” ASM Microbe (Atlanta, USA, June 2018)

他3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13件

【 招待講演件数 】

- 1) 国立感染症研究所セミナー (2019. 1. 15)
- 2) 大阪市立大学 OKARINA セミナー (2018. 8. 8)

【 受賞・表彰 】

- 1) Best Presentation Award at The 5th International Symposium toward the future of advanced researches in Shizuoka University 2019 (2019年3月、静岡) Din JM, Suzuki K, Honjo M, Minoura A, Masuda K, Tashiro Y, Futamata H. “Coexistence mechanism in phenol degradation by two bacterial strains *Commamonas testosteroni* R2 and *Stenotrophomonas* sp. Y.”
- 2) 膜シンポジウム学生賞 (2018年11月14日、神戸) 高木航太郎、長谷川雄将、田原悠平、新谷政己、大熊盛也、宮田真人、二又裕之、田代陽介「微生物による多層膜小胞分泌の機構解析」
- 3) Outstanding Abstract Award in ASM Microbe 2018 (2018年6月、Atlanta) Suzuki K, Honjo M, Nishimura T, Masuda K, Minoura A, Tashiro Y, Futamata H. “Metabolic networks based on the substrate-spatiotemporal heterogeneity can organize coexistence of microbes.”

(7)環境サイエンス部門

部門長 吉村 仁

1. 部門の研究内容と目標

環境サイエンス部門は14名の教員から構成されている。本研究部門では、地球生物環境や地震防災などの人間の社会生活と密接に関連する問題を幅広く研究している。個々の研究テーマには、地球温暖化・海洋酸性化に関連するさんご礁などの生態系の物質循環と将来予測、地球温暖化にともなう半乾燥生態系の炭素・水動態、極限環境における生物・微生物の生態系・植物の環境応答、微生物生化学の研究、生物多様性・進化生物学・人間行動・マイクロ経済学に関する理論およびモデル的な研究、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、地球内部の岩石・鉱物流動変形と同位体地球化学の研究、地域に根ざした研究として地震防災および活断層・地震断層および地震断層破壊メカニズムに関する地震の研究などがある。

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

◎吉村 仁：進化生態学の理論とモデル

・カサレト ベアトリス：海洋生物学:沿岸域生態系における気候変動と環境ストレスの影響

・北村 晃寿：第四紀環境変動学

・木村 浩之：地下圏微生物の生態解明と新エネルギー開発

・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：鉱床成因の解明

・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

・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

・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 第12回超領域研究会開催

開催日:平成30年12月3日(月)

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、超領域研究会を平成 23 年度から毎年開催しています。今年度は、環境サイエンス部門所属の教員を含む本学の教員・学生や学外の研究者など約 130 名が参加した。

・【国際シンポジウム】The 5th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2019 - Joint International Workshops on Advanced Nanovision Science / Advanced Green Science / Promotion of Global Young Researchers, on the basis of Interdisciplinary Domain Researches - 開催(言語:英語)

開催日:平成 30 年 3 月 6 日(水)

開催場所:静岡大学 静岡キャンパス 農学部

主催: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・大学院光医工学研究科・超領域研究推進本部

この会議は、今回が 5 回目の開催となり、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、北米、ヨーロッパの各地域及び国内、学内の研究者や学生が参加した。

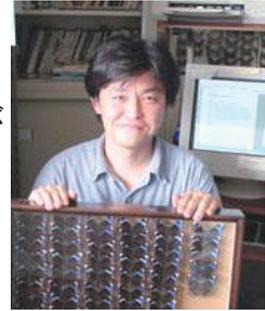
環境サイエンスでは Md. Panna Ali 氏(Bangladesh Rice Research Institute, バングラデシュ)の招待講演「Impact of climate change on rice insect pest and rice growth in Bangladesh」や Dilip C. Nath 氏(Assam University, インド)の招待講演「Estimation of Measles Immunization Coverage in North East India (Assam) by Ranked Set Sampling」など「地球温暖化の米やその害虫への影響」と「病原菌の伝播の研究」など 2 件の招待講演などの発表が行われた。

4. 特記事項

- ・平成 30 年 4 月 28 日北村教授らの日本地球惑星科学連合(JpGU)の国際誌「Progress in Earth and Planetary Science (PEPS)」に掲載された共著論文「The Pliocene to recent history of the Kuroshio and Tsushima Currents: a multi-proxy approach」が「The Most Cited Paper Awards 2018」を受賞した。
- ・木村研究室の次世代水素エネルギー生産についての記事が日本経済新聞に掲載された(平成 30 年 9 月 05 日)。
- ・北村教授らの「過去の南海トラフの地震に起因する御前崎で発見した隆起貝層の確認」の発表(日本地球惑星科学連合大会)が静岡新聞に掲載された(平成 30 年 5 月 22 日)。
- ・木村浩之教授が、平成 30 年 7 月 13 日に第 4 回日本微生物生態学会奨励賞を受賞した。
- ・基調講演(招待):「素数ゼミの謎からデータ解析へ」を吉村教授が日本ソーシャルデータサイエンス学会第 5 回シンポジウム、2019 年 3 月 2 日(土) 13:30-14:15、キャンパスイノベーションセンター東京(CIC)国際会議場(東京都港区)にて行った。
- ・木村浩之研究室のメタン・水素ガス生成用バイオリクターの現場実証試験についての記事が、平成 31 年 3 月 9 日(土)の日本経済新聞朝刊 35 面に掲載された。

窒素サイクルに関する微生物生化学

専任・教授 藤原 健智 (FUJIWARA Taketomo)
環境・エネルギーシステム専攻 (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： 微生物生化学、環境微生物学
e-mail address: fujiwara.taketomo@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~sbtfuji/TF-Lab-J.html>
<http://www.shizuoka.ac.jp/~bio/staffs/fujiwara.html>



【 研究室組織 】

教 員：藤原 健智

修士課程：M2 (2名)、M1 (2名)

【 研究目標 】

地球環境と微生物との相互作用の解明を目的とする環境微生物学、特に窒素サイクルを担う微生物作用、および好塩性アーキアにおける生化学・分子生物学に興味を持ち研究を行っている。

- (1) 従属栄養性硝化の分子機構
- (2) 好塩性アーキアにおける嫌気代謝とその制御
- (3) サンゴに共生する微生物の生態学

【 主な研究成果 】

- (1) プロテオバクテリア門、アクチノバクテリア門の細菌、および子囊菌門の菌類に、従属栄養性硝化に関わるピルビン酸オキシム酸素添加酵素 POD の遺伝子が広く存在し、作成した組み換え体を実際に酵素活性を示すことを確認した。さらに冬虫夏草の一種である子囊菌 *Beauveria bassiana* が酸性土壌での硝化に大きく関与していることを示唆する実験データを得た。
- (2) 好塩性アーキア *Haloferax volcanii* の NarO-family 転写因子が脱窒、DMSO 呼吸、フマル酸呼吸等の嫌気呼吸の誘導制御に関わっていることを明らかにし、学会発表を行った。
- (3) 沖縄で採取したハマサンゴ (*Porites* sp.) に共生する微生物叢のメタゲノム解析を行った。その結果、サンゴ骨格内部の嫌気的環境中に、硫酸還元菌、紅色・緑色イオウ細菌、イオウ酸化細菌などの異化的イオウ代謝に関与する微生物から構成される独自のイオウサイクルが存在することを示す結果を得、学会発表を行った。

【 今後の展開 】

- (1) *Bradyrhizobium* sp. WSM3983 由来の POD (BWPOD) はこれまで 2.6 Å 分解能で結晶構造が得られているが (未発表)、さらに高分解能での構造解析を目的として研究を進め、POD の機能・構造相関の解明を目指す (物質構造科学研究所との共同研究)。
- (2) 上記の研究成果 (1)~(3) を学術論文にまとめる。

【 学術論文・著書等 】

1) Nguyen TD, Casareto BE, Ramphul C, Toyoda K, Suzuki T, Fujiwara T, and Suzuki Y. (2018) Glycerol enhances growth and antimicrobial properties of selected *Vibrio* bacteria associated with the coral *Montipora digitata*. Res. J. Microbiol. (accepted)

【 国際会議発表件数 】

1) ワークショップ「Winners and Losers on Coral Reefs in the Wake of Climate Change」
(H31年3月15日、於モーリシャス大学) 1件（招待）

【 国内学会発表件数 】

・ 極限環境生物大会 2018 年度年会 2件

【 招待講演件数 】

・ 1件

進化生態学の理論とモデル

専任・教授 吉村 仁 (YOSHIMURA Jin)
環境・エネルギーシステム専攻 (副担当: 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: <http://www.sys.eng.shizuoka.ac.jp/~jin/top.html>



【 研究室組織 】

教 員: 吉村 仁
教育研究支援員: 北村 孔志
博士課程: GAVINA MAICA KRIZNA AREJA (D3)
修士課程: M2 (4名)、M1 (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 】

農業における害虫の適応が、従来考えられていた平均適応度 (成虫まで生き残る子供の数) が最大になると考えられていたが、それが間違いであることを数理理論から示した論文 (Gavina et al. 2018)。つまり、広く分散することで、平均適応度を最大より低くなるが、広い地域に分散することで、全部の地域で絶滅が起こらなくなるようリスク分散といわれる適応をした昆虫や生物が農地での害虫化を成しえた事を明らかにした。

沖縄に分布する6年周期で開花して枯死する周期植物が、台湾に分布する同種の多年草 (毎年開花・開花後枯死しない) から西表島の1回開花の多年草のステージを経て、沖縄で周期植物に進化したことを、分子系統解析から明らかにした。この研究は、世界ではじめて周期生物の祖先型がなにかを明らかにした論文である。

【 今後の展開 】

現在、科研費 (A) (海外学術) および (B) (一般) で、生物個体群の存続可能性、進化メカニズムの研究を展開している。

【 学術論文・著書 】

- 1) T.Fujisawa#, T.Koyama, S. Kakishima, John R.Cooley,Chris Simon,Jin Yoshimura & Teiji Sota#,TriPLICATE parallel life cycle divergence despite gene flow in periodical cicadas.CommunicationsBiology (NaturePublishingGroup),DOI:10.1038/s42003-018-0025-7 (Published:19 April 2018(14pages))
- 2) Jerrold M. Tubay# & Jin Yoshimura, Resistance of a terrestrial plant community to local microhabitat changes.Ecology and Evolution,DOI:10.1002/ece3.4093,Published: 24 April 2018. (10pages)
- 3) Takeru Tahara, Maica Krizna Areja Gavina, Takenori Kawano, Jerrold M. Tubay,Jomar F. Rabajante, Hiromu Ito, Satoru Morita, Genki Ichinose, Takuya Okabe,Tatsuya Togashi, Kei-ichi Tainaka, Akira Shimizu, Takashi Nagatani & Jin Yoshimura#, Asymptotic stabilityof a modified Lotka-Volterra model with small immigrations. ScientificReports8:7029,DOI:10.1038/s41598-018-25436-2,Published: 04 May 2018. (7pages)
- 4) Maica Krizna Areja Gavina, Kotaro Aoki, Genki Ichinose, Jomar F. Rabajante, Hiromu Ito, Satoru Morita, Vincent A. A. Jansen, Jin Yoshimura#, Long-term persistence of agricultural pest insects by risk-spreading dispersal. Ecological Research 33: 1031-1037 (2018). DOI:10.1007/s11284-018-1615-z, Published ONLINE: 14 May 2018. (7pages), Published paper:6 Sep 2018

- 5) 北村孔志#, 柿嶋聡、泰中啓一、吉村仁、浜松市中途川におけるハタベカンガレイの個体群動態と保全の試行、*莎草研究* No.20:63-70(2018),2018.05
- 6) Yusaku Ohkubo#, Jin Yoshimura, Eisuke Hasegawa. Cricket mate selection as a spatial discounting phenomenon without learning. *J. Ethology* <https://doi.org/10.1007/s10164-018-0552-1>, Published online:12 June 2018(5pages)
- 7) Cooley# et al. (17authors and Yoshimura, J.) (2018), The periodical cicada four-year acceleration hypothesis revisited and the polyphyletic nature of Brood V, including an updated crowd-source enhanced map (Hemiptera: Cicadidae: Magicicada). *PeerJ* 6:e5282; DOI 10.7717/peerj.5282, Published 31 July 2018(23pages)
- 8) Yaoko Hayashi, Jin Yoshimura, Derek A. Roff, Tetsuro Kumita and Akira Shimizu# 2018. Four types of vibration behaviors in a mole cricket. *PLOS ONE* (accepted) (September 12, 2018)
- 9) Katsumata, Y., Uehara, T., Ito, H., Yoshimura, J., Tainaka, K., Ichinose, G. # , 2018. Density-dependent population model of effective release policy for Ayu fish. *Ecological Modelling.* (September 25, 2018)
- 10) Y.Kono, A.Ishida, S.Saiki, K.Yoshimura, M.Dannoura, K.Yazaki, F. Kimura, J.Yoshimura, Shin-ichi Aikawa, Initial hydraulic failure followed by late-stage carbon starvation leads to drought-induced death in the tree *Trema orientalis*, *COMMUNICATIONS BIOLOGY*(2019)2:8 <https://doi.org/10.1038/s42003-018-0256-7>, www.nature.com/commsbio, Published: 07 January 2019 (9pages)
- 11) Yumi Takano, Hitomi Ono, Takuma Sakamoto, Jin Yoshimura*, Kikuo Iwabuchi*, Effects of heat shock and ambient temperature on female soldier production in a polyembryonic parasitic wasp. *Physiological Entomology* DOI: 10.1111/phen.12281 (2019).
- 12) T.Okabe#, A.Ishida and J.Yoshimura, The unified rule of phyllotaxis explaining both spiral and non-spiral arrangements. *Journal of the Royal Society Interface* 16 (151), 20180850, <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2018.0850>, 2019/2/27,(7pages)
- 13) Zhenyong Du, Hiroki Hasegawa, John R. Cooley, Chris Simon, Jin Yoshimura, Wanzhi Cai, Teiji Sota#, Hu Li#. 2019. Mitochondrial genomics reveals shared phylogeographic patterns and demographic history among three periodical cicada species groups. *Molecular Biology and Evolution*(accepted: March 4, 2019)<https://doi.org/10.1093/molbev/msz051>, Published: 08 March 2019
- 14) 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, 2019:1-9(9pages), in press
- 15) Newton 別冊 数学の世界 数の神秘編 , (素数ゼミ P12-13) , 株式会社ニュートンプレス, 2018. 115

【 国内会議発表件数 】 1 件

【 招待講演件数 】 3 件

【 新聞報道等 】

- 1) 招待講演:「素数ゼミの謎~進化物語の科学~」、吉村仁、サイエンスカフェ、2018. 9. 6、B-nest、静岡
- 2) 招待講演:「素数ゼミの謎~進化物語の科学~」、吉村仁、2018 年度第2回生物機能開発研究所セミナー、2018. 9. 19、中部大学 30 号館 3011 講義室 (愛知県愛知県春日井市)
- 3) 基調講演 (招待):「素数ゼミの謎からデータ解析へ」、吉村仁、日本ソーシャルデータサイエンス学会第5回シンポジウム、2019. 3. 2 (土) 13:30-14:15、キャンパスイノベーションセンター東京 (CIC)
- 4) Triplicate parallel life cycle divergence despite gene flow in periodical cicadas.が年間コレクションに選ばれた *Nature Research* <https://go.nature.com/2WvYkko>
- 5) 新聞記事: 静岡新聞 2018 年 9 月 9 日 (日) 静大教授が素数ゼミ特徴解説
- 6) 3 連載の新聞記事「大発生の謎数字で解析」(平成 31 年 2 月 19 日)、「“興味を持つ力” が大切」(平成 31 年 2 月 26 日)、「疑問を持って考えよう」(平成 31 年 3 月 5 日) で掲載

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) 北村は御前崎で穿孔性二枚貝 *Penitella gabpii*(オニカモメガイ)の体化石を波食台(標高1.05~1.35m)から発見し、10個体の¹⁴C年代値と既存研究から、二枚貝化石の示す隆起は1361年の正平(康安)東海地震によるとした。また、*P. gabpii*の生息深度(大潮時の低潮線より下)から隆起量を2.55m以上と推定した。この値は1854年安政東海地震(レベル1地震)の隆起量(1m)の2.5倍以上なので、1361年の地震はレベル1.5地震になる。本発見は、石橋・佐竹(1998)が古文書から推測した正平(康安)東海地震—1361年の正平(康安)南海地震の2日前に発生—の可能性を裏付け、南海・駿河トラフの海溝型地震が、東側で起きる東海地震の発生後、数時間から数年の期間において、西側で起きる東南海地震あるいは南海地震が発生した事例を1つ追加した。本成果はKitamura et al. (2018a)で公表した。
- (2) 本年度は、石垣島の津波堆積物の貝類群集に関する研究成果を2編の国際誌に公表した(Kitamura et al., 2018b, c)。1つは津波堆積物中の貝類群集の種組成・重量の特徴に関するもので、これにより高潮堆積物との識別が可能となる。もう1つは、殻が閉じており、内側が空で、殻表面が摩滅していない二枚貝の貝殻の酸素同位体比変動から津波の発生季節を特定する手法の提示である。これらの内容はレベル1.5津波の実態解明に役立つ。

【 今後の展開 】

焼津平野における津波堆積物の調査を行い、南海トラフ東端における過去数千年間の津波と地震の履歴を明らかにする。

【 学術論文・著書 】

- 1) Kitamura, A., Seki, Y., Kitamura, Y., Haga, T., 2018a. The discovery of emerged boring bivalves at Cape Omaezaki, Shizuoka, Japan: evidence for the AD 1361 Tokai earthquake along the Nankai Trough. *Marine Geology*, 405, 114-119. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2018.08.006>
- 2) Kitamura, A., Ito, M., Ikuta, R., Ikeda, M., 2018b. Using molluscan assemblages from paleotsunami deposits to evaluate the influence of topography on the magnitude of late Holocene mega-tsunamis on

Ishigaki Island, Japan. Progress in Earth and Planetary Science. 5:41.
<https://doi.org/10.1186/s40645-018-0200-y>

- 3) Kitamura, A., Ito, M., Sakai, S., Y. Yokoyama, Miyairi, Y., 2018c. Identification of tsunami deposits using a combination of radiometric dating and oxygen-isotope profiles of articulated bivalves. Marine Geology 403, 57–61. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2018.04.003>
- 4) 北村晃寿, 2019. 津波の発生した季節を貝殻から解明. Isotope News 2月号, 18–21.
- 5) 北村晃寿・三井雄太・石橋秀巳・森 英樹, 2018. 伊豆半島南東部静岡県河津町の海岸低地における津波堆積物調査. 静岡大学地球科学研究報告, 45, 1–16.

【国内学会発表件数】

・ 6件

【招待講演件数】

・ 北村 晃寿 先島諸島における津波堆積物の“埋蔵地”の発見
2018年日本地球惑星科学連合大会（2018年5月）

【新聞報道等】

- 1) 津波レベル(1.5)想定を 南海トラフ研究成果北村教授が講演 (2018年12月25日)
静岡新聞朝刊 17面
- 2) インドネシア地震なし津波 識者談話 伊豆諸島で危険性 (2018年12月24日)
静岡新聞朝刊 23ページ
- 3) 1361年の南海地震・東海地震ペアで発生した証拠発見 静岡大・科博
二枚貝の化石に痕跡 (2018年9月28日) 科学新聞 第3697号 2ページ
- 4) 貝殻からわかる津波発生の季節 埋蔵二枚貝の成長途絶から推定 (2018年5月25日)
科学新聞 p. 6
- 5) 御前崎に「隆起貝層」 14世紀東海地震起因 (2018年5月22日) 静岡新聞朝刊 30面

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 (1名)、M1 (2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、その深部帯水層に存在する嫌気性の地下温水(温泉)、付随ガス(主にメタン)、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。また、地下温水とそこに含まれる微生物群集を有効利用したメタンおよび水素ガス生成バイオリクターを開発する。また、グアニンとシトシンの割合の異なる複数種の16S rRNA 遺伝子を有する極限環境微生物の環境温度適応メカニズムの解明を目指した研究も行う。

【主な研究成果】

- (1) 付加体が分布する地域に構築された大深度掘削井から地下温水(温泉)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高い活性を有すること、それらの微生物群集が共生することによって、堆積層に含まれる有機物からメタンが生成されることを明らかにした。
- (2) 静岡県島田市が所有する川根温泉にて温泉メタンガス発電施設を構築した。25 kw のガスエンジン発電機4基にて最大100 kW の発電を行い、隣接する川根温泉ホテルに電気を供給している。全国からも注目されている新エネルギー有効利用事業となった。また、2018年9月に大規模停電が起こった際の発電状況を精査し、分散型エネルギー生産システムの必要性を示した。
- (3) ゲノム上にグアニンとシトシンの割合の異なる複数種の16S rRNA 遺伝子を有する好塩性アーキア(*Haloarcula* 属6菌株)を最低生育温度から最高生育温度まで様々な温度環境にて培養し、増殖速度と各16S rRNA の発現量を測定した。その結果、最高生育温度に近い高温条件下において、高いG+C含量の16S rRNA が有意に高く発現した。一連の研究により、高温環境での増殖において高いG+C含量の16S rRNA が重要な役割を担っていることを見出した。

【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) M. Matsushita, K. Magara, Y. Sato, N. Shinzato, H. Kimura "Geochemical and microbiological evidence for microbial methane production in deep aquifers of the Cretaceous accretionary prism", *Microbes Environ.* 33, 205-213 (2018).
- 2) Y. Sato, H. 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).

【 特許等 】

- 1) 特許第 6453386 号、バイオリクター、それを用いたメタン生成方法及び水素ガス生成方法、並びに水/ガス/電気の自家供給システム（登録日：2018 年 12 月 21 日）
- 2) PCT/JP2019/007354、水素ガス生成方法、水素ガス生成システム、並びに、水素ガス及びメタン生成システム（国際出願日：2019 年 2 月 26 日）

【 国際会議発表件数 】

- 1) 5th World 5th World Congress on Microbial Biotechnology, Lisbon, Portugal. (2018. 9) 他 2 件

【 国内学会発表件数 】

・日本微生物生態学会第 32 回大会、第 20 会静岡ライフサイエンスシンポジウムなど 1 2 件

【 招待講演件数 】

- 1) 日本土壌肥料学会中部支部第 98 回例会・中部土壌肥料研究会第 108 回例会（2018. 11. 29）
- 2) 静岡大学・中日新聞連携講座 2018 静岡大学の現在（2018. 11. 13）
- 3) 第 11 回アクセラレーション技術発表討論会（2018. 9. 7）
- 4) 名古屋工業大学バイオ活用土木環境システム研究会（2018. 6. 15）

【 新聞報道等 】

- 1) 中日新聞（2018. 11. 16）
- 2) 朝日新聞（2018. 10. 11）
- 3) 中日新聞（2018. 9. 6）
- 4) 日本経済新聞（2018. 8. 24）

【 受賞・表彰 】

- 1) 木村浩之、第 4 回日本微生物生態学会奨励賞（2018. 7. 13）

環境微生物学、生物プロセス工学

兼担・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、生物工程学
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 (1名)、M1 (2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、木質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、バイオフィームにおける膜小胞分泌誘発の機構解明とその応用など、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) 樹皮を含む木質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。
- (4) バイオフィーム中の膜小胞分泌機構の解明と微生物間コミュニケーションへの応用

【 主な研究成果 】

(1) 樹皮を含む木質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

スギ樹皮を、湿式ミリング法を用いて効率よく糖化することに成功した。また、このシステムを利用してスギ樹皮を微粉化糖化し、スギ心材のミリング糖化産物で馴養したメタン発酵消化液を用いた結果、連続的にメタン発酵を行うことに成功した。

(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、2500 mg/KgのA重油が、6日間という短期間で90%以上分解することが示唆された。これまでの報告では4週間以上かかっている分解期間が、約5分の1に短縮され、回転混合の有効性が示された。また、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、分解可能であるという結果を得た。

(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。

(4) バイオフィーム中の膜小胞分泌機構の解明と微生物間コミュニケーションへの応用

バイオフィーム中では、膜小胞の分泌が活発になるという現象を見出し、その膜小胞ではある特定のリン脂質の構成割合が変化していることが分かった。また、リン脂質を蛍光染色することにより、その局在性を顕微鏡観察することに成功し、湾曲部に局在することを示すことができた。

【 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、土壤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) Shintani M, Sugiyama K, Sakurai T, Yamada K, and Kimbara K.: Biodegradation of A-fuel oil in soil samples with bacterial mixtures of Rhodococcus and Gordonia strains under low temperature conditions, *J Biosci Bioeng.*, 127(2), 197-200 (2019).
- 2) Shintani M, Ohkuma M, Kimbara K. High-Resolution Comparison of Bacterial Conjugation Frequencies. *J Vis Exp. Issue 143*, doi: 10.3791/57812 (2019).
- 3) Navarro RR, Otsuka Y, Nojiri M, Ishizuka S, Nakamura M, Shikinaka K, Matsuo K, Sasaki K, Sasaki K, Kimbara K. Nakashimada Y, and Kato J.: Simultaneous enzymatic saccharification and comminution for the valorization of lignocellulosic biomass toward natural products., *BMC Biotechnology*, 18(1), 79 (2018).
- 4) Yanagiya K, Maejima Y, Nakata H, Tokuda M, Moriuchi R, Dohra H, Inoue K, Ohkuma M, Kimbara K. and Shintani M.: Novel Self-Transmissible and Broad-Host-Range Plasmids Exogenously Captured From Anaerobic Granules or Cow Manure., *Frontiers in Microbiology*, 9, Article 2602 (2018).
- 5) Maejima Y, Kushimoto K, Muraguchi Y, Fukuda K, Miura T, Yamazoe A, Kimbara K, and Shintani M.: Proteobacteria and Bacteroidetes are major phyla of filterable bacteria passing through 0.22 μm pore size membrane filter, in Lake Sanaru, Hamamatsu, Japan., *Biosci Biotechnol Biochem.*, 82(7):1260-1263 (2018).

【 国際会議発表件数 】

- ・ The 17th International Symposium on Microbial Ecology、ドイツ ライプツヒ (2018. 8. 12-8. 17) など 4 件

【 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、日本農芸化学会など 11 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幹事として第 49 回研究会「食品の生産・品質・鮮度に挑む技術開発」を主催 (2018 年 12 月 10 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：カセサート大学 (タイ)「耐熱性細菌の生理解析とその乳酸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

兼担・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動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動物相は、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15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) 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), 印刷中.
- 2) 佐藤慎一・東 幹夫, 「諫早湾潮止め後20年間の有明海における底生動物変化」, 日本ベントス学会誌, 73 (2018), pp. 120–123.

【国際会議発表件数】

- 1) Third Asian Ostracod Meetings, Kanazawa, (2018.8.9)

【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

兼任・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：牧野 倫子 (M2)、渡邊 拓弥 (M2)、伊藤 美澄 (M1)、中村 大亮 (M1)

【 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) 間隙性貝形虫類 *Renaudocypris* 属の系統と生態に関する研究

兵庫県切浜海岸において *Renaudocypris* 属の種の採集を行い、その最適帯を突き止めた。得られた標本を解剖・記載を行い、先行研究を網羅して *Renaudocypris* 属の未記載種であることを明らかにした。同時に国立科学博物館・蛭田眞平博士と共同で分子系統解析を行い、上科 Cypridoidea 内で本属が比較的祖先的な系統的位置に来ることを明らかにした。また、背甲表面に分布するポアシステムについても詳細なデータをとった。ポアシステムをその外部形態から4タイプに分け、さらにその開口部の形状から細かい機能を推定した。これに基づいて、脱皮齢ごとのポアシステムの変化を観察し、初期脱皮齢では刺激感知の方向が前後方向に限定されたポアシステムが背甲縁辺部にみられるが、後期脱皮齢ではこれが消失するとともに、刺激感知の方向が1点に固定されたポアシステムが背甲を広く覆うように変化することを明らかにした。初期脱皮齢の状態は同上科の遊泳性種とよく一致し、実際本種の初期脱皮齢は遊泳することも観察された。また後期脱皮齢の状態は、砂粒に囲まれた間隙環境に適応した状態であることが理解できた。このような結果から、本種は表在性種である祖先種から間隙性種へと適応進化する中途段階にあることを説明した。

(2) 駿河湾沿岸に漂着したエボシガイ (節足動物：甲殻類) の形態分類と主要形質の変異に関する考察

御前崎海岸・三保海岸より得られたエボシガイ類 *Lepas* 属の標本を、外殻の形態より Type A から Type G までの7形態群に分類した。これら7形態群について、雌性交尾器の形態から Type A、Type D+E、Type F それぞれを3既知種に同定し、また Type B+C+G を1未記載種として、計4種に種分類した。従って各種における複数の Type は種内変異であるとみることができた。さらに各標本の外殻の外形に対して楕円フーリエ解析を適用したところ、循板頭部側の殻頂の

形態、背板の輪郭等に有効な表徴形質を見出し、また峰板の鋸歯等、表徴にはなりえない形質をも識別することができた。さらに小型（若齢）個体にもこれを適用し、これらの有効な表徴形質は小型個体にも適用できることを示した。これに加え、これまで注目されていなかった尾部付属肢にも着目して、SEM を用いた精細な観察を行い、この形質が外殻で分類した各 Type とよく対応することも明らかにした。これによって、種として生殖的隔離が確立されていない同種内であっても、遺伝的多型に相当する形質の変異を認めることとなり、*Lepas* 属の種の種分化のポテンシャルをとらえている可能性について言及した。

【 今後の展開 】

平成 31 年度は、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」が採択になったので、河川と沿岸環境を結ぶ生物多様性と生態系に関する研究を従来の研究テーマに加えて取り組んでゆく。

【 学術論文・著書等 】

1) Le, D. D., Tsukagoshi, A. 2018. Three new species of the genera *Loxoconcha* and *Xestoleberis* (Crustacea, Ostracoda, Podocopida) from central and southern Vietnam. *Zootaxa*, 4472 (1): 111–126. doi.org/10.11646/zootaxa.4472.1.5

【 国際会議発表件数 】

- 1) Ito, M. & Tsukagoshi, A. Taxonomy and morphology of adaptation to interstitial environment in the species of genus *Anchistrocheles* Brady & Norman, 1889 (Bairdioidea, Ostracoda, Crustacea) from Japan. Third Asian Ostracod Meeting, Kanazawa, Japan, 2018. August 9th, 2018, Shiinoki Cultural Complex (Kanazawa City). (Oral presentation).
- 2) Nakamura, D., Tsukagoshi, A., Sato, S. Distributional change of Recent ostracods in the Hamana-ko region, the pacific coast of Japan ~ Immigration of the species of genus *Bicornucythere* and its taxonomy~. Third Asian Ostracod Meeting, Kanazawa, Japan, 2018. August 9th, 2018, Shiinoki Cultural Complex (Kanazawa City). (Oral presentation).
- 3) Makino, M. & Tsukagoshi, A & Suzuki, Y. A report of marine interstitial species of the genus *Renaudocypris* from Japan. Third Asian Ostracod Meeting, Kanazawa, Japan, 2018. August 9th, 2018, Shiinoki Cultural Complex (Kanazawa City). (Poster presentation). 他 4 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 山野紗希・塚越 哲・佐藤慎一. 有明海奥部および諫早湾干拓調整池における貝形虫の個体数密度. 2018 年度日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会. 2018 年 9 月 11 日, 創価大学（八王子市）他 3 件

【 講演件数 】

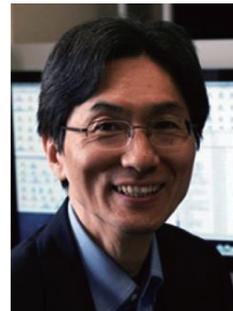
- 1) 塚越 哲. 間隙性貝形虫類について—狩野川河口域を例として—. 第 15 回柿田川シンポジウム 2018 年 11 月 17 日, 三島市市民文化会館ゆうゆうホール（三島市）.
- 2) 塚越 哲. 生物多様性と博物館の役割—海外での研究を取り巻く変化を交えて—. 平成 30 年度第 2 回全国科学博物館協会総会・記念講演. 2019 年 2 月 14 日, 豊橋市自然史博物館（豊橋市）. [招待講演]

【 受賞・表彰 】

- 1) 中村大亮（修士 1 年）／Best Oral Presentation Award, 3rd Asian Ostracod Meeting. 2018 年 8 月
- 2) 牧野倫子（修士 2 年）／Best Poster Presentation Award, 3rd Asian Ostracod Meeting. 2018 年 8 月

鉱床成因の解明

兼任・教授 森下 祐一 (MORISHITA Yuichi)
環境エネルギーシステム専攻 (主担当: 理学部 地球科学化及び
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: 鉱床学、同位体地質学、二次イオン質量分析法
e-mail address: morishita.yuichi@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.sci.shizuoka.ac.jp/%7egeo/staff/Morishita/Morishita.html>



【研究室組織】

教 員: 森下 祐一

修士課程: M1 (2名)

【研究目標】

地球や宇宙における諸現象には元素の移動や濃集が関係しているが、この仕組みを理解する地球化学、特に有用元素が濃集した鉱物資源の生成過程を研究している。国内外の金鉱床や白金族鉱床などの金属鉱床を研究フィールドとして、元素の地殻内移動・濃集過程の研究を行う。特に、二次イオン質量分析法(SIMS、図1に例示)による鉱石中の貴金属存在形態に関する研究により、選鉱・製錬に資する鉱石の微小領域元素(金、プラチナ等)分布の解明研究を行う。また、炭素・酸素同位体比の測定など同位体地質学を研究基盤として、マグマ熱水系における金属鉱床の成因(図2)を明らかにする事を目標とする。

個別の研究目標を以下に列記する。

- (1) 安定同位体比分析等に基づく金鉱床等鉱物資源の生成過程の解明
- (2) SIMS を用いて地球科学分野の重要課題を解決
- (3) 高品位金鉱床における新しい探査法の開発
- (4) 安定同位体挙動に関する基礎実験



図1 高感度高質量分解能大型 SIMS

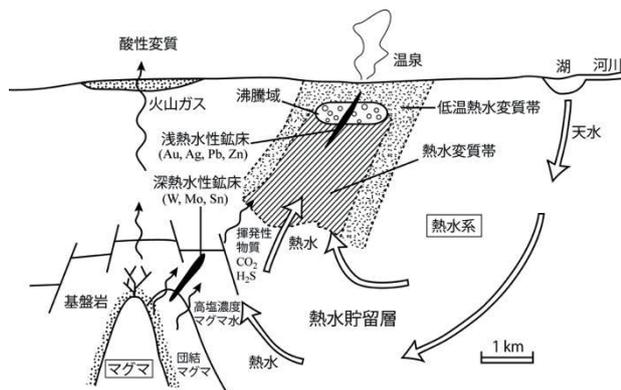


図2 金属鉱床を生成するマグマ熱水系

【主な研究成果】

- (1) 高品位菱刈金鉱床のヒ素を含む黄鉄鉱中の見えない金: 黄鉄鉱中の金/ヒ素比の変動と分布
鹿児島県菱刈鉱床鉱脈中の黄鉄鉱を対象として金とヒ素の微小領域分析をSIMSとEPMAを用いて行なった。菱刈鉱床は低硫化型の浅熱水性鉱床であるが、これまでに224トン以上の金を産出し、現在も稼行中の世界的に高品位で有名な金鉱床である。3ミクロン領域での定量分析

によると、金濃度は 0.1–2,800 ppm、ヒ素濃度は 0–7wt% であり、両者は正の相関をしている。この金／ヒ素比は大きく見ると基盤が四万十累層群であるところと安山岩である所でそれぞれ特徴的な値であり、また、鉱脈や深度に応じて変化することが明らかになった (Morishita et al., 2018)。

(2) 浅熱水性金鉱床および熱水活動を受けた堆積岩胚胎金鉱床中の見えない金：硫化鉱物中の金／ヒ素比の変動と分布

菱刈鉱床黄鉄鉱中の金とヒ素の相関関係を明らかにしたが、その手法を南薩型鉱床と熱水活動を受けた堆積岩胚胎金鉱床 (BIF, Witwatersrand) に適用した。南薩型鉱床は高硫化型であり、低硫化型鉱床である菱刈鉱床とは異なる挙動を示した。また、堆積岩胚胎金鉱床は堆積性の部分と熱水活動の影響を受けた部分が混在しており、その相違は黄鉄鉱や磁硫鉄鉱中の金／ヒ素比の相関関係に反映されることを示した。

【 今後の展開 】

安定同位体などを用いて鉱床の成因を明らかにして行くが、探査に応用可能な波及効果と、サイエンスとしての価値の両方を念頭において研究を進める。また、安定同位体挙動に関する基礎実験も行う。国内の高品位金鉱床における新しい探査法の開発は、元素の濃集メカニズムの上から興味深いと同時に産業界に取っても重要な課題である。また、資源国である南アフリカ共和国の貴金属鉱床については、得られた基礎研究の成果を現地鉱山にフィードバックさせる。

一方、環境での元素の挙動や流体移動の影響を明らかにする地球環境科学における取り組みも行なっていく。

【 学術論文・著書 】

- 1) Morishita, Y., Shimada, N., and Shimada, K. (2018) Invisible gold in arsenian pyrite from the high-grade Hishikari gold deposit, Japan: Significance of variation and distribution of Au/As ratios in pyrite, *Ore Geology Reviews*, 95, 79-93.
- 2) Roszjar, J. I., Whitehouse, M. J., Terada, K., Fukuda, K., John, T., Bischoff, A., Morishita, Y., and Hiyagon, H. (2018) Chemical, microstructural and chronological record of phosphates in the Ksar Ghilane 002 enriched shergottite, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 245, 385-405, doi: 10.1016/j.gca.2018.11.015.

【 国際会議発表件数 】

・ 28th Goldschmidt Conference 2018, 2018.8.16, Boston, USA.
他 3 件

【 国内学会発表件数 】

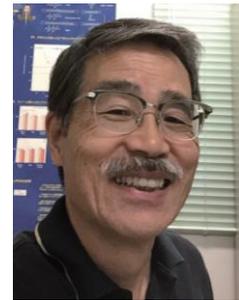
日本鉱業振興会研究助成研究成果報告会, 2018. 11. 2, 東京.
海底マンガン鉱床の地球科学 II -環境・開発・地球史-, 2018. 9. 29, 高知大学.

【 新聞報道等 】

日本経済新聞 P6 地方経済面・静岡 web (2019. 3. 14)
静岡新聞 夕刊 P2 社会 (2019. 3. 13)
中日新聞 朝刊 P28 社会 (2019. 1. 26)
静岡朝日テレビ 「とびっきり! しずおか」 (2018. 11. 22)
中日新聞 朝刊 P30 社会 (2018. 11. 22)
NHK総合 たっぷり静岡 (2018. 11. 21)
静岡朝日テレビ 「とびっきり! しずおか」 (2018. 10. 11)
静岡新聞 夕刊 P2 (2018. 8. 8)
静岡朝日テレビ 「とびっきり! しずおか」 (2018. 5. 25)

環境因子に対する内分泌系応答の分子機構

兼担・教授 山内 清志 (YAMAUCHI Kiyoshi)
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： 環境化学物質の生物作用、両生類の分子生物学
e-mail address: yamauchi.kiyoshi@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.shizuoka.ac.jp/~bio/staffs/yamauchi.html>
<http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~sbkyama/>



【 研究室組織 】

教 員：山内 清志、石原 顕紀 (理学部准教授)

研究補佐員：1名

博士課程：D3 (1名)

修士課程：1名

【 研究目標 】

我々は、甲状腺ホルモンと環境化学物質（環境ホルモン）の作用機序を明らかにする目的で両生類のオタマジャクシを実験動物に用いて分子レベル、細胞レベルでの研究を行っている。環境化学物質が生体にどのような影響を与えるかを調べるためには、正常なホルモン作用の理解が必須である。また、幅広い環境ストレスに対するエピジェネティックな応答を視野に研究を展開している。

- (1) ホルモンによる応答遺伝子領域のエピゲネティック作用
- (2) ホルモン輸送に関わる蛋白質の遺伝子解析
- (3) 両生類の食餌応答に関する分子生物学的解析
- (4) 両生類の低温およびホルモン応答の分子生物学的解析

【 主な研究成果 】

(1) 甲状腺ホルモン結合蛋白質の分子進化学的解析

尿酸代謝酵素 HIUHase 遺伝子の重複で生じた甲状腺ホルモン結合蛋白質トランスサイレチンの機能解析を行い、酵素活性を失いホルモン結合活性を獲得する過程を明らかにした。特に、その過程で重金属結合が機能分化に重要であることを示した(Mol. Cell. Endocrinol., 2018)。

(2) 重複遺伝子の機能分化に関する実験進化学的解析

尿酸代謝酵素 HIUHase 遺伝子とその遺伝子重複から生じた甲状腺ホルモン結合蛋白質トランスサイレチンを改変させて、どのように新機能獲得が起こったか、実験的に考察し、機能のトレードオフが起こっていることを明らかにした (J Mol. Evol., 2018)。

(3) 絶食時に起こる肝臓のエピジェネティクス変化に関する解析

アフリカツメガエルの肝臓で絶食に応答して遺伝子発現、ヒストン修飾がどのように変化するかを調べ、遺伝子発現が必ずしもエピゲノム変化と対応しないことを見出した(J Exp Zool A Ecol Integr Physiol., 2019)。

【 今後の展開 】

我々は上記のようにホルモン作用に関する基礎的な研究とその生物システムを攪乱する環境要

因の作用をについて研究を展開してきた。その結果、依然としてホルモン作用の分子メカニズムの研究が必要であることが明らかとなってきた。今後、これらの基礎研究から得た知識を最大限に生かし、地球環境の変動が与える生物への影響を明らかにしたい。

【 学術論文・著書等 】

- 1) Kasai, K., Nishiyama, N., Yamauchi, K. (2018) Molecular and thyroid hormone binding properties of lamprey transthyretins: the role of an N-terminal histidine-rich segment in hormone binding with high affinity. *Mol. Cell. Endocrinol.* 474, 74-88.
- 2) Yamauchi, K., Kasai, K. (2018) Sequential molecular events of functional trade-offs in 5-hydroxyisourate hydrolase before and after gene duplication led to the evolution of transthyretin during chordate diversification. *J Mol. Evol.* 86(7):457-469.
- 3) Tamaoki K, Ishihara A, Yamauchi K. (2019) Expression pattern and histone acetylation of energy metabolic genes in *Xenopus laevis* liver in response to diet statuses. *J Exp Zool A Ecol Integr Physiol.* 331(2):120-127.

【 国内会議発表件数 】

- ・ 日本動物学会 2件

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、菌部 礼(農学部助教)、Jin Jia (特任助教)

博士課程: 黄 科朝 (D1)

修士課程: M2 (2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 (CO₂ 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、CO₂ と水の収支・循環に関する研究を行っています。植物の CO₂ 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/H₂O 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) リモートセンシングデータの応用
- (3) ネットワークステーションの構築

【今度の展開】

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) Jin, J., Wang, Q.* 2019. Evaluation of informative bands used in different PLS regressions for estimating leaf biochemical contents from hyperspectral reflectance. *Remote Sensing*, 11 (2), 197. DOI:10.3390/rs11020197.

- 2) Jin, J., Wang, Q.* 2018. Informative bands used by efficient hyperspectral indices to predict leaf biochemical contents are determined by their relative absorptions. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 73:616-626.
- 3) Sonobe, R., Wang, Q.* 2018. Assessing hyperspectral indices for tracing chlorophyll fluorescence parameters in deciduous forests. *Journal of Environmental Management*, 227:172-180.
- 4) Ai, Z., Yang, Y., Wang, Q., Han, S., Yang, Y., Wang, Q., Qiu, G. 2018. Changes of surface energy partitioning caused by plastic mulch in a cotton field. *International Agrophysics*, 32:349-356. DOI: <https://doi.org/10.1515/intag-2017-0022>.
- 5) Liu, X., Li, L., Wang, Q.*, Mu, S. 2018. Land-use change affects stocks and stoichiometric ratios of soil carbon, nitrogen and phosphorus in a typical agro-pastoral region of northwest China. *Journal of Soils and Sediments*, 18(11), 3167-3176. DOI: 10.1007/s11368-018-1984-5.
- 6) Wang, Q.*, Jin, J., Sonobe, R., Chen, J.M. 2018. Chapter 2 (of Volume II of Four-Volume Book): Derivative hyperspectral vegetation indices in characterizing forest biophysical and biochemical quantities. Volume II Title: Hyperspectral Indices and Image Classifications for Agriculture and Vegetation. Pp. 27-63. Book Title: "Hyperspectral Remote Sensing of Vegetation" (Second Edition, 4 Volume Set). Publisher: CRC Press- Taylor and Francis group, Boca Raton, London, New York. Pp. 450. (Editors: Thenkabail, P.S., Lyon, G.J., and Huete, A.). (Editors: Thenkabail, P.S., Lyon, G.J., and Huete, A.).

【国際会議発表件数】

- ・ International Symposium on Agricultural Meteorology (ISAM2019), March 27, 2019, Shizuoka, Japan
3件

【国内学会発表件数】

- ・ 写真測量学会平成 30 年度秋季学術講演会など 3件

リモートセンシングを用いた農業情報の取得

兼任・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：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いる。

【 主な研究成果 】

(1) 分光反射特性を用いた生葉段階における茶葉の品質及び光環境ストレスの評価

ハイパースペクトルデータから茶樹の品質及び健康状態を評価する上で、分光反射指数、放射伝達モデル及び機械学習アルゴリズムの活用を検討した。結果として、機械学習アルゴリズム、特に Kernel-based Extreme learning machine の有効性を明らかにすることができた。(Biosystems Engineering 175 (2018))

(2) 人工衛星データを活用した農業地帯における作付け状況把握

Sentinel-2 MSI によって取得した人工衛星データを用いて、分光反射指数活用による作物分類マップの精度向上を検討した。また、ensemble learning が分類精度の向上に有効であることを示すことができた。(Journal of Applied Remote Sensing 12 (2018))

(3) 分光反射特性を用いた落葉広葉樹の生化学・生理特性の評価

落葉広葉樹を対象に、クロロフィル蛍光に関するパラメータを評価する上で有効な分光反射指数の有無を明らかにした。(Journal of Environmental Management 227 (2018))

【 今後の展開 】

2019 年度は分光反射特性を活用した茶樹の品質及びストレス（枯死のリスク）の同時評価を目的とした基盤研究(C)が採択された。本プロジェクトの中で、社会実装に向けた取り組みを強化していく予定である。また、アップスケーリングを目的に、ドローンを活用した評価方法も検討している。

【 学術論文・著書 】

1) R. Sonobe, Y. Yamaya, H. Tani, X. Wang, N. Kobayashi, K. Mochizuki, “Crop classification from Sentinel-2 derived vegetation indices using ensemble learning”, Journal of Applied Remote Sensing, 12,

026019 (2018).

- 2) R. Sonobe, Q. Wang, “Assessing hyperspectral indices for tracing chlorophyll fluorescence parameters in deciduous forests”, *Journal of Environmental Management*. 227, 172-180 (2018).
- 3) R. Sonobe, T. Sano, H. Horie, “Using spectral reflectance to estimate leaf chlorophyll content of tea with shading treatments”, *Biosystems Engineering*. 175, 168-182 (2018).
- 4) Q. Wang, J. Jin, R. Sonobe, J. M. Chen, “Hyperspectral Indices and Image Classifications for Agriculture and Vegetation 2nd Edition”, 27-63, CRC Press (2018).

【 国際会議発表件数 】

- ・ 3 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 7 件

【 受賞・表彰 】

- 1) 日本写真測量学会 学会奨励賞 (2018. 5. 24) 「ハイパースペクトルデータを用いたチャノキ (*Camellia sinensis*) のクロロフィル量推定」

(8) ベーシック部門

部門長 板垣 秀幸

1. 部門の目標・活動方針

ベーシック部門は、静岡および浜松キャンパスに所属する25名の教員から構成されている。自然科学および科学技術の根幹を研究するということでベーシック部門と称されるが、研究内容は大きく分ければ、物質科学分野と数理科学分野の2つに分けられる。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行い、数理科学分野では、自然現象を認識する基本概念として、「かたちの数理科学」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。ただし、部門全体の研究内容は多岐にわたり、基礎研究から応用研究、理論研究から実験研究まで網羅し、さらに他部門と連携しながら、学際・融合的研究も多様に進められており、毎年、活発に活動することを目標に、成果を生み続けている。

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

- ・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
- ・浅芝 秀人：多元環の表現論
- ・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：強相関系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
- ・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
- ・メヒア ディエゴ：強制法理論および実数直線上の組合せ論
- ・森田 健：場の量子論における非摂動効果の研究
- ・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) 静岡市環境大学、静岡北高校 SSH インセンティブレクチャーに講師として参加している。
- 4) 静岡大-NIFS 連携活動の一環として、「静岡大学-核融合科学研究所連携協定を活用した放射線計測人材育成プログラムに関する検討と構築・実践」が採択され、教育活動に貢献している。

4. 特記事項

(1) 受賞

- 1) 土屋麻人：静岡大学研究フェロー（第3期平成28年度～平成30年度）。

(2) 地域連携活動、新聞記事

- 1) 三重野哲：サイエンスカフェ in 静岡・講演「小惑星衝突による破壊と創造(ガス銃を用いた衝突模擬実験)」(2018.5.31)。
 - 2) 三重野哲：静大理学同窓会・ホームカミングデー科学講演会・「小惑星衝突による破壊と創造」(2018.11.17)。
 - 3) 板垣秀幸：静岡雙葉高等学校、理系女子への化学系研究の紹介とキャリア教育(2018.12.7)。
 - 4) 大矢恭久：清水桜ヶ丘高校への模擬授業(2018.7.9)。
 - 5) 大矢恭久：大磯高校への模擬授業(2018.12.11)。
 - 6) 小林健二：サイエンスカフェ in 静岡・講演「分子のかたちと集合：分子から超分子へ」(2018.4.26)。
 - 7) 小林健二：静岡県立静岡東高等学校・出張講義(大学模擬授業)「分子のかたちと集合：分子から超分子へ」(2018.9.21)。
 - 8) 土屋麻人：サイエンスカフェ in 静岡・講演「重力と量子論の融合～新しい時空概念の探求」(2018.11.15)。
 - 9) Diego A. Mejia：静岡県立清水南高等学校、理学部の紹介(2018.7.5)。
 - 10) Diego A. Mejia：静岡県立榛原高等学校、理学部の紹介(2018.7.6)。
 - 11) Diego A. Mejia：星陵高等学校(富士宮市)、理学部の紹介(2018.7.12)。
 - 12) Diego A. Mejia：静岡雙葉中学校、理学部の紹介(2018.7.13)。
 - 13) Diego A. Mejia：静岡大学オープンキャンパス、理学部創造理学コースの紹介(司会)(2018.8.10)。
 - 14) 森田健：静岡高校(静岡大学訪問)への模擬授業「相対性理論入門」
- ##### (3) 世話人を務めた学会・研究集会・講演会等
- 1) 浅芝秀人：代数セミナー、静岡大学理学部(2018.10.26)
 - 2) 浅芝秀人：代数セミナー、静岡大学理学部(2019.1.25)
 - 3) 浅芝秀人、毛利出：第22回静岡代数学セミナー、静岡大学理学部(2018.6.22～23)。
 - 4) 毛利出：第51回環論および表現論シンポジウム、岡山理科大学(2018.9.19～22)。

- 5) 浅芝秀人、毛利出：第23回静岡代数学セミナー、静岡大学理学部（2018.11.30～12.1）.
 - 6) 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）九州大学（2018.11.1-2）.
 - 7) 大矢恭久：日韓トリチウムワークショップ（日本側世話人）ソウル国立大学（2018.7.11-12）.
 - 8) 岡林利明：第19回分子分光研究会、静岡大学（2019.3.26～27）.
 - 9) 田中直樹：第44回発展方程式研究会（2018.12.25～27）.
 - 10) 土屋麻人：Matrix Models for Noncommutative Geometry and String Theory, Ervin Schrödinger International Institute for Mathematics and Physics、ウィーン、オーストリア（2018.7.9～13）.
 - 11) 土屋麻人：「離散的手法による場と時空のダイナミクス」研究会、東北大学（2018.9.9～12）.
 - 12) 鳥居肇：European/Japanese Molecular Liquids Group (EMLG/JMLG) Annual Meeting、名古屋大学（2018.11.04-08）.
 - 13) 三重野哲：Japan-Korea Dust Workshop、KKR 鎌倉（2018.7.26）.
 - 14) 三重野哲：19th Workshop on Fine Particle Plasmas, NIFS, Toki（2018.12.25～26）.
 - 15) 山中正道：日本化学会秋季事業 第8回CSJ化学フェスタ、実行委員（2018.10.23～25）.
 - 16) 山中正道：第28回日本MRS年次大会、Co-organiser（2018.12.18～20）.
- (4) 招待講演等
- 1) 浅芝秀人：“2圏論的被覆理論と導来同値”. 日本数学会特別講演、岡山大学（2018.9.24）.
 - 2) 大矢恭久：周啓来、大矢恭久、“Hydrogen isotope and helium retention study for W”, 日韓ダストワークショップ、鎌倉（2018.7.22）.
 - 3) 近田拓未：“Coating research and development for fusion reactor fuel systems”, International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials, パリ、フランス.
 - 4) 土屋麻人：“Emergence of chiral zero modes in the Lorentzian type IIB matrix model”, Matrix Models for Noncommutative Geometry and String Theory, Ervin Schrödinger International Institute for Mathematics and Physics, ウィーン、オーストリア（2018.7.9～13）.
 - 5) 土屋麻人：“Emergence of chiral zero modes in the Lorentzian type IIB matrix model”, 「離散的手法による場と時空のダイナミクス」研究会、東北大学（2018.9.9～12）.
 - 6) 土屋麻人：“Emergence of chiral zero modes in the Lorentzian type IIB matrix model”, East Asia Joint Workshop on Fields and Strings 2018, KIAS, ソウル市、韓国（2018.11.5～9）.
 - 7) 土屋麻人：“Space-time Structure in the type IIB matrix model”, Space Time Matrices, IHES, ビュール＝シュル＝イヴェット, フランス（2019.2.25～27）.
 - 8) 鳥居肇：“水素結合性液体のテラヘルツスペクトル強度生成における電子の振舞い”, テラヘルツ分光で水を研究する会（日本分光学会テラヘルツ分光部会協賛）、秩父市（2019.03.08）.
 - 9) 三重野哲：“Generation of hot gas plume and synthesis of amino acids by impact experiment using a gas-gun”, 2nd Japan-Korea Dust WS, 鎌倉（2018.7.26）.
 - 10) 三重野哲：“惑星科学における微粒子プラズマの重要性について”, 東北大通研・共同プロジェクト研究会、東北大学、仙台（2018.9.5）.
 - 11) 三重野哲：T. Mieno, R. Hatakeyama, N. Sato, “Parametric wave excitation by an ion beam in magnetically periodic structures”, 19th WS Fine Particle Plasmas, NIFS, 土岐（2018.12.26）.
 - 12) 三重野哲：T. Mieno, K. H. Maria, Md. J. Rahman, “Production of Eco-Friendly Nanotube

- Composite Materials and Their Applications”, 5th Int. Conf. Nanoscience & Nanotechnology, SRM, Chennai, インド (2019. 1. 29).
- 13)Diego A. Mejia: “Filter-linkedness and its effect on cardinal characteristics of the continuum”, Joint meeting of the Colombian and Mexican Mathematical Society, Universidad el Norte, Barranquilla, コロンビア (2018.5.30).
- 14)Diego A. Mejia: “Filter-linkedness and its effect on cardinal characteristics of the continuum”, Set Theory Today: A conference in honor of Georg Cantor, University of Vienna (FWF, ASL), オーストリア(2018.9.14).
- 15)毛利出: “Tilting Theory in Noncommutative Algebraic Geometry”, Higher homological algebra and cluster tilting, 大阪府立大学 (2018.4.30).
- 16)毛利出: “Noncommutative Matrix Factorizations”, AMS Sectional Meeting Interactions between Noncommutative Algebra and Noncommutative Algebraic Geometry, University of Hawaii at Manoa in Honolulu, Hawaii, アメリカ合衆国 (2019.3.22).
- 17)森田健: Bound on chaos and Acoustic Hawking radiation in free fermi fluid, workshop “Integrable systems in Mathematics, Condensed Matter and Statistical Physics”, ICTS, Bengaluru, インド (2018.8.6).
- 18)森田健: Bound on chaos in a semi-classical regime, 北海道大学理学部講演 (2018.10.19).
- 19)森田健: Quantum quench of one-dimensional Fermi gas and thermalization to generalized Gibbs ensembles, KEK 理論センター 講演 (2018.11.20).
- 20)杉山健斗*: Multi-cut solutions in Chern-Simons matrix models, workshop “Recent Developments in Gauge Theory and String Theory” (2018.9.18-20).
- 21)杉山健斗*: Chern-Simons 行列模型の multi-cut 解,信州大学 講演 (2018.7.12).
- 22)杉山健斗*: Matrix models with Cusp potential, 京都大学理学部 講演 (2019. 2.6).
- *森田健指導学生
- 23)守谷誠: 3rd International Conference on Emerging Advanced Nanomaterials, (ICEAN 2018) (2018.10. 2).
- 24)守谷誠: 立命館大学超分子創製化学セミナー (2019.3.6).
- 25)山中正道: 43rd International Conference on Coordination Chemistry (ICCC 2018) (2018.7.31).
- 26)山中正道: 第 69 回日本電気泳動学会総会 (2018.8.8).
- 27)山中正道: International Conference on Emerging Advanced Nanomaterials ICEAN 2018 (2018.11.2).
- 28)山中正道: The 10th Singapore International Chemistry Conference (SICC-10)(2018.12.17).
- (5)新聞記事
- 1) 小林健二: サイエンスカフェ in 静岡・講演の記事、静岡新聞(2018.5.1.)
- 2) 三重野哲: 静岡新聞・「小惑星衝突 謎にせまる」(34 行)(2018.6.3 朝刊).
- 3) 山中正道: 「超分子ゲル 容易に形成」2018.7.14 静岡新聞 29 面.
- 4) 山中正道: 「レアアースの一種に「光がまっすぐ進む性質」」2019.2.8 静岡新聞 28 面.

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 (主担当：教育学部教科教育学 及び
大学院教育学研究科学校教育研究専攻)
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
博士課程：佐野 匠 (創造科技院 D3)
修士課程：M2 (3名)

【 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材料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、特に導電性システムを構築
- (2) 機能を有する有機金属錯体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) シンジオタクチックポリスチレン (SPS)/導電性ポリマーコンポジットの生成条件確定と新規機能発現

昨年までの成果を深化させ、キャスト溶媒を工夫することで、SPS の ϵ 型結晶を高度に配向させる方法を開発し、結果的に、この結晶中に存在するチューブ状空隙を同一方向に揃える目的を達成し、この結晶空隙中に詰めたアニリンをポリアニリンに重合したところ、30 量体もの長さになり、耐熱性で絶縁体の SPS のコンポジットを導電性フィルムにすることに成功した (学会発表 1 件・著書 1 件)。

(2) イオン液体を均一に分布する SPS ゲルの作製

試行錯誤の末、SPS のピリジンゲルを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 ゲル作製方法の開発に成功した。これらのゲルは、各々のイオン液体やイオン液体とピリジン混合溶媒と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も得た。結果として、絶縁体の SPS 素材に、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、導電性ソフト材料の作製に成功した (学会発表 2 件)。

(3) 高分子フィルムの結晶化過程の研究

シンジオタクチックポリスチレン (SPS) の δ 結晶の配向方向の制御をするために、キャスト溶媒を 26 種類試し、複数の異なる配向方向のフィルムを得るなど、配向性制御が進展した。従来

から行っていた、非晶性 SPS フィルムを様々な溶媒に浸漬するだけで、 δ 包接型、 δ インターカレート型、 γ 型結晶が生成することについても研究を進め、SPS 溶液から冷却して β 結晶が再結晶される溶媒でも γ 型結晶が生成することを明らかにし、影響のない溶媒は分子サイズに問題のあることを明らかにした。更に、X 線測定から結晶化度を決定する方法について手法を提案し、実際の結晶化度の算出に用いることができた（論文 1 件）。

（４）偏光蛍光角度分布法を用いた高分子固体の配向化・結晶化の解明

偏光蛍光角度分布（PFR）法は、フィルムを偏光で励起して発する偏光蛍光の強度を、励起光ビームに対するフィルムのセット角度を一定に変化させながら測定する方法で、現在、この方法でフィルム内の配列や配向結晶を追跡しているのは本研究室だけである。このアドバンテージを活かし、SPS δ 包接型結晶のゲスト分子交換や SPS ε 型結晶の配向性について PFR 法を適用し、成果を得た（学会発表 1 件）。

（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

生体高分子鎖を用いて体積相転移ゲルを作製するために、アガロース・アミロペクチン・カードラン・カラギーナン・ゼラチンなどを化学架橋する方法と精製する方法を開発し、これらのヒドロゲルの特性について調べた

（６）応答性の速い体積相転移ゲルの開発

ポリ（N-イソプロピルアクリルアミド）（PNIPAAm）ゲルの化学架橋を、表面改質したシリカナノ粒子で行い、結果的に、加熱や冷却での応答性の速い体積相転移ヒドロゲルのシステムの創製に成功した。更に、ゲルの動的粘弾性と応答性を定量的に示すことができた（学会発表 1 件）。

【 今後の展開 】

2018～20 年度の科研費が新規に採択となり、研究室で同時進行していた研究の中から、特に SPS 結晶の配向化と、結晶空隙中での重合や有機金属錯体の配列化に研究の中心を移しつつある。特に、SPS の ε 型結晶の空隙中に入れたアニリンの重合を行うと、重合するポリアニリンが ε 型結晶を、あたかも糸でビーズを縫うように、方向を揃えながら、結晶を連続させながら成長し、フィルムの厚さが最大で 2.5 倍も厚くなる現象が観察された。これは、逆に考えれば、重合を通じて結晶を並べる操作に対応する。この応用として、重合するポリマーを水溶性のものにし、重合後に水で洗浄することによって、チューブ状の空隙をより長く繋げ、フィルタやチューブとしての機能を持たせる研究をスタートした。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も取り組みたい。最終的には、SPS ゲル・SPS フィルムを IoT センサーやフィルタ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。測定系では、PFR 法を最大限に活用し、非晶領域における配向性検出と評価の汎用測定方法になるように研究例を増やしたいと考えている。

【 学術論文・著書 】

- 1) Tsutomu Asano, Shota Sano, Toshihiko Okabe, Takumi Sano, Hideyuki Itagaki,* Chie Sawatari, and Md. Forhad Mina: Modified Vonk's Method to Determine Crystallinity and Crystal Distortion in Polymers. *J. Macromolecular Sci., Part B: Physics*, 2018, 57(5), 317-332. (2018 年 5 月)
- 2) 「SPS ε 型結晶中への導電性ポリマーの導入とその耐熱特性」、『高耐熱樹脂の開発事例集』（全 529 頁）、211～217 頁、技術情報協会、2018 (2018 年 7 月)

【 国内学会発表件数 】

- ・第 67 回高分子学会年次大会（名古屋国際会議場）、第 67 回高分子討論会（北海道大学）など国内学会 合計 4 件
- ・The 5th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2019（院生の国際学会） 1 件

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 は叢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への応用 (CREST 研究)

【 主な研究成果 】

(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 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。

(7) に関する研究。位相幾何学的データ解析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さなければならない。今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。

【 今後の展開 】

上記(2)の結果により、方法により、 $\text{Pfun}(l, k\text{-Cat})$ と $l\text{-GrCat}$ との間を2-関手 Gr と $\#l$ 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 l 次数付線形圏 B と小圏 l とのスマッシュ積 $B\#l$ 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CREST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、他の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) Asashiba, Hideto; Escolar, Emerson G.; Hiraoka, Yasuaki; and Takeuchi, Hiroshi: Matrix Method for Persistence Modules on Commutative Ladders of Finite Type, Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics, (Jan 2019), Volume 36, 97–130, DOI: 10.1007/s13160-018-0331-y.
- 2) Asashiba, Hideto: Smash products of group weighted bound quivers and Brauer graphs, to appear in Comm. Algebra, (Published online: 16 Jan 2019), 585–610, DOI: 10.1080/00927872.2018.1487562.
- 3) Asashiba, Hideto; Hafezi, Rasool; and Vahed, Razieh: Gorenstein versions of covering techniques for linear categories and their applications, Journal of Algebra (2018), Volume 507, 320–361, DOI:10.1016/j.jalgebra.2018.04.017.

【 国際会議発表件数 】

- ・多元環の表現論国際会議 1件

【 国内学会発表件数 】

- ・日本数学会秋期総合分科会など 5件

【 招待講演件数 】 1件

- ・日本数学会秋季総合分科会での特別講演(代数学), 2 圏論的被覆理論と導来同値(2-categorical covering theory and derived equivalences)

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 (1名) M1 (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) フーリエ変換マイクロ波分光による CoNO 分子の観測

CoNO 分子を Co(NO)(CO)₃ を放電分解することで生成し、それらの純回転遷移をフーリエ変換マイクロ波分光法を用いて観測した。得られた窒素の核四極子結合定数から、Co-N 間の結合には 2 重結合性が認められ、所謂 σ 供与 π 逆供与結合が生じていることが電荷分布的に確認された。(*J. Mol. Spectrosc.* **353**, 54-59 (2018))

【 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。最近では、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。

【 学術論文・著書等 】

- 1) “Fourier transform microwave spectroscopy of CoNO”, T. Okabayashi, S. Matsumoto, T. Oyama, E. Y. Okabayashi and M. Tanimoto, *J. Mol. Spectrosc.*, **353**, 54-59 (2018)

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
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 D1)

修士課程：M2 (1名)、M1 (3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

当研究室では、テトラホウ酸キャビタンド 2 分子とビス (カテコール) リンカー4 分子から成る動的ホウ酸エステル結合カプセルの構築に成功している。本年度は、非常に高い発光特性を示すがより不安定になるビス (アリールエチニル) アントラセン誘導体ならびにそのオリゴマーを本カプセルに包接させることに成功し、包接 (カプセル化) によって本ゲスト群の、1) 光に対する大幅な安定性の向上、2) 固体中での濃度消光による蛍光量子収率の低下を抑制することを見出した。また、種々のビス (カテコール) リンカーから成る動的ホウ酸エステル結合カプセルの構築に成功し、リンカーサイズに応じたゲスト包接選択性を見出した。

(2) 水素結合に基づく分子集合ヘテロカプセル

当研究室で見出した水素結合性分子集合ヘテロカプセルが、包接ゲストの性質に応じて包接会合定数を $10^3 \sim 10^9 \text{ M}^{-1}$ に制御できること、水素結合カプセルとしては異常な熱力学的安定性を示すことを見出した。現在、本成果を基盤に超分子カプセルポリマーへ展開している。

(3) ジボリルアセン

当研究室で見出した 2, 8-及び 2, 9-ジボリルテトラセンを合成鍵中間体として用い、鈴木-宮浦クロスカップリングによって種々の可溶性パイ共役拡張テトラセンの合成に成功し、その有用性を示した。今後、溶液塗布法による OFET デバイスの作成と評価を行う。また、当研究室で見出した 2, 7-ジボリルアントラセンを合成鍵中間体として用い、大環状アントラセンオリゴマーの合成に成功した。ナノワイヤデバイスとして期待される。

(4) ストラップ保護アントラセン

発光材料として有名な 9, 10-ジフェニルアントラセン (DPA) にストラップを架けることに成功し、これが、DPA よりはるかに光に安定であること、蛍光量子収率は、溶液中では DPA と同じであるが、固体中では DPA よりも高いことを見出した。不朽発光材料として期待される。

【 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) “Synergetic Effects of Triplet-Triplet Annihilation and Directional Triplet Exciton Migration in Organic Crystal for Photon Up-conversion.”, R. Sato,* H. Kitoh-Nishioka, K. Kamada, T. Mizokuro, K. Kobayashi, Y. Shigeta*, *J. Phys. Chem. Lett.* **2018**, *9*, 6638-6643.
- 2) “Hydrogen-Bonded Six-Component Assembly for Capsule Formation Based on Tetra(4-pyridyl)cavitand and Isophthalic Acid Linker and Its Application to Photoresponsive Capsule.”, Y. Togari, S. Hirota, H. Kitagawa, Y. Tsukamoto, K. Kobayashi*, *Org. Biomol. Chem.* **2018**, *16*, 7626-7635.
- 3) “Impacts of Environmental Rigidity on Photophysical Characteristics and Behaviors of a Quadrupolar Chromophore Revealed by Single-Molecule Fluorescence Spectroscopic Study.”, T. Mizukami, S. Inoue, H. Ohsawa, Y. Niihori, K. Kobayashi*, M. Mitsui*, *J. Phys. Chem. C* **2018**, *122*, 21295-21307.

【 特許等 】

- 1) 「光アップコンバージョン発光体」鎌田賢司、小林健二、特許登録：特許第 6455884 号、登録日：2018 年 12 月 28 日

【 国内学会発表件数 】

・日本化学会、基礎有機化学討論会など 9 件

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



【 研究室組織 】

教 員：近藤 満

修士課程：M2 (2名)、M1 (3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) 硫酸イオンや過塩素酸イオンをケージの内部に有する M_2L_4 型のカプセル分子を種々合成し、ケージ骨格がこれらの陰イオンを捕捉するメカニズムを検討した。また、ハロゲン化物イオンが配位した金属中心が2つの架橋配位子で連結された M_2L_2 型のケージ構造をもつ新しい金属錯体を m-bitrb (1,3-bis(imidazol-1-ylmethyl)-2,4,6-trimethylbenzene) と称するビスイミダゾール型の架橋配位子を用いて合成し、その構造決定、ならびにそのケージ内への中性分子の捕捉活性を検討した。これらのケージ型錯体は、アセトニトリルや THF などの小分子に対して捕捉活性を示すだけでなく、ポリエーテルを捕捉し、ロタキサン型の構造を自発的に形成することを見いだした。特に、長鎖のポリエーテルをゲスト分子として利用することで、 M_2L_2 環を2つ有するロタキサン型の分子を効率よく合成できることを見いだした。
- (2) 螺旋骨格は、自己集合で形成される高分子構造の中で、非常に高い注目をあつめてきた。4-[(4-Hydroxyphenyl)(phenyl)methylene]-2,5-cyclohexadien-1-one (hpmc) は強い発色を示す基本骨格として知られ、種々の色素や指示薬に利用されている。chrome pure blue BX (Na_2cpb) は、これらの化合物の骨格を有する指示薬で、カルボン酸を2つ有する。これまでに、この Na_2cpb を MCl_2 ($M = Zn, Ni, Co, Mg$) と反応させることで、ナノサイズの螺旋チューブ骨格を有する配位高分子を合成することに成功した。今年度は、さらに、種々の色素化合物を用いて、螺旋型骨格をもつ高分子化合物の合成を検討した。得られた化合物は、高分子構造を有する金属錯体の生成が示唆されたものの、結晶性が低く、その三次元構造を明らかにすることができなかった。
- (3) ビスイミダゾール型架橋配位子は、多様なケージ骨格を形成し、そのケージ内に小分子を捕捉することが可能である。このケージ空間のサイズを形状は、捕捉できる小分子の新しい選択性を発現させるために、非常に重要な役割を担う。新たなサイズと形状を有するケージ空間の形成二向けて、置換基にメトキシ基を導入した架橋配位子を合成した。従来のメチル

基を置換基にもつ架橋配位子に比べて、メチル基の水素とイミダゾール水素との間の立体反発が水素結合に置き換わることで、新しい構造を形成しうる。これまでに、幾つかの金属錯体を合成した結果、例えば、塩化銅との反応によって得られたケージ型錯体は、従来のものに比べて、幅が広いケージ空間を有しており、アセトンを捕捉し得ることが明らかとなった。

【 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.-H. Choi, J. Wu, A. Sawada, S. Takeda, H. Takemura, K. Yogosawa, H. Hirai, M. Kondo, K. Sugimoto, T. Asakawa, M. Inai, T. Kan, H. Kawagishi* “N-Glucosides of Fairy Chemicals, 2-Azahypoxanthine and 2-Aza-8-oxohypoxanthine, in Rice” *Org. Lett.* **2018**, *20*, 312-314.

【 国際学会発表件数 】

- 1) M. Kondo “The M2L4 complexes for Perchlorate Ion” 43st International Conference on Coordination Chemistry (ICCC43) (2018年8月) 仙台
- 2) Toya Kobayashi, Akiko Sohmiya, Yoshiki Nakayama, and Mitsuru Kondo “New Porous Coordination Polymer that has Negative Charges in the Channel Surface” 43st International Conference on Coordination Chemistry (ICCC43) (2018年8月) 仙台
- 3) Ryo Narukawa, Kazuki Yamaguchi, and Mitsuru Kondo” M2L4 and M2L2 cages constructed by bis-imidazole ligands with bulky substituent” 43st International Conference on Coordination Chemistry (ICCC43) (2018年8月) 仙台
- 4) Saki Shimizu, Moeko Sato, and Mitsuru Kondo “Synthesis and structure of coordination polymer with urea units in the channel framework” 43st International Conference on Coordination Chemistry (ICCC43) (2018年8月) 仙台
- 5) Yuna Suzuki, Chihiro Kamio, Mao Kohno, Tatsunari Inoue, and Mitsuru Kondo” Syntheses and structures of the multi-nuclear metal complexes by tetrakis-imidazole ligand” 43st International Conference on Coordination Chemistry (ICCC43) (2018年8月) 仙台
- 6) Saki Fukunaga, Ryohei Suzuki, Tatsunari Inoue, and Mitsuru Kondo” Syntheses of M2L4 complexes with crown ethers for trapping the anion and cation” 43st International Conference on Coordination Chemistry (ICCC43) (2018年8月) 仙台

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)
修士課程: M2 (3名)

【 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 】

1) Small infinitary epistemic logics, Review of Symbolic Logic (with T-W. Hu and M. Kaneko), Published online: 01 February 2019, pp. 1-35.

【 国際会議発表件数 】

1) SAML 2018 Symposium on Advances in Mathematical Logic 2018 (Takeuti Memorial Symposium) (2018.9) (共同研究者による発表)

【 国内学会発表件数 】

- 1) 日本数学会 2018 年度秋季総合分科会 (数学基礎論分科会) (2018. 9)
- 2) 第 53 回 MLG 数理論理学研究集会 (2018. 12)
- 3) 日本数学会 2019 年度年会 (数学基礎論分科会) (2019. 3)

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: M1 (2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) 一般的な消散条件のもとでの距離空間における微分方程式の適切性定理

距離空間 (X, d) における微分方程式に対する適切性を、transition を安定にするような d と同値な距離族による消散条件、及び、劣接線条件により特徴づけた。本研究は、先行研究と異なり、コンパクト性条件を利用しないことに特色がある。加藤により展開されたバナッハ空間における時間局所的適切性定理の導出へ応用した。(Israel J. Math. 225 (2018))

(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。(Studia Math. (in press))

【 今後の展開 】

(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視野に、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を目指す。

(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

チェ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) Yoshikazu Kobayashi and Naoki Tanaka, Well-posedness for mutational equations under general type of dissipativity conditions, *Israel J. Math.* 225 (2018) 1–33.
- 2) Naoki Tanaka, Evolution variational inequalities with growth conditions in metric spaces, *Studia Math.* (in press).

【 国際会議発表件数 】

- ・ 2 件

【 招待講演件数 】

- ・ The 6th Asian Conference on Nonlinear Analysis and optimization, Invited 25 min talk

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
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/tsuchiya/>



【 研究室組織 】

教 員：土屋 麻人

博士課程：畠山 洸太 (創造科技院 D3、学振特別研究員)、松浦 夏穂 (創造科技院 D3)、
松本 雅巳 (創造科技院 D2)、山代 和志 (創造科技院 D1)

修士課程：M2 (2名)、M1 (3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) 複素ランジュバン法を用いた IIB 行列模型の数値シミュレーション

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、行列の自由度からダイナミカルに生成される。モンテカルロ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。しかし、モンテカルロシミュレーションの際に、符号問題を避けるために行った近似に起因して、出現した空間は行列の固有値 2 個からなる特異なものになっていることがわかった。ここでは、複素ランジュバン法を適用することによって符号問題を解決し、近似なしに数値シミュレーションを行うことによって、3+1 次元の膨張する時空の構造は保ちながら、特異性のないスムーズな空間の出現を示す結果が得られた。

(2) IIB 行列模型の古典解の研究

(1) 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。

【 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うために、並列版のコードの開発を行い、標準模型が IIB 行列模型の中で実現されるかを探求する。

【 学術論文・著書 】

- 1) K. Hatakeyama, A. Tsuchiya and K. Yamashiro, "Correlation functions and renormalization in a scalar field theory on the fuzzy sphere," PTEP 2018, no.6, 063B05, 1-15(2018) 査読有
- 2) K. Hatakeyama and A. Tsuchiya, "Equivalence of large-N gauge theories on a group manifold and its coset space," Physics Letters B, 782, 503-509 (2018) 査読有
- 3) Y. Ito, H. Matsufuru, J. Nishimura, S. Shimasaki, A. Tsuchiya and S. Tsutsui, "Exploring the phase diagram of finite density QCD at low temperature by the complex Langevin method," Pos Lattice 2018, 146, 1-7 (2018) 査読有
- 4) Y. Ito, H. Matsufuru, J. Nishimura, S. Shimasaki, A. Tsuchiya and S. Tsutsui, "Can the complex Langevin method see the deconfinement phase transition in QCD at finite density?," Pos Lattice 2018, 144, 1-7 (2018) 査読有
- 5) K. Hatakeyama, A. Tsuchiya and K. Yamashiro, "Renormalization on the fuzzy sphere," Pos Lattice 2018, 045, 1-7 (2018) 査読有

【 国際会議発表件数 】

- 1) A. Tsuchiya, "Emergence of chiral zero modes in the Lorentzian type IIB matrix model", Matrix Models for Noncommutative Geometry and String Theory, Ervin Schrödinger International Institute for Mathematics and Physics, ウィーン、オーストリア (2018. 7).
- 2) A. Tsuchiya, "Emergence of chiral zero modes in the Lorentzian type IIB matrix model", East Asia Joint Workshop on Fields and Strings 2018, KIAS, ソウル市, 韓国 (2018. 11).
- 3) A. Tsuchiya, "Space-time Structure in the type IIB matrix model", Space Time Matrices, IHES, ビュール＝シュル＝イヴェット, フランス (2019. 2).

他 4 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 土屋麻人 : "Emergence of chiral zero modes in the Lorentzian type IIB matrix model", 「離散的手法による場と時空のダイナミクス」研究会, 東北大学 (2018. 9).

他 6 件

【 招待講演件数 】

・「国際会議発表件数」1)・2) 「国内学会発表件数」1) 計 4 件

【 受賞・表彰 】

- 1) 土屋麻人 : 静岡大学研究フェロー (第 3 期平成 28 年度～平成 30 年度)
- 2) 畠山洸太 : 成績優秀者 (授業料免除)
- 3) 山代和志 : 専攻長表彰 (修士論文に関して、2019. 3)

ナノ構造光学媒質中での光の伝播現象

兼任・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/~sptomiti/>



【 研究室組織 】

教 員: 富田 誠

修士課程: M2 (2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 μm 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 】

A 巨大 Goos-Hänchen (GH) シフトシフトの観測

(1) 狭帯域表面プラズモン共鳴に起因した巨大GHシフト

実験の第一段階として単層のAg膜での表面プラズモンをもちいたGHシフトを観測した。表面プラズモン共鳴では狭帯域の共鳴とそれにともなった急峻な分散から巨大なGHシフトが現れることが期待できる。入射光と表面プラズモンの結合が弱い条件下では負のGHシフトを、逆に結合が強い条件下では正のGHシフトを引き起こすことが観測された。単層の表面プラズモンでの空間領域での正負のGHシフトは、これまで研究を進めてきた時間領域での「速い光」「遅い光」に対応がつくものである。

(2) 多層膜構造におけるプラズモン透明化窓 (PIT) におけるGHシフト

単層表面プラズモン共鳴に起因したGHシフトを確認した後、プラズモン透明化窓の中でのGHシフトを観測した。透明化窓の中では、全く減衰が起こらずに (=透明化) ビームシフトが起こることが大きな特徴である。誘導透明化窓の中での「GHシフト」は、周波数(ω)領域でのEITにおける「遅い光」と非常によく対応の付く波数(k)領域での波束の移動現象として理解できる。この発想をもとに、「GHシフト」と「遅い光」の2つの現象が統一的に理解することができることを、時間-空間の対応から議論した。

B 多段配置されたリング共振器における「速い光」

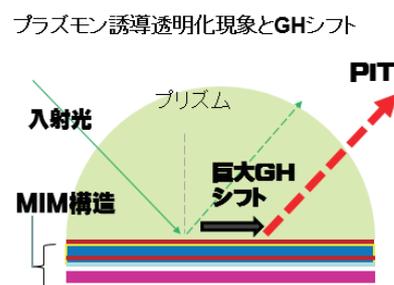
超狭帯域の光共振器を直列配置した系を新しいプラットフォームにして、光パルスの伝播、特に「速い光」と因果律にかかわる実証的研究を推進した。

B-1 直列配置共振器

共鳴周波数が“全く”同一の共振器を多数配列することは極めて困難である。本研究では、独自の方法を採用した。即ち、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。このプロセスを繰り返すことで30段以上の直列配置共振器と等価な光回路を実現した。

B-2 パルスピークの推進と先端速度、後方伝播パルスの観測

超光速パルスによって搬送できる情報については、SommerfeldやBrillouin以来、長い間、議論がなされてきた。今日、一般に受け入れられている考え方は、情報はパルスの「ピーク」によって運ばれているのではなく、パルスにエンコードされた「非解析点＝（微分不可能な点）」によって運ばれているというアイデアである。弱結合条件下でのリング共振器は、異常分散によって「速い光」を作り出す。多段共振器の特長を生かし、通過する波形を各段を通過するごとに系統的に観測した。共振器の段数が増加するにしたがってパルスピークは前進する。一方、因果律より、パルスの先端（非解析点）は、光速 c で伝播することを実証した。



【学術論文・著書等】

- 1) "Observation of Goos-Hänchen shift in plasmon-induced transparency" , Yusuke Hirai, Kouki Matsunaga, Yoichiro Neo, Takahiro Matsumoto and Makoto Tomita, Applied Physics Letters 112, 051101 (2018). DOI; <https://doi.org/10.1063/1.5016481>
- 2) " Development of superluminal pulse propagation in a serial array of high-Q ring resonators" Yuma Morita and Makoto Tomita, (Submitted 2019)

【国内学会発表】

- 1) 日本物理学会 2018 年秋季大会 京都 (2018.9)
題目：多段リング共振器を伝播するパルスのピーク速度と先端速度
Peak and front velocities in pulse propagation in a serial array of multi stage ring resonators
森田雄磨、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

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

兼任・教授 鳥居 肇 (TORII Hajime)
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： 理論化学
e-mail address: torii.hajime@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://reve2.eng.shizuoka.ac.jp/>



【 研究室組織 】

教 員：鳥居 肇

PD 研究員 (学振)：伊藤 広伸

【 研究目標 】

液体系と生体分子系のダイナミクス・機能と相互作用について、特に振動スペクトルに表れる特徴との関係を中心に、理論的解析を行っている。当面は、(1) 水素結合系のテラヘルツスペクトルを特徴付ける分子間相互作用とダイナミクスの解明、(2) ペプチド基の振動モードの諸性質とペプチド基間・分子間相互作用の関係の解明、(3) ハロゲン結合など分子間相互作用の基礎論、(4) その他の関連諸課題、について研究を進める。

【 主な研究成果 】

(1) ペプチド基の振動モードの諸性質がもつペプチド鎖 2 次構造および溶媒和構造への依存性の理論的解明

ペプチド基には、幾つかの特徴的な振動モードが知られており、その諸性質がペプチド基の置かれた状況とどのように関係しているかの詳細を明らかにすることが求められている。本研究では、アミド I モードの振動数・赤外強度に対する溶媒水分子の影響を理論的に解析し、従来の十種以上の理論モデルで表現できていなかった「溶媒水分子角度位置への依存性」を的確に表現するための理論モデル構築方針を示し、数値計算によってその妥当性を実証した。さらに、同様のことが水素結合系だけでなく、ハロゲン結合系にも成り立つことを具体的に示した。また、アミド II モードの赤外強度のペプチド鎖 2 次構造への依存性と水和効果についても解析を行い、これがペプチド基間に誘起される電荷フラックスと静電分極に由来するものであることを示した。

[*J. Phys. Chem. B* **122**, 154–164 (2018).; *Phys. Chem. Chem. Phys.* **18**, 10081–10096 (2016);

J. Phys. Chem. B **120**, 1624–1634 (2016); *J. Phys. Chem. Lett.* **6**, 727–733 (2015)]

(2) ニトリル基と溶媒の相互作用による CN 伸縮振動と NMR 化学シフトの変化の相関の解析

ニトリル基など幾つかの官能基の伸縮振動と NMR 化学シフトは、生体分子系における静電環境のプロブとして、しばしば用いられる。しかし、変化を引き起こすメカニズムの詳細は明らかになっておらず、実測値から静電環境を導く過程には推測に基づく部分が含まれている。本研究では、ニトリル基を対象に、水分子との水素結合の角度配置と伸縮振動数や NMR 化学シフトの変化の相関を理論的に解析し、従来から静電相互作用以外の寄与によるとされていた部分が、実は静電相互作用の空間的不均一性によるものであることを、定量的に示した。

[*J. Phys. Chem. A* **120**, 7137–7144 (2016)]

(3) 溶液のゲル化過程における線維形成に伴う VCD 強度増大の起源の解明

ゲル化剤分子 *N,N'*-diperfluoroheptanoyl-1,2(*R,R*)-diaminocyclohexane (*RR*-CF7) を溶解し

たアセトニトリル溶液が温度変化によりゲル化する際に見られる C=O 伸縮バンドの振動円二色性 (VCD) 強度の著しい増大を、分子構造の観点から正しく解釈するために、理論モデリングによる解析を行った。他の手法による測定結果も合わせて検討した結果、RR-CF_n のゲル系には、少なくとも 3 階層のキラリティが存在し、VCD 強度増大はそのうち 2 番目の ~50 nm スケールのもに由来すること、などを明らかにした。

[*Phys. Chem. Chem. Phys.* **20** (22), 14992–14996 (2018).]

(4) 液体状態の水など水素結合性液体のテラヘルツスペクトルを的確に計算するシミュレーション法の開発

液体状態の水のテラヘルツスペクトルには、標準的な古典 MD では再現できない特徴的なバンドが存在することが知られている。本研究では、液体のダイナミクスに伴って起こる水素結合を介した分子間電荷移動を効果的に取り込むことによって、これが再現できることを示した。また、同様の手法が、液体ホルムアミドの場合にも適用可能であることを示した。

[*Chem. Phys.* **512**, 165–170 (2018).; *Phys. Chem. Chem. Phys.* **20**, 3029–3039 (2018); *J. Chem. Theory Comput.* **10**, 1219–1227 (2014); *J. Phys. Chem. B* **115**, 6636–6643 (2011)]

(5) ハロゲン結合の諸性質の理論的解明

ハロゲン結合形成に寄与する静電相互作用の起源が、ハロゲン原子内の電子分布の偏りによる電気四重極子であること、ハロゲン結合形成に伴う分子振動数と赤外強度の変化がハロゲン結合の幾何学的特徴と良い相関を示し、このうち後者は分子間の電荷フラックスに由来すること、などを明らかにした。

[*Phys. Chem. Chem. Phys.* **18**, 10081–10096 (2016); *J. Comput. Chem.* **31**, 107–116 (2010); *J. Chem. Phys.* **133**, 034504/1–10 (2010)]

【今後の展開】

上の「主な研究成果」に記したのは、最近の研究成果の例であり、「研究目標」欄に記した研究分野には、重要な未解決課題が多く存在する。これらの中から特に重要なものを厳選して、ひとつひとつ解決していきたいと考えている。

【学術論文・著書】

- 1) H. Torii and H. Sato, “Intermediate length-scale chirality related to the vibrational circular dichroism intensity enhancement upon fibril formation in a gelation process”, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **20** (22), 14992–14996 (2018).
- 2) H. Torii, “Dynamical behavior of molecular partial charges implied by the far-infrared spectral profile of liquid water”, *Chem. Phys.* **512**, 165–170 (2018).

【国際会議発表件数】

- ・ H. Torii, “Electrostatic understanding and modeling of the solvation-induced changes in the vibrational frequencies and the NMR chemical shifts”, Joint Conference of EMLG/JMLG Meeting 2018 and 41st Symposium on Solution Chemistry of Japan, Nagoya (Nagoya University), November 5, 2018.
- ・ H. Ito and H. Torii, “A model for electrostatic polarization of hydrogen-bonded water based on electron density variations”, Joint Conference of EMLG/JMLG Meeting 2018 and 41st Symposium on Solution Chemistry of Japan, Nagoya (Nagoya University), November 6, 2018. [2件]

【国内学会発表件数】

- ・ 第 20 回理論化学討論会、第 12 回分子科学討論会 [2件]、テラヘルツ分光で水を研究する会、日本化学会第 99 春季年会 [5件]

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

専任・教授 三重野 哲 (MIENO Tetsu)
光・ナノ物質機能専攻 (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： 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: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~sptmien/index.html>



【 研究室組織 】

教 員：三重野 哲

博士課程：Md. Abul Kalam (D3、私費留学生)、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) (4名)

修士課程：M2 (1名)、M1 (4名)、学部：B4 (4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) 窒素ガス、メタンを有するタイタン衛星の表面に小惑星が頻繁に衝突し、有機分子が合成される。この模擬実験として、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。
- (3) 微粒子プラズマ実験として、高周波アルゴンプラズマを用い、単分散シリコン球による微粒子雲を形成した。その中で、定常的ペア粒子運動を発見した。この運動の 3D 測定に成功した。

【 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。
- (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) A. K. M. M. Alam, M. D. H. Beg, R. M. Yunus, M. Bijarimi, M. F. Mina, K. H. Maria, T. Mieno, "Modification of structure and properties of well-dispersed dendrimer coated multi-walled carbon nanotube reinforced polyester nanocomposites", *Polymer Testing*, **68** (2018) 116-125.
- 2) Md. A. Kalam, T. Mieno, B. E. Casareto, "Development of artificial reefs using environmentally safe ceramic material", *J. Ecosystem & Ecography*, **8** (2018) 1000253-1-7.
- 3) Md. A. Kalam, T. Mieno, "Pressure and discharge current dependence of production rate of single-walled carbon nanotubes by the bipolar pulsed arc-discharge method", *Fullerene, Nanotubes and Carbon Nanostructures*, **26** (2018) 458-464.
- 4) S. Alam, Md. F. Mina, Md. J. Rahman, Md. A. Gafur, K. H. Maria, T. Mieno, AKM M. Alam., Md. D. H. Beg, "Effect of micrometer-sized graphite flake to reinforce the performance of poly (lactic acid) thermoplastic biocomposites, *Polymer and Polymer Composites*, **20** (2018)1-13.

【 解説・特集等 】

- 1) Kazi Hanium Maria, T. Mieno、Carbon Nanotubes Recent Progress, ED. Md. M. Rahan & A. Md. Asiri (Chapter 12: Production of water dispersible carbon nanotubes and nanotube/cellulose composite"), INTECH, 2018, pp. 235-259.
- 2) 三重野 哲、講座「プラズマおよび気相成長を用いたナノ材料合成」、1. 「はじめに」(pp. 513-515), 2. 「アーク放電を用いたナノ材料の合成」(pp.516-519), 9. 「まとめ」(pp. 612-612), *J. Plasma & Nuc. Fusion Res.*, **91**(11), (2018) pp.563-574.

【 特許等 】 三重野哲ほか、炭素クラスターの製造装置と製造方法、特許第 6386784.

【 国際会議発表件数 】

- 1) T. Mieno *et al.*, "Impact synthesis of amino acids by a light gas gun to simulate impact reactions on Titan", COSPAR, Pasadena, Ca, 2018.7.14-22 (2018). など4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により発生する高温プラズマにて合成されるアミノ酸等有機分子の研究」、宇宙科学に関する室内実験シンポジウム、H31. 3. 1, JAXA宇宙研、相模原など2件

【 招待講演件数 】

- 1) 三重野 哲、「惑星科学における微粒子プラズマの重要性」、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、2018. 9. 5
- 2) T. Mieno, R. Hatakeyama, N. Sato, "Parametric wave excitation by an ion beam in magnetically periodic structures", Abst. 19th WS Fine Particle Plasmas, 2018.12.26, NIFS, Toki, 13-14.
- 3) T. Mieno, K. H. Maria, Md. J. Rahman, "Production of eco-friendly nanotube composite materials and their applications", 5th Int. Conf. Nanoscience & Nanotechnology (ICONN), 2019. 1. 29, SRM Univ., Chennai, India.

【 新聞報道等 】 静岡新聞、「小惑星衝突 謎に迫る」、H30. 6. 3の朝刊 (34行)

常微分方程式におけるタイムラグの影響

兼担・教授 宮崎 倫子 (MIYAZAKI Rinko)
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: 関数微分方程式論
e-mail address: miyazaki.rinko@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/rm-labo/>



【 研究室組織 】

教 員: 宮崎 倫子

博士課程: 横井 伸行 (創造科技院 D3)

修士課程: M2 (2名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

常微分方程式の解の挙動に対する時間遅れの影響を解析すること。また、そのような解析手法が応用分野の研究者が使いやすいようにその手順・スキームを開発することを目的としている。

【 主な研究成果 】

- ・ 離散システムにおける Pyragas タイプの遅延フィードバック制御について、2種類のフィードバック手法について制御可能な必要十分条件について過去の研究成果で未解決部分の解決に取り組んだ。

【 今後の展開 】

- ・ Pyragas タイプの遅延フィードバック制御法で未解決部分に取り組む。
- ・ 離散システムに対する遅延フィードバック制御の成果を専門誌に投稿する。
- ・ 上記成果を多次元システムに拡張する。
- ・ 周期系遅延フィードバック方程式の特性乗数の数値的な導出を手がける。

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 : 岡崎 久弥 (M2)、長谷川 慎一 (M1)、松野 仁樹 (M1)、嶋 宏介 (M1)

学 部 生 : 神山 仁 (B4)、近藤 智之 (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ひと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量子射影平面の斉次座標環であるところの 3 次元 AS-regular 代数を分類したことに始まったとあってよいでしょう。その後非可換射影曲線は分類が完成されましたので、次なる目標は高次元量子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) 量子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量子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 】

平成 30 年度の主な研究成果は次の通りです。

- (1) 3 次元 quadratic AS-regular 代数の関係式を与えるポテンシャルのリストを作成するという研究課題を長年指導学生達と取り組んで来ましたが、平成 30 年度に漸く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の共同研究で非可換行列分解という概念を定義し、その基本的性質を研究し、論文に書き上げました。この研究成果は 3 月にアメリカのハワイ大学で開催された研究集会 “Interactions between Noncommutative Algebra and Noncommutative Algebraic Geometry” で招待講演をする機会が与えられました。
- (3) 東京大学の植田一石氏と大阪大学の大川新之介氏との共同研究で、射影直線上の量子線織曲面として定義される非可換 Hirzebruch 曲面のモジュライ空間の研究をしてきましたが、論文作成の最終段階に入っています。

【 今後の展開 】

平成 31 年度は次のような研究課題に取り組む予定です。

- (1) 代数幾何学において射影空間は最も基本的な多様体であり、その特徴づけは大変重要な研究課題です。平成 29 年度には弘前大学の上山健太氏との共同研究で量子射影空間の完全な圏論的特徴づけを与えることに成功しました。量子線織曲面は AS-regular Z 代数と呼ばれるものを用いて定義されていることなどから、 Z 代数を研究することは重要であったため、量子射影空間の圏論的特徴づけを Z 代数に拡張する研究をアメリカ西ワシントン大学の Nyman 氏と始めており、成果を上げています。
- (2) 弘前大学の上山健太氏との共同研究で非可換行列分解を応用した非可換射影超曲面の研究を行う予定です。

【 学術論文・著書 】

- 1) Izuru Mori and Kenta Ueyama, “The classification of 3-dimensional Noetherian cubic Calabi–Yau algebras”, J. Pure Appl. Algebra, 223, 1946-1965 (2019) 査読有
- 2) Izuru Mori (Editor), Proceedings of the 51st Symposium on Ring Theory and Representation Theory, 161pp, (2019)

【 国際会議発表件数 】

- ・ 2 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 1 件

【 招待講演件数 】

- 1) Izuru Mori, Tilting Theory in Noncommutative Algebraic Geometry, Higher homological algebra and cluster tilting, 大阪府立大学、堺市(2018.4)
- 2) Izuru Mori, Noncommutative Matrix Factorization, AMS Sectional Meeting “Interactions between Noncommutative Algebra and Noncommutative Algebraic Geometry”, University of Hawaii at Manoa in Honolulu, Hawaii, U.S.A.(2019.3)

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://wwp.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 (6名)

学 部 生：B4 (8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ァインケミカルズ (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) テト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、 $\text{In}(\text{OTf})_3$ 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垂鉛試薬の添加により改善され、 InCl_3 と ZnCl_2 を 20mol %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* 2017, in press.)

(2) 芳香族化合物の代表的なホルミル化剤である Vilsmeier-Haack 試薬 (VR) とジクロロメチルメチルエーテルを大量合成に利用するにはそれぞれに課題がある。VR を用いる場合、通常 *N,N*-ジメチルホルムアミド (DMF) とオキシ塩化リンより調製し、単離することなく *in situ* で行う為、リン廃水の処理が困難であるうえ反応の位置選択性が良好とならない。一方、別法の場合、調製に毒性の高い PCl_5 またはホスゲンを使用することに加え、原料のギ酸メチルが b.p. 32°C、f.p. -20°C である為、特殊引火物に該当する。我々はこれらの課題をクリアした新規の合成法を開発し、両試薬を用いた 1H-ピロール-2-カルボン酸エステルへの位置選択的なホルミル化を達成した。(*Organic Process Research & Development*, 2019, in press.)

(3) 加熱条件下、ヨードベンゼンジアセタート (PIDA) を用いることで 71% にてスピロ化体が得られることが明らかとなった。さらに、添加剤として臭化カリウムを加えたところ室温下でも反応が進行し、収率は 84% に向上した。また、窒素原子上を電子供与性、電子求引性基

で保護した γ -ラクタム誘導体においても同様に反応は進行した。本反応は、脂環式化合物、ラクトン誘導体にも適応可能であり、対応物が良好な収率で得られた。(Synlett, 2019, 30, 199-202.)

(4) アセトキシ基をもつメタクリルアミドと 3-ヘテロ置換オキシインドールとの反応において、反応系にホスフィン配位子である dppb を添加したところ 2 時間で反応が完了し、収率 78% にて生成物を与えた。また、触媒として Pd(PPh₃)₄ を用いたところ、反応は速やかに進行し 30 分で収率 >99% にて与えた。本触媒反応は、3 位に酸素原子や硫黄原子を含むオキシインドールに対しても高活性を示し、いずれも良好な収率にて対応するアリル付加体が生成した (80%、91%)。ここで得られた生成物は、Boc₂O との処理により環化を起こし、その後の TFA による脱保護にてアザスピロラクタム 6 へと高収率 (96%) にて変換できることが判明した。(European Journal of Organic Chemistry, 2018, 1813-1820.)

【 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リ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) 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.
- 2) Regioselective Formylation of Pyrrole-2-Carboxylate: Crystalline Vilsmeier Reagent vs Dichloromethyl Alkyl Ether
Takuya Warashina, Daisuke Matsuura, Tetsuya Sengoku, Masaki Takahashi, Hidemi Yoda and Yoshikazu Kimura, *Organic Process Research & Development* 2019, in press.
- 3) New Synthetic Methodology toward Azaspiro- γ -lactones via Oxidative C-H Spirocyclization Reaction
Tetsuya Sengoku, Yuichiro Nagai, Toshiyasu Inuzuka and Hidemi Yoda, *Synlett* 30, 199-202.
- 4) Electrophilic amide allylation of 3-heterosubstituted oxindoles: a new route to spirocyclic 2-oxindole containing α -methylene- γ -butyrolactam structure
Tetsuya Sengoku, Daichi Hayashi, Masaki Takahashi and Hidemi Yoda, *European Journal of Organic Chemistry*, 1813-1820.

【 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 49 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会 5 件
- 4) 日本プロセス化学会 2018 サマーシンポジウム 1 件

【 指導学生の受賞・表彰 】

- 1) 前川龍之介 (M2)、第 49 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会有機化学一般発表優秀賞 (2018. 11. 13) 「水を溶媒とする環境調和型触媒の不斉アミドアリル化反応」の開発
- 2) 永井悠一郎 (M2)、日本化学会東海支部長賞 (2019. 3. 15)

【 特記事項等 】

- 1) 有機合成化学協会 常任幹事
- 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

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：D2 (1名)

修士課程：M2 (1名)、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、強相関係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) 強相関係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、 ThCr_2Si_2 型正方晶を有する CeNi_2Ge_2 と YbNi_2Ge_2 のにおいて、強磁場物性に加えて微視的な電子状態を研究している。2018年度に、角度分解光電子分光法によって、非磁性重い電子系物質 CeNi_2Ge_2 において E_F 付近での非常に平坦なバンドを観測することに成功した。この平坦なバンドは、non-Fermi liquid 状態における非常に強い電子相関を反映した、極めて「重い」電子の直接的観測に成功したことを意味する。(Phys. Rev. B **97**, 115160 (2018))
- (2) 本研究室では、 CeNi_2Ge_2 と YbNi_2Ge_2 以外での ThCr_2Si_2 型正方晶を持つ Ce および Yb 化合物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年度は、雰囲気制御のできる MoSi_2 ヒーター炉を導入することができ、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み、まだ評価の段階ではあるが、結晶学的には良好な結果を得ている。

【 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（MoSi₂ 炉：上限 1, 600°C）の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) H. Aratani, Y. Nakatani, H. Fujiwara, M. Kawada, Y. Kanai, K. Yamagami, S. Fujioka, S. Hamamoto, K. Kuga, T. Kiss, A. Yamasaki, A. Higashiya, T. Kadono, S. Imada, A. Tanaka, K. Tamasaku, M. Yabashi, T. Ishikawa, A. Yasui, Y. Saitoh, Y. Narumi, K. Kindo, T. Ebihara, and A. Sekiyama, Phys. Rev. B 98, 121113(R) (September 2018)
- 2) Y. Nakatani, H. Aratani, H. Fujiwara, T. Mori, A. Tsuruta, S. Tachibana, T. Yamaguchi, T. Kiss, A. Yamasaki, A. Yasui, H. Yamagami, J. Miyawaki, T. Ebihara, Y. Saitoh, and A. Sekiyama, Phys. Rev. B 97, 115160 (March 2018)

【 国内学会発表件数 】

- ・ 4 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、周 啓来 (学術研究員)

博士課程 : 宮澤 俊義 (創造科技院 D3、社会人)、趙 明忠 (創造科技院 D2)

修士課程 : M2 (1名)、M1 (1名)

学 部 生 : 3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、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・透過挙動を明らかにすることにより水素同位体挙動メカニズムについて検討した。これらの実験結果に基づき、HIDT (Hydrogen Isotope Diffusion and Trapping) コードを開発し、シミュレーションによるトリチウム移行挙動について評価を行った。また、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。(Nuclear Materials and Energy, 16 (2018) 217-220., Fusion Engineering and Design, 136 (2018) 1161-1167.)

(2) プラズマ装置内での水素リサイクリング評価

大型プラズマ実験装置中のトリチウムを含む水素同位体のリサイクリングを評価するために、九州大学クエスト装置および欧州 EUROfusion の JET 装置中のプラズマ対向壁表面状態と水素同位体滞留の相関について評価した。(Fusion Engineering and Design, 132 (2018) 24-28., <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2019.02.110>)

【 今後の展開 】

核融合炉プラズマ対向壁中の水素リサイクリング評価のために照射欠陥やヘリウム滞留及び炭素混合層形成等と関連づけて滞留・拡散・再放出を含めて評価している。今後、特に、プラズマ対向壁中でのトリチウム挙動評価が必要不可欠であるために、プラズマ駆動透過を用いた水素同位体挙動評価を計画している。

【 学術論文・著書 】

1) 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, In press.

- 2) 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, In press.
- 3) 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, In press.
- 4) Yasuhisa Oya, Keisuke Azuma, Akihiro Togari, Moeko Nakata, Qilai Zhou, Mingzhong Zhao, Tatsuya Kuwahara, Noriyasu Ohno, Miyuki Yajima, Yuji Hatano and Takeshi Toyama, “Effect of Damage introduction and He existence on D retention in Tungsten by high flux D plasma exposure”, Recent Advances in Technology Research and Education, 53 (2018) 89-96.
- 5) Mingzhong Zhao, Qilai Zhou, Moeko Nakata, Akihiro Togari, Fei Sun, Yuji Hatano, Naoaki Yoshida, Yasuhisa Oya, Recent Advances in Technology Research and Education, 53 (2018) 20-27.
- 6) Yasuhisa Oya, Shodai Sakurada, Keisuke Azuma, Qilai Zhou, Akihiro Togari, Sosuke Kondo, Tatsuya Hinoki, Naoaki Yoshida, Dean Buchenauer, Robert Kolasinski, Masashi Shimada, Chase N. Taylor, Takumi Chikada, Yuji Hatano, “Surface or bulk He existence effect on deuterium retention in Fe ion damaged W” , c .
- 7) Y. Oya, S. Masuzaki, M. Tokitani, K. Azuma, M. Oyaidzu, K. Isobe, N. Asakura, A. Widdowson, K. Heinola, S. Jachmich, M. Rubel, “Correlation of surface chemical states with hydrogen isotope retention in divertor tiles of JET with ITER-Like Wall”, Fusion Engineering and Design, 132 (2018) 24-28.
- 8) M. Shimada, Y. Oya, W. Wampler, Y. Yamauchi, C. Taylor, L. Garrison, D. Buchenauer, Y. Hatano, “Deuterium retention in neutron-irradiated single-crystal tungsten”, Fusion Engineering and Design, 136 (2018) 1161-1167.
- 9) Qilai Zhou, Keisuke Azuma, Akihiro Togari, Miyuki Yajima, Masayuki Tokitani, Suguru Masuzaki, Naoaki Yoshida, Masanori Hara, Yuji Hatano, Yasuhisa Oya, “Helium retention behavior in simultaneously He+-H2+ irradiated tungsten”, Journal of Nuclear Materials, 502 (2018) 289-294.
- 10) Qilai Zhou, Keisuke Azuma, Akihiro Togari, Miyuki Yajima, Masayuki Tokitani, Suguru Masuzaki, Naoaki Yoshida, Masanori Hara, Yuji Hatano, Yasuhisa Oya, “Deuterium retention behavior in simultaneously He+-D2+ implanted T tungsten”, Nuclear Materials and Energy, 16 (2018) 76-81.
- 11) Wei Liu, Jiao Di, Lihong Xue, Heping Li, Yasuhisa Oya, Youwei Yan, “Phase evolution progress and properties of W-Si composites prepared by spark plasma sintering”, Journal of Alloys and Compounds, 766 (2018) 739-747. 他 1 2 件

【 解説・特集等 】

- 1) 核融合トリチウム研究最前線（第7回 トリチウム蓄積）日本原子力学会誌、61（2019）64.

【 国際会議発表件数 】

・ 17th Inter-Academia, 30th Symposium on Fusion Technology (SOFT), Nuclear Materials Conference (NuMAT 2018), 14th Japan-China Symposium on Materials for Advanced Energy Systems and Fission & Fusion Engineering (JCS-14)

【 国内学会発表件数 】

・ 核融合エネルギー連合講演会、日本原子力学会、プラズマ核融合学会

【 受賞・表彰 】

- 1) 山崎翔太 (B4)、新人賞 (2019. 3. 20) 「重水素プラズマ照射した中性子-鉄イオン複合照射タングステンにおける滞留挙動への欠陥分布影響」

有機合成化学を基盤とした超分子集合体の創製

兼任・准教授 山中 正道 (YAMANAKA Masamichi)
 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： 有機合成化学、超分子化学
 e-mail address: yamanaka.masamichi@shizuoka.ac.jp
 homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/yamanaka/>



【 研究室組織 】

教 員：山中 正道

修士課程：M2 (1名)、M1 (2名)

【 研究目標 】

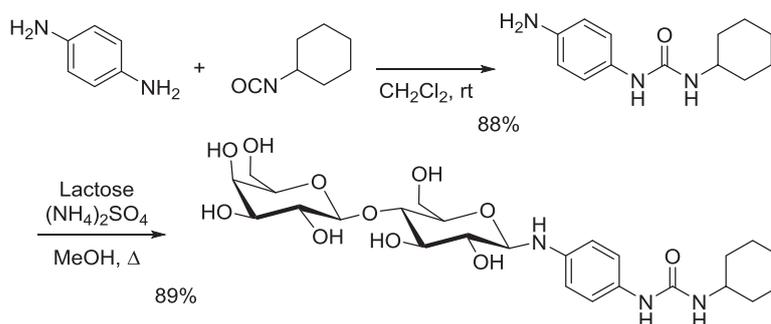
規格化された低分子化合物の自己集合による超分子集合体の創生は、ボトムアップ型ナノテクノロジーの重要な研究課題である。閉塞した超分子集合体は内部に空孔を有する超分子カプセル、発散した超分子集合体は超分子ポリマーを与え、これらは新規機能性材料としての多方面への応用が期待されている。我々は、有機合成化学を基盤とし、標的化合物の設計、合成による超分子集合体の構築に取り組んでおり、ゲスト分子の動的挙動の制御が可能な超分子カプセルの創生と、機能性低分子ゲル化剤化合物の開発を目指している。

【 主な研究成果 】

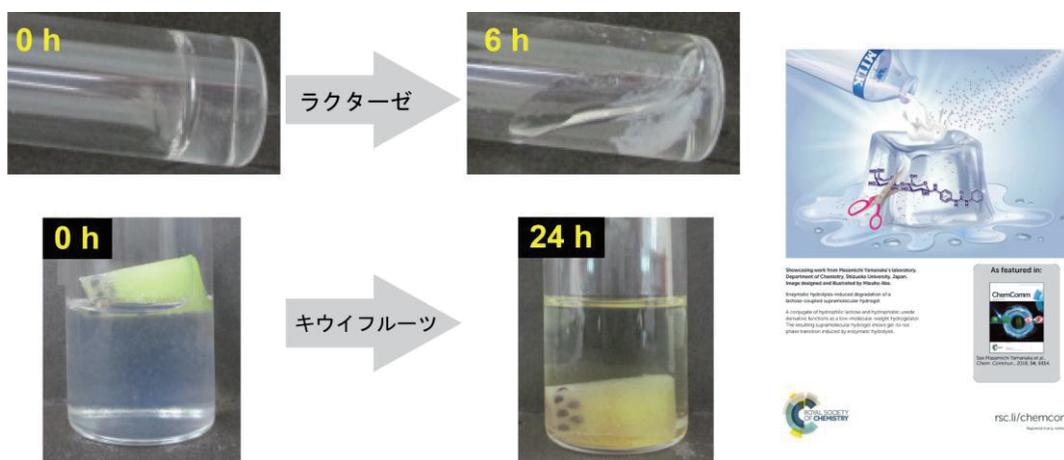
酵素応答性を示す超分子ヒドロゲルの開発

ゲルは、紙おむつ、化粧品、ソフトコンタクトレンズなど我々の日常生活に不可欠な材料として汎用されている。ゲルとして上市される製品の多くは、ポリマーを構成成分とする高分子ゲルであるが、小さな分子が自己集合することで形成する超分子ゲルは、柔軟性と設計性に優れ、次世代の機能性材料候補として注目されている。超分子ゲルは、特に再生医療や医薬化学を含めた生命科学領域での応用が期待されている。

一般に、超分子ゲルを形成する両親媒性分子の合成は、多段階を要することが多く、材料の安定供給や低コスト化が課題となっている。今回、超分子ゲルを形成する両親媒性分子を、市販されている試薬から、わずか二工程で合成することに成功した。具体的には、パラフェニレンジアミンとシクロヘキシルイソシアン酸の縮合によりウレイド基を形成した後に、アミノ基と乳糖のアミノグリコシル化反応により目的とする両親媒性分子を合成した。反応はいずれも90%近い収率で進行するため、効率的な化合物の合成が可能である。合成した両親媒性分子は、水と混合し加熱溶解させた後に、室温に冷却すると超分子ゲルを形成した。超分子ゲルを形成する最少ゲル化濃度は、0.3%であった。この超分子ゲルは、親水基として二糖である乳糖部分を有している。この乳糖部位は、二糖分解酵素（ラクターゼ）により加水分解できると考えた。酵素による加水分解を受けると、両親媒性分子の親水性が変化し、その結果として超分子ゲルが崩壊することを期待した。そこで、ラクターゼの一種であるβ-ガラクトシダーゼを超分子ゲルに添加したところ、酵素と超分子ゲルの接する界面から超



分子ゲルの崩壊が進行し、数時間後には完全な超分子ゲルの崩壊が観測された。この酵素による超分子ゲルの崩壊の速度は、酵素の濃度や酵素阻害剤の添加により制御可能であることも明らかにした。ラクターゼは果実などにも含まれる酵素であるため、果実の添加による超分子ゲルの崩壊を検討し、キウイフルーツの果実を用いた超分子ゲルの崩壊を達成した。



【 今後の展開 】

さらなる高機能な超分子ゲルを開発する。

【 学術論文・著書 】

- 1) Synthesis of a bis-urea dimer and its effects on the physical properties of an amphiphilic tris-urea supramolecular hydrogel, Hiroki Sawada, Masamichi Yamanaka, *Chemistry An Asian Journal*, 2018, 13, 929-933.
- 2) Gabriel synthesis of hexakis(aminomethyl)benzene and its derivatization, Junya Masuda, Seiya Kondo, Yoshiteru Matsumoto, Masamichi Yamanaka, *Chemistry Select*, 2018, 3, 6112-6115.
- 3) Enzymatic hydrolysis-induced degradation of a lactose-coupled supramolecular hydrogel, Shuto Akama, Takumi Maki, Masamichi Yamanaka, *Chemical Communications*, 2018, 54, 8814-8817.
- 4) Gelation and luminescence of lanthanide hydrogels formed with deuterium oxide, Yusuke Zama, Kazushige Yanai, Juri Takeshita, Ayumi Ishii, Masamichi Yamanaka, Miki Hasegawa, *RSC Advances*, 2019, 9, 1949-1955.
- 5) Supramolecular gel electrophoresis, Masamichi Yamanaka, *Polymer Journal*, 2018, 5, 627-635.

【 国際学会発表件数 】

・ ICCC 2018 など 3 件

【 国内学会発表件数 】

・ 日本化学会、基礎有機化学討論会、CSJ 化学フェスタなど 10 件

【 招待講演件数 】

・ SICC-10 など 4 件

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 (1名)、M1 (2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。そこで、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に取り組んでいる。具体的には、水素低透過性のセラミックス被覆を用いて、被覆中の詳細な水素透過メカニズムの解明を目標として研究を進めると同時に、水素透過低減性能に加えて、高温、強還元性、放射線環境などで要求される機能を発揮する耐環境性被覆を開発している。さらに、特に水素同位体の取り扱いが重要な核融合炉における三重水素の挙動解明に向けて、核融合炉内の水素同位体移行・滞留挙動の解析を進めている。

【 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

鋼材等からの水素同位体の透過を低減するために、酸化イットリウム等のセラミックス被覆を作製した。これらの被覆試料について、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、照射後の微細構造と水素同位体透過挙動を明らかにした。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を用いて照射中の水素同位体透過挙動を明らかにした。

(Journal of Nuclear Materials 511 (2018) 560–566, Fusion Engineering and Design 133 (2018) 95–98.)

(2) 鋼材表面制御による水素同位体透過低減技術の研究開発

核融合炉原型炉の設計に向けて、鋼材からの水素同位体透過に関するデータベース構築および透過低減技術の研究開発はきわめて重要である。鋼材の実機模擬条件による鋼材表面の変化および水素同位体透過挙動を明らかにし、さらに鋼材表面を適切な条件で酸化処理することによって、水素同位体透過を低減できる可能性を示した。

(Fusion Engineering and Design, in press. DOI: 10.1016/j.fusengdes.2018.12.089)

【 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、セラミックス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、機械特性などの解明を進める。

【 学術論文・著書 】

- 1) Hikari Fujita, Takumi Chikada, Jan Engels, Jumpei Mochizuki, Seira Horikoshi, Moeki Matsunaga, Teruya Tanaka, Takayuki Terai, Fusion Engineering and Design, in press.
DOI: 10.1016/j.fusengdes.2019.03.166
- 2) Kazuki Nakamura, Hikari Fujita, Jan Engels, Masayuki Tokitani, Yoshimitsu Hishinuma, Kiyohiro Yabuuchi, Sosuke Kondo, Sho Kano, Takayuki Terai, Takumi Chikada, Fusion Engineering and Design, in press. DOI: 10.1016/j.fusengdes.2019.03.093
- 3) 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, in press.
DOI: 10.1016/j.fusengdes.2019.02.129
- 4) 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, in press.
DOI: 10.1016/j.fusengdes.2018.12.089
- 5) Hikari Fujita, Jumpei Mochizuki, Seira Horikoshi, Moeki Matsunaga, Teruya Tanaka, Takayuki Terai, Yasuhisa Oya, Takumi Chikada, Nuclear Materials and Energy 17 (2018) 78-82.
- 6) Takumi Chikada, Hikari Fujita, Masayuki Tokitani, Yoshimitsu Hishinuma, Takayuki Terai, Yasuhisa Oya, Fusion Engineering and Design 133 (2018) 121-124.
- 7) Moeki Matsunaga, Seira Horikoshi, Jumpei Mochizuki, Hikari Fujita, Yoshimitsu Hishinuma, Kanetsugu Isobe, Takumi Hayashi, Takayuki Terai, Yasuhisa Oya, Takumi Chikada, Journal of Nuclear Materials 511 (2018) 537-543.
- 8) Takumi Chikada, Hikari Fujita, Jan Engels, Anne Houben, Jumpei Mochizuki, Seira Horikoshi, Moeki Matsunaga, Masayuki Tokitani, Yoshimitsu Hishinuma, Sosuke Kondo, Kiyohiro Yabuuchi, Thomas Schwarz-Selinger, Takayuki Terai, Yasuhisa Oya, Journal of Nuclear Materials 511 (2018) 560-566.

他 6 編

【 解説・特集等 】

- ・ 連載講座 核融合トリチウム研究最前線 一原型炉実現に向けて一 第 6 回 トリチウム透過研究と透過低減技術開発, 日本原子力学会誌 ATOMOΣ 60(12) (2018) 759-763.

【 国際会議発表件数 】

- ・ 30th Symposium on Fusion Technology (2018.9.16-22) 他 1 1 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本原子力学会 2018 年秋の大会、岡山県岡山市 (2018 年 9 月 5 日~7 日) 他 1 1 件

【 招待講演件数 】

- ・ International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Material (THERME' 2018) 1 件

【 受賞・表彰 】

- ・ 松永萌暉 (M2)、平成 30 年度日本原子力学会フェロー賞 (2019 年 3 月 21 日)
- ・ 木村圭佑 (M1)、日本原子力学会 2018 年秋の大会学生ポスターセッション 新人賞 (2018 年 9 月 7 日)
- ・ 遠藤理帆 (B4)、平成 30 年度日本原子力学会フェロー賞 (2019 年 3 月 21 日)

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) D. Mejía, “Matrix iterations with vertical support restrictions”, in: Proceedings of the 14th and 15th Asian Logic Conference, World Scientific Publications, 2019, pp. 213-248
- 2) C. Cardona, D. Mejía, “On cardinal characteristics of Yorioka ideals”, MLQ, 2019, article in press
- 3) D. Mejía, I. Rivera-Madrid, “Absoluteness theorems for arbitrary Polish spaces”, Revista Colombiana de Matemáticas, 2019, article in press
- 4) D. Mejía, “A note on “Another ordering of the ten cardinal characteristics in Cichon’s diagram” and further remarks”, 京都大学数理解析研究所講究録 (2019) accepted for publication.

【 国際会議発表件数 】

- ・ Joint Meeting of the Colombian and Mexican Mathematical Societies, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia (2019.5.30-6.2)
- ・ Set Theory Today: A conference in honor of Georg Cantor, University of Vienna, Austria (2018.9.10-14)

【 国内学会発表件数 】

- ・ 京都大学 RIMS 研究集会 2018 公理的集合とその応用 (2018. 11. 5-8)

【 招待講演件数 】

- ・ "Filter-linkedness and its effect on cardinal characteristics of the continuum", Joint Meeting of the Colombian and Mexican Mathematical Societies, Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia (2019.5.30)
- ・ "Filter-linkedness and its effect on cardinal characteristics of the continuum", Set Theory Today: A conference in honor of Georg Cantor, University of Vienna, Austria (2018.9.14)

場の量子論における非摂動効果の研究

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://wjp.shizuoka.ac.jp/morita/>



【 研究室組織 】

教 員：森田 健
博士課程：杉山 健斗 (D2)
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) CS 型行列模型における新しい解の発見

CS 型行列模型とは、超弦理論や数理物理、ランダム行列理論など幅広い分野で用いられる行列模型である。特に超弦理論において、CS 型行列模型は M 膜(弦の形態の 1 つ)の運動を記述するため、CS 型行列模型を用いた M 膜の研究が盛んになされてきた。

これまでの先行研究では、この行列模型には単一の解(≒状態)しか存在しないと考えられていた。しかし本研究では、この行列模型に全く新しいクラスの無数の解が存在することを示した。この結果は M 膜が従来考えられていたよりもはるかに豊富な性質を持つことを示唆するものである。

(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値が実際に量子論の効果により生じることを示した。

(3) 可積分系における熱平衡化過程の研究

熱力学や統計力学は物理学においてとても重要な位置を占める。しかし両者が機能するには「熱平衡状態」の存在を仮定しなければならず、このような状態が現実世界で実現するのはまだきちんと説明されていない。これは多体系において熱平衡化過程をきちんと解析的に追うことが事実上不可能なためである。近年、可積分系においてこの問題の進展があり、可積分系ではきちんと熱平衡化過程を解析的に解くことが出来ることが示された。(ただし「一般化された熱平衡状態」という特別な状態への熱平衡化である。)我々は、一次元自由フェルミオン

において、熱平衡化過程を調べ、普遍的に緩和が時間のベキで進むことを解明した。

【 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) Takeshi Morita , “Thermal emission from semi-classical dynamical system” Physical Review Letters 122/ 101603
- 2) Manas Kulkarni, Gautam Mandal, Takeshi Morita, “Quantum quench and thermalization of one-dimensional Fermi gas via phase-space hydrodynamics” Physical Review A 98/4 043610-
- 3) Takeshi Morita , Kento Sugiyama, Toward the construction of the general multi-cut solutions in Chern-Simons Matrix Models, Journal of High Energy Physics 1808/ 168-

【 国際会議発表件数 】

- 1) Integrable systems in Mathematics, Condensed Matter and Statistical Physics
他 5 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本物理学会など 6 件

【 招待講演件数 】

- ・ KEK での講演など 5 件

分子の規則的配列を用いた革新的電池材料開発

兼担・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 D1)
修士課程：M2 (2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。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粘性結晶の開発
- (4) 新規イオン液体・柔粘性結晶の合成に向けた有機イオン種の開発

【 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

多点的な配位能を持ち、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として、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てきました。また、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います。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。今年度は、カリウムやアルミニウムを構成要素として有する分子結晶の合成にも着手し、それぞれ固体状態でイオン伝導性を示す試料を得るとともに、それらの結晶構造解析に成功しています。

(2) 広範な温度域で利用可能なプロトン性有機イオン柔粘性結晶の開発

柔粘性結晶とは結晶と液体の中間相の一つであり、構成要素が位置秩序を保ちながら配向秩序を失った状態を指します。なかでも、構成要素が有機イオン種 (分子性のイオン) からなる

柔粘性結晶は、特に有機イオン柔粘性結晶と呼ばれています。以前に、私たちは構成要素として用いる有機イオン種の電子的特長と立体的特長を整理しながら分子設計を行うことにより、 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ から $270\text{ }^{\circ}\text{C}$ という非常に広範な温度域で柔粘性結晶として振舞う試料を得ることに成功しています。興味深いことに、この利用可能温度域は燃料電池のコスト低減に向けたキーテクノロジーとして期待されている中温無加湿条件とほぼ合致する数値となっています。

この結果を参考に、燃料電池の中温無加湿作動を可能にする電解質の開発を目的として、プロトンを構成要素とする新規柔粘性結晶の開発を新たに試みました。その結果、 $130\text{-}180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 程度の中温領域において加湿を行うことなく比較的高いイオン伝導性を示す新規有機イオン柔粘性結晶を得ることに成功しています。また、これまでの知見を参考に、環境負荷の高いフッ素を用いることなく固体状態でイオン伝導性を示す新規有機イオン柔粘性結晶の開発にも着手しています。

【 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。

【 解説・特集等 】

1) 守谷誠, “固体電解質に向けた有機イオン柔粘性結晶の分子設計”, 機能材料 2月号, (2019).

【 国際会議発表件数 】

1) 12th International Conference on Nitride Semiconductors, October 29-November 2, 2018, Newcastle, Australia

【 国内学会発表件数 】

・電気化学会、固体イオニクス討論会など 6件

【 招待講演件数 】

1) 12th International Conference on Nitride Semiconductors, (2019.11.2)
2) 立命館大学 超分子創製化学セミナー (第 83 回) (2019. 3. 6)

5. 特別教育研究経費等

平成 30 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	超領域分野における国際的若手人材育成プログラム 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
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	学長戦略運営経費(機能強化経費大学支援分) 13,057 千円(平成 30 年度) 機能強化経費(機能強化促進分) 1,253 千円(平成 30 年度)
事業計画期間	平成 30 年度
研究組織	創造科学技術大学院総務委員、超領域分野に関係する創造科学技術大院の教員、事務補佐(1名)
目的	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。 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。
実施状況	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 67 件(派遣 29 名・237 日、招聘 38 名・201 日)を実施した。 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、平成29年度から本プログラムにて、インド国立薬科教育研究院(NIPER)と大学間交流協定を締結するための礎を築くための招へいや活動を行ってきたところ、本年度(平成 30 年度)に、大学間交流協定締結を完了した。 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との研究交流実施のために、博士課程学生3名を招へいした。 また、インドネシア大学との DDP 協定をベースに広義のナノエレクトロニクスに関する研究と教育をテーマとして開催している国際会議第4回 International Conference on Nano Electronics Research and Education(ICNERE)2018 と高柳健次郎メモリアルシンポジウムのジョイントシンポジウムを11月に浜松キャンパスにて開催し、3日間の参加数 298 名うち海外から 23 名が参加し、活発な研究交流および学生交流が促された。 研究を強化し、研究に基盤を置く国際化を推進する目的で国際シンポジウム「The 5th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2019~Joint International Workshops on Advanced

Nanovision Science / Advanced Green Science / Promotion of Global Young Researchers on the bases of Interdisciplinary Domain Researches」を、3月6日(水)静岡キャンパスにおいて開催した。同シンポジウムでは、『静岡大学における研究の将来ビジョンとグローバル化ならびに次世代を担う研究者の育成』を共通のテーマとし、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、アジアの5ヶ国、北米1カ国、ヨーロッパ2カ国、日本国内の大学から合計28名の研究者を招へいし、合計166名が参加し、静岡大学の研究力を示し、活発な研究・学生交流が促進され、グローバル人材育成教育を推進した。

中東欧の協定校との国際会議「The 17th International Conference on Global Research and Education (Inter-Academia 2018)」が、リトアニアのカウナス工科大学で開催され、本学から29名の教員と学生を派遣した。4日間を通して56件の口頭・ポスターによる研究発表、18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。

インド SRM 大学とナノ科学とナノ技術に関する国際会議5th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN2019)が、インドカッタクラツル州 SRM 大学で開催され、16名の教員・博士課程学生を派遣し、共同研究の推進を支援した。

平成30年度創造科学技術大学院にDDP学生4名が入学、4名が修了し、単位取得退学をした2名を含めて合計6名が学位を取得した。国際シンポジウム開催時、修士・博士学生の招へい・派遣を実施し、修士・博士学生の発表支援を行った。

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	Faizan Khan	池田 浩也	Investigation of nanostructured thermoelectric materials available to wearable power generator for portable medical sensors and visual devices
ナビジョン工学	Goyal Chandra Prakash	池田 浩也	Investigate the Thermoelectric properties of SiGe nanowire array based thermopile infrared photodetector
ナビジョン工学	Khotimatul Fauziah	池田 浩也	Investigation of thermoelectric characteristics of Si-nanowire thermopile for thermoelectric device applications
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
ナビジョン工学	Elamaran Durgadevi	猪川 洋	Study on SOI-CMOS Based Combined Thermocouple-Heater Device for THz Detection
ナビジョン工学	Nagarajan Anitharaj	猪川 洋	Directivity of SOI photodiode with surface plasmon antenna
ナビジョン工学	Nor Hafizah Binti Mohamed Halip	川田 善正	Thermal imaging of single living cells using two-photon phase-resolved fluorescence lifetime measurement method using ultrashort pulse laser
ナビジョン工学	林 大智	小野 篤史	走査型近接場光学顕微鏡を用いたSiC結晶における赤外フォノンポラリトンの伝播制御
光・ナノ物質機能	佐野 匠	板垣 秀幸	シンジオタクチックポリスチレンと機能性分子との共結晶化による新規高分子材料の開発
光・ナノ物質機能	Teguh Handoyo	近藤 淳	Development a Sensitive and Low-Cost Optofluidic Integrated Biosensor Based on The Localized Surface Plasmon Resonance (LSPR) Properties of Gold Nanoparticles for Uric Acid Detection in Urine.
光・ナノ物質機能	Subramanian Nithiananth	下村 勝	Vertically aligned single step growth of Rectangular TiO ₂ nanorod as electron transport layer for perovskite solar cells applications
光・ナノ物質機能	Palani Rajasekaran	下村 勝	Investigation of nanostructured tin oxide-based perovskite thin films for high temperature thermoelectric applications
光・ナノ物質機能	P. S. Jayawardena	下村 勝	Modification of a QCM sensor based on metal oxide/graphene oxide composites for improved gas sensing upon UV irradiation at room temperature
光・ナノ物質機能	Salina binti Mohammad Mokhtar	下村 勝	Fabrication of niobium-doped aligned TiO ₂ nanorods array for ultraviolet sensor application
光・ナノ物質機能	Wan Ibtisam 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	Two-dimension planar molybdenum disulfide (MoS ₂) micro-thermoelectric generator (MTG) using exuded thermal field for low-cost thermoelectric module
光・ナノ物質機能	コウ アルイ	立岡 浩一	Molten salt assisted synthesis of Silicon nanostructures
光・ナノ物質機能	Md. Abdul Momin	三重野 哲	Development of Load Cell by Using Multiwall Carbon Nanotube / Cotton Composites and Applications for Monitoring of Human Movement
光・ナノ物質機能	Adnan Fatahillah Afiff	Moraru Daniel	Study of selectively-doped donor arrays for practical applications
光・ナノ物質機能	Prabhudesai Gaurang Pramod	Moraru Daniel	Study of dopant-dopant interactions in silicon nanowires and nanoslabs

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	朱 程亮	李 洪譜	All-fiber circular polarization converter realized by using two consecutively-cascaded helical long-period fiber gratings
光・ナノ物質機能	Meenachisundaram Sridevi	脇谷 尚樹	Giant pyroelectric characteristics in a free-standing close-packed hemispherical shell structure thin film
光・ナノ物質機能	大木 結似	守谷 誠	K ₂ N(SO ₂ CF ₃) ₂ とジアミンを構成要素とするカリウムイオン伝導性分子結晶電解質の開発
情報科学	黒田 友貴	熊野 善助	理系人材の科学観と汎用的能力に関する研究 -理系人材に求められる要素に着目して-
情報科学	小林 信博	西垣 正勝	複合システムにおけるセキュリティ対策技術に関する研究
情報科学	加賀 陽介	西垣 正勝	生体認証システムの高精度化に関する研究
情報科学	石渡 要介	峰野 博史	フレーム間対応点の移動方向を利用した動画像とセンサデータの同期手法の検討
情報科学	古都 哲生	峰野 博史	ブロックチェーンを使ったIoTシステムの研究
情報科学	竹内 太法	立蔵 洋介	深層学習を用いた声質変換による騒音環境下の音声の聞き取りやすさ向上
環境・エネルギーシステム	Dinh Van Nhan	Casareto Beatriz Estela	Diel feeding behavior and prey selection of mesozooplankton on microplankton at Bise reef lagoon, Okinawa, Japan
環境・エネルギーシステム	Montaphat Thummasan	Casareto Beatriz Estela	The expression of heat shock proteins 60 in corals under thermal stress and high nitrate concentration in Sesoko reef, Okinawa, Japan
環境・エネルギーシステム	Le Thi Ha Thanh	金原 和秀	ジベンプフランならびにナフタレン分解新規好熱性細菌のゲノム配列解析結果に基づく初発酸化酵素の発現解析
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	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
環境・エネルギーシステム	Mingzhong Zhao	大矢 恭久	The microstructure effects on the hydrogen isotope permeation behavior in tungsten under fusion relevant high temperature conditions
バイオサイエンス	小池 直暉	丑丸 敬史	核小体タンパク質のプロテアソーム分解機構の解明
バイオサイエンス	Shamsul Morshed	丑丸 敬史	過剰量のNop1のオートファジー分解の機構解明
バイオサイエンス	Arif Yanuar Ridwan	河岸 洋和	Chemical investigation of acute encephalopathy caused by intake of the mushroom <i>Pleurocybella porrigens</i>
バイオサイエンス	Irine Yunhafita Malya	河岸 洋和	Bioorganic chemical studies on fruiting bodies of <i>Entoloma clypeatum</i>
バイオサイエンス	福田 達也	塩尻 信義	肝臓再生の機序に関する研究
バイオサイエンス	福地 智一	塩尻 信義	肝臓特異的 <i>Hhex</i> 遺伝子欠失マウス肝臓における嚢胞発生メカニズムの数理ネットワーク解析
バイオサイエンス	Abdullah AN Naser	徳元 俊伸	Identification of responsible genes for experimental testicular teratoma

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	Md Mostafizur Rahaman	徳元 俊伸	Transgenerational effects of an endocrine disrupting chemical, bisphenol A on reproductive functions of zebrafish
バイオサイエンス	Hamizah Suhaimi	朴 龍洙	Vaccine development of Neosporosis using polyvalent virus-like particle with high immune response
バイオサイエンス	Robert Minkner	朴 龍洙	Study on efficient purification of enveloped virus-like particles (VLPs) from silkworm larval hemolymph targeting pharmaceutical grade
バイオサイエンス	Ahmad Suparmin	朴 龍洙	Genome editing approach for analyze the metabolism of Cordyceps militaris in liquid static culture
バイオサイエンス	Fahmida Nasrin	朴 龍洙	Virus detection by steric induced LSPR method beyond the conventional size and distance based analysis
バイオサイエンス	竹村 謙信	朴 龍洙	金平糖型金ナノ粒子-磁性ナノ粒子複合体を用いたノロウイルスの分離・濃縮による高感度検出
バイオサイエンス	和栗 智治	山内 清志	両生類薬物代謝酵素の解析
バイオサイエンス	Md Mizanur Rahman Moghal	山崎 昌一	Effect of Membrane Potential on the Translocation of Cell-Penetrating Peptide Transportan 10 across Lipid Bilayers
バイオサイエンス	Egi Tritya Apdila	山崎 昌一	好熱性シアノバクテリア <i>Thermosynechococcus elongatus</i> BP-1 のモノグルコシルジアシルグリセロール (GlcDG)異性化酵素遺伝子の同定
バイオサイエンス	Or Rashid Md Mamun	山崎 昌一	Effect of the lipid compositions on magainin 2-induced pore formation.
バイオサイエンス	Saha Samiron Kumar	山崎 昌一	Estimation of Membrane Tension in Negatively Charged Vesicles Induced by Osmotic Pressure
バイオサイエンス	Farzana Hossain	山崎 昌一	Interaction of Lactoferricin B with living single Escherichia coli cells and single vesicles of extract lipids
バイオサイエンス	Madhabi Lata Shuma	山崎 昌一	Mechanism of entry of cell-penetrating peptides into single vesicle lumen.
バイオサイエンス	阿部 紗織	茶山 和敏	マウス新生仔の腸内細菌叢形成に対する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	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	Kaweewan Issara	小谷 真也	放線菌の生産する生理活性物質の単離と構造決定

(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
ナノテクノロジー工学	都木 克之	青木 徹	2018.4.11	Study of an X-ray/Gamma Ray Photon Counting Circuit Based on Charge Injection	Katsuyuki Takagi, Tsuyoshi Terao, Akifumi Koike, and Toru Aoki	Sensors and Materials
ナノテクノロジー工学	中川 央也	青木 徹	2018.4.20	Carrier Transport Properties of CdTe Detector under Polarization Condition	Hisaya Nakagawa, Tsuyoshi Terao, Tomoaki Masuzawa, Tetsu Ito, Akifumi Koike, Hisashi Morii, and Toru Aoki	Sensors and Materials
ナノテクノロジー工学	木下 聖也	井上 翼	2018.12.5	Two step floating catalyst chemical vapor deposition including in situ fabrication of catalyst nanoparticles and carbon nanotube forest growth with low impurity level	Toshiya Kinoshita, Motoyuki Karita, Takayuki Nakano, Yoku Inoue	Carbon
ナノテクノロジー工学	Sharma Yash	猪川 洋	2018.4.23	Application of Bow-Tie Surface Plasmon Antenna to Silicon on Insulator Nanowire Photodiode for Enhanced Light Absorption	Yash Sharma, Hiroaki Satoh and Hiroshi Inokawa	IEICE Electronics Express
ナノテクノロジー工学	Himma Firdaus	小野 行徳	2018.10.26	Electron Aspirator using Electron-electron Scattering in Nanoscale Silicon	Himma Firdaus, Tokinobu Watanabe, Masahiro Hori, Daniel Moraru, Yasuo Takahashi, Akira Fujiwara & Yukinori Ono	Nature communications
ナノテクノロジー工学	Taras Hanulia	川田 善正	2018.6.22	Fluorescence lifetime measurement excited with ultraviolet surface plasmon resonance	Taras Hanulia, Wataru Inami, Atsushi Ono, Yoshimasa Kawata	Optics Communications
ナノテクノロジー工学	Sumeet Shrestha	川人 祥二	2018.6.1	A Silicon-on-Insulator-Based Dual-Gain Charge-Sensitive Pixel Detector for Low-Noise X-ray Imaging for Future Astronomical Satellite Missions	S. Shrestha, S. Kawahito, H. Kamehama, S. Nakanishi, K. Yasutomi, K. Kagawa, N. Teranishi, A. Takeda, T. Go. Tsuru, I. Kurachi, Y. Arai	Sensors

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
ナノテクノロジー工学	鳥山 誠也	小野 篤史	2018.12.4	Fabrication of silver nano-rings using photo-reduction induced by femtosecond pulses	Seiya Toriyama, Vyngantas Mizeikis, and Aisushi Ono	Applied Physics Express
光・ナノ物質機能	伊藤 大樹	板垣 秀幸	2017.12.26	Clarification of the inner microenvironments in poly(N-isopropylacrylamide) hydrogels in macrogel and microgel forms using a fluorescent probe technique	Daiki Ito and Hideyuki Itagaki	European Polymer Journal
光・ナノ物質機能	Rengarajan Abinaya	下村 勝	2018.5.24	Ultrathin layered MoS ₂ nanosheets with rich active sites for enhanced visible light photocatalytic activity	R. Abinaya, J. Archana, S. Harish, M. Navaneethan, S. Ponnusamy, C. Muthamizhchelvan, M. Shimomura and Y. Hayakawa	RSC Advances
光・ナノ物質機能	Ibrahim Khaleelullah Mohamed Mathar Sahib	早川 泰弘	2018.7.31	Photothermally Active Upconversion Core-Shell NaGdF ₄ :Yb:Tm@Cu Nanostructures: Synthesis and Theranostic Properties	I K Mohamed Mathar Sahib, A. Tanaka, D. Thangaraju, K. Sugimoto, Y. Shimura, W. Inami, Y. kawata and Y. Hayakawa	Journal of Particle & Particle Systems Characterization
光・ナノ物質機能	Ramaraj Sankar Ganesh	早川 泰弘	2018.1.15	Enhanced photon collection of high surface area carbonate-doped mesoporous TiO ₂ nanospheres in dye sensitized solar cells	R. Sankar Ganesh, M. Navaneethan, S. Ponnusamy, C. Muthamizhchelvan, S. Kawasaki, Y. Shimura, Y. Hayakawa	Materials Research Bulletin
光・ナノ物質機能	Ramaraj Sankar Ganesh	早川 泰弘	2018.1.23	ZnO hierarchical 3D-flower like architectures and their gas sensing properties at room temperature	R. Sankar Ganesh, Ganesh Kumar Mani, R. Elayaraja, E. Durgadevi, M. Navaneethan, S. Ponnusamy, K. Tsuchiya, C. Muthamizhchelvan and Y. Hayakawa	Applied Surface Science

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	Md. Abul Kalam	三重野 哲	2018.6.7	Pressure and discharge current dependence of production rate of single-walled carbon nanotubes by the bipolar pulsed arc-discharge method	Md. Abul Kalam, Tetsu Mieno	Fullerene, Nanotubes and Carbon Nanostructures
光・ナノ物質機能	朱 程亮	李 洪譜	2018.9.15	Mode-couplings in two cascaded helical long-period fibre gratings and their application to polarization-insensitive band-rejection filter	Chengliang Zhu, Hua Zhao, and Hongpu Li	Optics Communications
光・ナノ物質機能	朱 程亮	李 洪譜	2018.9.20	All-fiber circular polarization filter realized by using helical long-period fiber gratings	Chengliang Zhu, Takuya Yamakawa, Hua Zhao, and Hongpu Li	IEEE Photonic Technology Letters
光・ナノ物質機能	Debnath Nipa	脇谷 尚樹	2018.6.5	Magnetic-field-induced phase separation via spinodal decomposition in epitaxial manganese ferrite thin films	Nipa Debnath, Takahiko Kawaguchi, Harinarayan Das, Shogo Suzuki, Wataru, Kumasaka, Naonori Sakamoto, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya	Science and Technology of Advanced Materials
光・ナノ物質機能	Sridevi Meenachisundaram	脇谷 尚樹	2017.9.26	Preparation of free-standing multilayer hemispherical shell thin film using monodisperse polymer template	Sridevi Meenachisundaram, Takahiko Kawaguchi, Ryo Usami, Naonori Sakamoto, Kazuo Shinozaki, Muthamizhchelvan Chellamuthu, Suruttaiya U. Ponnusamy, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya	Journal of Alloys and Compounds
情報科学	黒田 友貴	熊野 善介	2018.3.29	The Research on Effects of Science Students Participation to the Open Campus Project	Tomotaka Kuroda	International Journal of Management and Applied Science (IJMAS)

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	坂田 尚子	熊野 善介	2018.10.1	Attempting STEM Education in Informal Educational Facilities Through the Theme of “sand”	Shoko Sakata, Yoshisuke Kumano	K-12 STEM Education
情報科学	Pramudya Dwi Aristya Putra	熊野 善介	2018.11.1	Energy Learning Progression and STEM Conceptualization Among Pre-service Science teachers in Japan and Indonesia	Pramudya Dwi Aristya Putra, Yoshisuke Kumano	The New Educational Review
環境・エネルギーシステム	Nguyen The Duc	Casareto Beatriz Estela	2018.10.20	Glycerol Enhances Growth and Antimicrobial Properties of Selected <i>Vibrio Bacteria</i> Associated with the Coral <i>Montipora digitata</i>	The Duc Nguyen, Beatriz Estela Casareto, Chitra Ramphul, Keita Toyoda, Toshiyuki Suzuki, Taketomo Fujiwara, Yoshimi Suzuki	Research Journal of Microbiology
環境・エネルギーシステム	Maica Krizna A. Gavina	吉村 仁	2018.5.14	Long-term persistence of agricultural pest insects by risk-spreading dispersal	Maica Krizna Areja Gavina, Kotaro Aoki, Genki Ichinose, Jomar F. Rabajante, Hiromu Ito, Satoru Morita, Vincent A. A. Jansen, Jin Yoshimura	Ecological Research
バイオイェンス	Md. Golam Mostofa	丑丸 敬史	2018.4.7	Cdc14 phosphatase promotes TORC1-regulated autophagy in yeast.	Akihiro Kondo*, Md. Golam Mostofa*, Katsuya Miyake, Mashu Terasawa, Nafisa Islam, Akter MST Yeamin, Talukdar Muhammad Waliullah, Tomotake Kanki, and Takashi Ushimaru	Journal of Molecular Biology
バイオイェンス	Md. Golam Mostofa	丑丸 敬史	2018.4.11	CLIP and cohibin separate rDNA from nucleolar proteins destined for degradation by nucleophagy.	Md. Golam Mostofa, Muhammad Arifur Rahman, Naoki Koike, Akter MST Yeamin, Nafisa Islam, Talukdar Muhammad Waliullah, Shun Hosoyamada, Mitsugu Shimobayashi, Takehiko Kobayashi, Michael	J. Cell Biol

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
バイオイェンス	Muhammad Arifur Rahman	丑丸 敬史	2018.3.26	The Nem1/Spo7-Pah1/lipin axis is required for autophagy induction after TORC1 inactivation.	Muhammad Arifur Rahman, Md. Golam Mostofa, and Takashi Ushimaru	FEBS Journal
バイオイェンス	Muhammad Arifur Rahman	丑丸 敬史	2018.9.3	The TORC1-Nem1/Spo7-Pah1/lipin axis regulates microautophagy induction in budding yeast	Muhammad Arifur Rahman, Mashu Terasawa, Md. Golam Mostofa, and Takashi Ushimaru	Biochemical and Biophysical Research Communications
バイオイェンス	小池 直暉	丑丸 敬史	2018.1.25	Heat shock transcriptional factor mediates mitochondrial unfolded protein response.	Naoki Koike, Yuuki Hatano and Takashi Ushimaru	Current Genetics
バイオイェンス	Arif Yanuar Ridwan	河岸 洋和	2018.5.18	A novel plant growth regulator from Pholiota lubrica a Graduate School of Science and Technology, Shizuoka	Arif Yanuar Ridwan, Ryuta Matoba, Jing Wub, Jae-Hoon Choi, Hirofumi Hirai, Hirokazu Kawagishi	Tetrahedron Letters
バイオイェンス	Md. Mizanur Rahman Moghal	山崎 昌一	2018.2.6	Continuous Detection of Entry of Cell-Penetrating Peptide Transportan 10 into Single Vesicles	Md. Mizanur Rahman Moghal, Md. Zahidul Islam, Sabrina Sharmin, Victor Levadnyy, Md. Moniruzzaman and Masahito Yamazaki	Chem. Phys. Lipids
バイオイェンス	Moynul Hasan	山崎 昌一	2018.2.15	Mechanism of Initial Stage of Pore Formation Induced by Antimicrobial Peptide Magainin 2	Moynul Hasan, Mohammad Abu Sayem Karal, Victor Levadnyy and Masahito Yamazaki	Langmuir
バイオイェンス	Moynul Hasan	山崎 昌一	2018.6.26	Effect of Membrane Tension on Transbilayer Movement of Lipids	Moynul Hasan, Samiron Kumar Saha and Masahito Yamazaki	J. Chem. Phys

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
バイオイェンス	Farliza Parvez	山崎 昌一	2018.8.31	Elementary Processes of Antimicrobial Peptide PGLa-Induced Pore Formation in Lipid Bilayers	Farliza Parvez, Jahangir Md. Alam, Hideo Dohra, Masahito Yamazaki	BBA-Biomembranes, in press, 2018
バイオイェンス	Kaweewan Issara	小谷 真也	2018.8.31	Isolation and structure determination of a new cytotoxic peptide, curacozole, from Streptomyces curacoi based on genome mining	Issara Kaweewan, Hisayuki Komaki, Hikaru Hemmi, Kanata Hoshino, Takeshi Hosaka, Gouchi Isokawa, Takanori Oyoshi & Shinya	The Journal of Antibiotics
バイオイェンス	Kaweewan Issara	小谷 真也	2018.11.6	Isolation and structure determination of a new lasso peptide specialicin based on genome mining	Issara Kaweewan, Hikaru Hemmi, Hisayuki Komaki, Shigeyoshi Harada, Shinya Kodani	Bioorganic & Medicinal Chemistry
バイオイェンス	Liu Litong	茶山 和敏	2018.5.19	The combined administration of EGCG and caffeine induces not only suppression of fat accumulation but also anorexigenic action in mice	Litong Liu, Kazutoshi Sayama	The Journal of Functional Foods

(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
ナノテクノロジー工学	Kolchiba Mykyta	川田 善正	2018.9.15～9.22	アメリカ光学学会 Frontiers in Optics (FIO)	Washington, District of Columbia, USA	Fabrication of YAlO ₃ :Gd ³⁺ Thin Films for Nanoimaging
ナノテクノロジー工学	Lee Sangwon	川人 祥二	2018.9.8～9.14	EUROSENSORS 2018	Graz, Austria	A Back-illuminated Time-of-Flight Image Sensor with SOI-based Fully Depleted Detector Technology for LiDAR application
光・ナノ物質機能	朱 程亮	李 洪譜	2018.10.25～10.30	Asia Communications and Photonics Conference (ACP) 2018	Hangzhou, China	Wideband and polarization-insensitive band-rejection filter realized by using two cascaded helical long-period fibre gratings
情報科学	坂田 尚子	熊野 善介	2018.11.29～12.3	2018 International Conference of East-Asian Association for Science Education	Hualian, Taiwan	Attempt of STEM Education with the Theme of “sand” in Informal Educational Facilities
情報科学	黒田 友貴	熊野 善介	2018.11.29～12.3	2018 International Conference of East-Asian Association for Science Education	Hualian, Taiwan	A study on Program Development Elements Focused on Social Skill Training of STEM Human Resources: Focusing on Student's Self Evaluation Results
情報科学	竹林 知大	熊野 善介	2019.1.3～1.5	The Association for Science Teacher Education (ASTE)	Savannah, Georgia, USA	Development of the geological STEM materials specialized in geology of Japan - Using the Crystal Sands and Minerals from Nijijima, Japan -
情報科学	Pramudya Dwi Aristya Putra	熊野 善介	2018.11.29～12.3	2018 International Conference of East-Asian Association for Science Education	Hualian, Taiwan	Development of Instrument to Assess STEM Self-efficacy and Content-knowledge
情報科学	Nurul Fitriyah Sulaeman	熊野 善介	2018.11.29～12.3	2018 International Conference of East-Asian Association for Science Education	Hualian, Taiwan	Why Energy Literacy Should Be Priority for Pre-Service Science Teacher in Japan and Indonesia

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
情報科学	古都 哲生	峰野 博史	2018.9.8～9.14	IWIN (International Workshop on Informatics) 2018	Salzburg, Austria	Proposal of IoT system with SmartContract on BlockChain
情報科学	竹内 太法	立蔵 洋介	2018.11.11～11.17	Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference 2018 (APSIPA ASC 2018)	Honolulu, Hawaii, USA	Improvement of Speech Intelligibility in Noisy Environment based on Voice Conversion with Glimpse Proportion Measure
環境・エネルギーシステム	Devendran Thirunavukarasu	島村 佳伸	2018.11.6～11.10	The 10th International Conference on Green Composites (ICGC-10)	Quanzhou, China	Preparation and Characterization of Cellulose Nanofiber Sheet
環境・エネルギーシステム	鈴木 研志	二又 裕之	2018.6.6～6.12	American Society of Microbiology 2018	Atlanta, Georgia, USA	Metabolic networks based on the substrate-spatiotemporal heterogeneity can organize coexistence of microbes
バイオサイエンス	Theeranukul Pachoensuk	徳元 俊伸	2019.1.6～1.10	2019 9th International Conference on Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics	Singapore	Establishment of Gene Knock-out Strain of pax2a Selected as an Ovulation-inducing Gene by in vivo Assay by Genome Editing in Zebrafish
バイオサイエンス	Hamizah Suhaimi	朴 龍洙	2018.11.25～12.1	7th International Conference on Biotechnology for the wellness industry	Kuala Lumpur, Malaysia	Neospora caninum: cloning and expression of gene coding profilin for recognition by antigen-specific responses, Toll Like Receptor 11 ligand
バイオサイエンス	Ahmad Suparmin	朴 龍洙	2018.11.25～12.1	7th International Conference on Biotechnology for the wellness industry	Kuala Lumpur, Malaysia	Global metabolic shifting between aerial and submerged mycelia formed in liquid surface culture of Cordyceps militaris
バイオサイエンス	Fahmida Nasrin	朴 龍洙	2018.11.4～11.9	The 5th International Conference & Exhibition for Nanotechnology (NANOPIA 2018)	Gyeongnam, Korea	Highly sensitive detection of norovirus tuning localized surface plasmon resonance-induced optical signal between gold nanoparticles and quantum dots

専攻名	バイオサイエンス	発表者名	竹村 謙信	指導教員名	朴 龍洙	出張期間	2018.11.4～11.9	国際会議名	The 5th International Conference & Exhibition for Nanotechnology (NANOPIA 2018)	開催地	Gyeongnam, Korea	発表題目	Development of electrochemical sensing platform for Hepatitis E virus-like particles (HEV-LPs) using graphene quantum dots and gold-polyaniline nanocomposites
-----	----------	------	-------	-------	------	------	----------------	-------	---	-----	------------------	------	--

(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	中性子半導体検出機の開発	ナビジョン工学	中川 央也	青木 徹
2	高精細シンチレータ放射線検出機の開発	ナビジョン工学	田端 健人	青木 徹
3	ウェアラブル熱電発電材料の研究	ナビジョン工学	Khan Faizan	池田 浩也
4	カーボンナノチューブ応用に向けた新規合成技術の開発	ナビジョン工学	木下 聖也	井上 翼
5	SOI技術を用いた極低ノイズ・高速イメージングデバイスの研究	ナビジョン工学	Sumeet Shrestha	川人 祥二
6	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	ナビジョン工学	Lee Minho	川人 祥二
7	3D画像センサの開発	ナビジョン工学	Lee Sang Gwon	川人 祥二
8	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	ナビジョン工学	Kim Juyeong	川人 祥二
9	ZnOナノ構造を用いた光触媒に関する研究	ナビジョン工学	Worasawat Suchada	三村 秀典
10	偏光制御による金属ナノパターン作製技術の確立	ナビジョン工学	鳥山 誠也	小野 篤史
11	走査型近接場光学顕微鏡を用いたSiCの赤外フォノンポラリトンの伝播制御	ナビジョン工学	林 大智	小野 篤史
12	可視近赤外同時弁別性イメージセンサの開発	ナビジョン工学	宮道 篤孝	小野 篤史
13	超高時間分解撮像デバイスに関する研究	ナビジョン工学	Sivakumar Panneer Selvam	香川 景一郎
14	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
15	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

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
16	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
17	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
18	バイポーラーアーク放電における熱伝達	光・ナノ物質機能	Kalam Md Abul	三重野 哲
19	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
20	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
21	熱電半導体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	Yuan Peiling	立岡 浩一
22	バイオイメージングに関する研究	光・ナノ物質機能	Mohamed Mathar Sahib I K	早川 泰弘
23	ペロブスカイト型太陽電池の開発	光・ナノ物質機能	Albertus Bramantyo	村上 健司
24	ナノ構造金属酸化膜の形成とその応用に関する研究	光・ナノ物質機能	A.M.S.L.B. Attanakyake	村上 健司
25	螺旋状ファイバグレイディングによる高感度センシングデバイスへの応用	光・ナノ物質機能	Subramanian Ramanathan	李 洪譜
26	OAMモード多重光通信のための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
27	PLD法によるセラミックス薄膜の作製	光・ナノ物質機能	Debnath Nipa	脇谷 尚樹
28	希土類化合物の物性研究	光・ナノ物質機能	Jumaeda Jatmika	海老原 孝雄
29	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
30	新規NHC触媒の開発と機能解析	光・ナノ物質機能	喜屋武 龍二	鳴海 哲夫

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
31	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
32	対数型美的曲面の高速生成	情報科学	鈴木 晶	三浦 憲二郎
33	Broken JPEG image reconstruction	情報科学	Sultana Rebeka	大橋 剛介
34	静岡STEMジュニアプロジェクト/日本およびアメリカにおける次世代型STEM教育研究	情報科学	坂田 尚子	熊野 善介
35	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
36	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
37	HAIにおけるエージェンシー認知解析プロジェクト	情報科学	坂本 孝丈	竹内 勇剛
38	HAIにおけるエージェンシー認知解析プロジェクト	情報科学	吉岡 源太	竹内 勇剛
39	超弦理論の行列模型の研究	情報科学	畠山 洸太	土屋 麻人
40	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
41	遅延フィードバック制御による安定化の仕組みの解明	情報科学	横井 伸行	宮崎 倫子
42	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
43	マルチモーダル認知症コーパスに関する研究	情報科学	神谷 直輝	桐山 伸也
44	医療介護現場における個性に基づくケア実践と持続的な学びのための協調学習環境の構築	情報科学	小俣 敦士	桐山 伸也
45	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

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
46	日本で最も美しい村の農村計画研究のための資料・データの収集と整理	情報科学	伊東 さの子	藤本 穰彦
47	場の量子論における非摂動効果の研究	情報科学	杉山 健斗	森田 健
48	生物進化の個体ベースシミュレーション	環境・エネルギーシステム	Maica Krizna Areja Gavina	吉村 仁
49	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
50	環境ストレス下における生態系応答のインジケータの探索：遺伝子発現・生物・化学成分等の探索	環境・エネルギーシステム	Nguyen The Duc	Casareto Beatriz Estela
51	環境変動における沿岸生態系プランクトンの動態：組成・サイズおよび物質循環への影響	環境・エネルギーシステム	Sangmanee Kanwara	Casareto Beatriz Estela
52	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	Casareto Beatriz Estela
53	サンゴの病気と白化における環境ストレスとバクテリア相互の実態解明	環境・エネルギーシステム	Thummasan Montaphat	Casareto Beatriz Estela
54	微生物に対する毒性試験	環境・エネルギーシステム	Tran Vu Ngoc Thi	金原 和秀
55	ナノ流体および磁性流体の伝熱特性に関する研究	環境・エネルギーシステム	白 暁輝	桑原 不二朗
56	CVD法による高品質なグラフェン創成技術の開発	環境・エネルギーシステム	張 磊	孔 昌一
57	セルロースナノファイバーを利用した住宅部品高断熱化によるCO2削減	環境・エネルギーシステム	Thirunavukarasu Devendran	島村 佳伸
58	デュアルインバータによるオープンエンド巻線P M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
59	バイオマス由来のタールを活用した効率的なクリーンエネルギー製造用触媒のキャラクタリゼーション	環境・エネルギーシステム	平田 望	福原 長寿
60	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

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
61	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	Huang Ke Chao	王 権
62	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
63	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
64	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
65	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 Mostafizu r	徳元 俊伸
66	DNA修復機構の解明	バイオサイエンス	小池 直暉	丑丸 敬史
67	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
68	ファエ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
69	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
70	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
71	カイコで発見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
72	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
73	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
74	病原性ジカウイルスの高感度検出に関する研究	バイオサイエンス	竹村 謙信	朴 龍洙
75	サトイモの系統解析	バイオサイエンス	Chacuttayapong Wiluk	本橋 令子

№	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
76	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 Mohammad Ashrafuzzaman	山内 清志
77	生物の環境応答メカニズムの解析（エピジェネティックな観点から）	バイオサイエンス	和栗 智治	山内 清志
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	Farliza Parvez	山崎 昌一
79	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
80	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
81	好熱性シアノバクテリアの糖脂質異性化機構の解析	バイオサイエンス	Egi Trytia Apdila	栗井 光一郎
82	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
83	新生児の免疫機能発達に対する母乳中CCL28の役割に関する研究	バイオサイエンス	Liu Litong	茶山 和敏
84	新生児の免疫機能発達に対する母乳中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

(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	六方晶BN薄膜の高品質化	ナビジョン工学	Kuppusamy Silambarasan	原 和彦
2	電子線励起による高感度・高空間分解能イオンセンサーの開発	ナビジョン工学	柴野 暁	川田 善正
3	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	ナビジョン工学	Shukri B. Korakkottil Kunhi Mohd	川人 祥二
4	カーボンナノチューブを用いたFETの研究	ナビジョン工学	Chitra Pandy	三村 秀典
5	Isogeometric Analysisの基礎研究	情報科学	王 丹	三浦 憲二郎
6	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
7	電解複合切削加工の工具の研究	環境・エネルギーシステム	王 思聰	早川 邦夫
8	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
9	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
10	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
11	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	馬 姣姣	孔 昌一
12	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同定	バイオサイエンス	Md. Rezanujjaman	徳元 俊伸
13	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
14	デングウイルス様粒子の作製	バイオサイエンス	Doddy Irawan Setyo Utomo	朴 龍洙
15	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

7. 主催・共催シンポジウム等

(1) 第17回インターアカデミア(Inter-Academia 2018)国際会議

“The 17th International Conference on Global Research and Education”

日時 平成30年9月24日～27日

場所 カウナス工科大学 リアニア

世話人 カウナス工科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29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86名

(2) “The 4th International Conference on Nano Electronics Research and Education(ICNERE2018) joined with the 20th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium”

第4回 ICNERE と第20回高柳健次郎メモリアルシンポジウム共催シンポジウム

共催 創造科学技術大学院 電子工学研究所

日時 平成30年11月27日～29日

場所 静岡大学 浜松キャンパス S-Port3 階大会議室

世話人 創造科学技術大学院 電子工学研究所、ICNERE・高柳健次郎メモリアルシンポジウム実施委員会

分野 エレクトロニクス、材料、機械、情報通信分野

参加者 石井潔学長、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、川田善正工学部長、並びに教職員学生を含む合計298名(うち海外からの参加23名を含む)

(3) “The 5th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2019～Joint International Workshops on Advanced Nanovision Science / Advanced Green Science / Promotion of Global Young Researchers, on the basis of Interdisciplinary Domain Researches～”

共催国際シンポジウム

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 平成31年3月6日

場所 静岡大学 静岡キャンパス 農学総合棟

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、ナ

ノバイオ科学

参加者 石井潔学長、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、超領域研究推進本部齋藤隆
之統括、並びに教職員学生を含む合計166名が参加(うち海外からの参加26名を含む)

8. 大学間交流協定等

- (1) インド国立薬科教育研究院(インド)との大学間交流協定締結(平成 30 年 10 月 5 日)
- (2) ヤシ農業科学獣医学大学(ルーマニア)との大学間交流協定締結(平成 31 年 2 月 12 日)
- (3) マラヤ大学(マレーシア)との大学間交流協定締結(平成 31 年 2 月 14 日)
- (4) バングラディッシュ農業大学(バングラディッシュ)との大学間交流協定締結(平成 31 年 2 月 19 日)
- (5) 忠南大学校(韓国)との大学間交流協定締結(平成 31 年 3 月 6 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	0	2	0	0	2
	10月入学	1	0	3	4	8
	計	1	2	3	4	10
光・ナノ物質機能	4月入学	2	0	1	0	3
	10月入学	0	2	0	1	3
	計	2	2	1	1	6
情報科学	4月入学	3	6	0	1	10
	10月入学	0	2	2	0	4
	計	3	8	2	1	14
環境・エネルギーシステム	4月入学	1	1	3	0	5
	10月入学	0	0	4	1	5
	計	1	1	7	1	10
バイオサイエンス	4月入学	4	0	0	1	5
	10月入学	1	0	3	2	6
	計	5	0	3	3	11
合 計		12	13	16	10	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30年度		平成31年度	平成32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)	工学部	教授	間瀬 暢之	1,800,000	540,000	1,800,000	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
基盤研究(S)	電子工学研究所	教授	川人 祥二	33,500,000	10,050,000	34,400,000	34,100,000	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)	創造科学技術大学院	教授	吉村 仁	5,200,000	1,560,000	0	0	周期生物の進化メカニズム
基盤研究(A)	工学部	教授	能見 公博	2,800,000	840,000	0	0	超小型衛星の宇宙実験による軌道上的における宇宙エレベーターの運動解析
基盤研究(A)	情報学部	教授	大島 純	8,800,000	2,640,000	6,800,000	0	アクテイ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)	情報学部	教授	宮崎 真	8,100,000	2,430,000	6,600,000	0	変動性判断の神経機序—変動ある環境を克服する脳の仕組みの探究—
基盤研究(A)	電子工学研究所	教授	小野 行徳	5,300,000	1,590,000	3,300,000	0	シリコン中のドーパント原子を用いた単一フォトン制御
基盤研究(A)	グリーン科学技術研究所	教授	朴 龍洙	7,900,000	2,370,000	7,400,000	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)	グリーン科学技術研究所	教授	河岸 洋和	7,900,000	2,370,000	0	0	高等菌類の子実体発生物質の解明と応用展開
基盤研究(A)	電子工学研究所	教授	川人 祥二	15,300,000	4,590,000	11,500,000	7,500,000	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の研究
基盤研究(A)	工学部	准教授	松井 信	17,100,000	5,130,000	9,500,000	5,000,000	半導体レーザ—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(B)	工学部	教授	石原 進	2,800,000	840,000	0	0	0	複数メディア併用とセンサデータ転送によるロバストな衝突防止車々間通信システム
基盤研究(B)	理学部	准教授	山中 正道	1,900,000	570,000	0	0	0	超分子ヒドロゲルを用いた生体高分子の電気泳動
基盤研究(B)	工学部	教授	江上 力	2,400,000	720,000	0	0	0	超解像ベクトリアル偏光干渉レーザー顕微鏡による微粒子イメージング
基盤研究(B)	創造科学技術大学院	教授	吉村 仁	3,000,000	900,000	0	0	0	不確定な環境での動的行動の最適化とゲーム理論への拡張
基盤研究(B)	グリーン科学技術研究所	教授	木村 浩之	2,500,000	750,000	2,100,000	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)	教育学部	教授	熊野 善介	3,700,000	1,110,000	0	0	0	日本およ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)	電子工学研究所	教授	佐々木 哲朗	3,100,000	930,000	0	0	0	低振動数スペクトルに現れる有機分子結晶中不純物分子の影響解明とその利用
基盤研究(B)	電子工学研究所	教授	川田 善正	2,800,000	840,000	0	0	0	ファイバケーブル解析のための電子線励起発光顕微鏡の開発とその応用展開
基盤研究(B)	イノベーション・社会連携推進機構	准教授	清水 一男	4,100,000	1,230,000	0	0	0	マイクロプラズマ照射による薬剤類経皮吸収促進の研究
基盤研究(B)	工学部	教授	野口 敏彦	4,400,000	1,320,000	0	0	0	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
基盤研究(B)	農学部	教授	森田 達也	2,900,000	870,000	0	0	0	食物繊維摂取時のムチン分泌促進機序の全容解明と腸管バリア機能増強への応用
基盤研究(B)	農学部	教授	王 権	2,300,000	690,000	1,700,000	0	0	分光反射によるキャノピー機能特性評価:フランクシヨナルハイブリッドジョグラーフイーへ
基盤研究(B)	情報学部	教授	峰野 博史	3,500,000	1,050,000	3,500,000	3,500,000	3,500,000	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
基盤研究(B)	情報学部	准教授	木谷 友哉	3,000,000	900,000	2,900,000	2,800,000	2,800,000	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	6,500,000	1,950,000	3,200,000	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	3,000,000	900,000	2,900,000	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)	理学部	教授	小林 健二	4,800,000	1,440,000	2,800,000	0	ピリジルキャビタン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	2,500,000	750,000	2,400,000	0	電子移動制御に基づく長波長応答性がん選択的増感剤の創成
基盤研究(B)	電子工学研究所	教授	岩田 太	5,100,000	1,530,000	2,400,000	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セス顕微鏡の開発
基盤研究(B)	工学部	准教授	朝間 淳一	5,400,000	1,620,000	4,400,000	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	3,300,000	990,000	4,300,000	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レクトロニクスFETの創製
基盤研究(B)	理学部	教授	富田 誠	6,300,000	1,890,000	4,400,000	1,500,000	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	7,100,000	2,130,000	3,200,000	3,200,000	マルチパーチャ・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	2,700,000	2,600,000	ポランテニア参加機構を活用したポラン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	6,300,000	1,890,000	4,800,000	2,400,000	磁場印加PLDを用いた誘電体-磁性体複合薄膜における自発的相分離の動力学
基盤研究(B)	工学部	教授	間瀬 暢之	8,800,000	2,640,000	2,400,000	2,500,000	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	6,300,000	1,890,000	2,000,000	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	7,400,000	2,220,000	3,000,000	3,100,000	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	5,800,000	1,740,000	2,700,000	2,800,000	新規アプシモ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	3,000,000	900,000	2,500,000	2,500,000	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	4,400,000	1,320,000	3,400,000	2,700,000	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	5,100,000	1,530,000	4,300,000	4,000,000	超効率的嫌気脱水処理を誘導する微生物電子共生系の解明
基盤研究(B)	農学部	教授	本橋 令子	5,200,000	1,560,000	4,700,000	0	サトイ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)	情報学部	教授	小西 達裕	600,000	180,000	0	0	協調的疑似学習者エージェントを有する日本語ディクテグロス学習支援システムの開発
基盤研究(C)	情報学部	准教授	岡田 昌也	1,200,000	360,000	0	0	「実世界における学び方」の学習のための学習分析法論の開発
基盤研究(C)	情報基盤センター	准教授	長谷川 孝博	1,100,000	330,000	0	0	インテリジェンスマイニングによる論述文の自動採点システムの構築と性能評価
基盤研究(C)	農学部	准教授	小谷 真也	1,200,000	360,000	0	0	ゲノムマイニングに基づく新規ラソノペプチドの単離と構造決定
基盤研究(C)	電子工学研究所	教授	居波 渉	1,000,000	300,000	0	0	微分位相コントラスト超解像顕微鏡の開発とその応用
基盤研究(C)	理学部	教授	毛利 出	700,000	210,000	0	0	代数幾何学・表現論を駆使した非可換代数曲面の分類
基盤研究(C)	理学部	教授	田中 直樹	900,000	270,000	700,000	0	距離空間における微分方程式の適切性理論の構築—ベクトル空間の枠を超える挑戦—
基盤研究(C)	理学部	教授	鈴木 信行	900,000	270,000	1,000,000	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	教授	鳥居 肇	1,000,000	300,000	0	0	水素結合系の外部電場応答と分子間相互作用による振動スペクトル変化の統一理解

基盤研究(C)	工学部	准教授	真田 俊之	1,000,000	300,000	0	0	自励振動による単分散液滴列の生成と表面での液膜生成機構の解明
基盤研究(C)	工学部	教授	福田 充宏	500,000	150,000	0	0	冷凍サイクルにおけるナノオイルの適用に関する基礎研究
基盤研究(C)	工学部	教授	道下 幸志	500,000	150,000	0	0	電磁界観測に基づく高圧配電線雷害対策のための雷パラメータ評価手法の提案
基盤研究(C)	工学部	教授	井上 翼	800,000	240,000	0	0	長尺配向カーボンナノチューブと熱可塑性樹脂による高電気・熱伝導材料の基礎研究
基盤研究(C)	工学部	准教授	和田 忠浩	900,000	270,000	0	0	低緯度地域における流星バースト通信の実証実験
基盤研究(C)	理学部	教授	山本 歩	1,100,000	330,000	0	0	LINC核膜複合体に依存した減数分裂期染色体の核内配置制御機構の解明
基盤研究(C)	農学部	教授	本橋 令子	500,000	150,000	0	0	病虫害応答に関与する新規葉緑体機能の探索
基盤研究(C)	創造科学技術大学院	教授	徳元 俊伸	700,000	210,000	0	0	ステロイド膜受容体の機能・構造解析を中心とした卵成熟・排卵誘導機構の解明
基盤研究(C)	理学部	講師	岡田 令子	800,000	240,000	0	0	両生類の低温環境に対する適応の内分泌的調節機構
基盤研究(C)	理学部	教授	塩尻 信義	1,400,000	420,000	0	0	ユニークな肝再生モデル系における胆管増生とそのメカニズムの解明
基盤研究(C)	理学部	教授	塚越 哲	700,000	210,000	0	0	貝形虫類にみられる閉殻感知システム—化石生物への展望と進化学的考察—
基盤研究(C)	工学部	准教授	小林 祐一	800,000	240,000	800,000	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	1,100,000	330,000	1,000,000	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	800,000	0	実現可能な田畑土壌の除染 — セシウムをもってセシウムを制す —

基盤研究(C)	工学部	教授	関谷 和之	1,100,000	330,000	1,100,000	0	1,100,000	0	高品位な効率性尺度と多彩な分析機能を統合するダイナミックDEAの理論構築と実践
基盤研究(C)	工学部	教授	符 徳勝	1,000,000	300,000	1,000,000	0	700,000	0	超高感度新規集電材料の開発
基盤研究(C)	創造科学技術大学院	教授	下村 勝	1,000,000	300,000	1,000,000	0	1,000,000	0	シリコン表面上のアクティブ分子素子の開発
基盤研究(C)	工学部	教授	依田 秀実	1,200,000	360,000	1,200,000	0	600,000	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構築法の開発
基盤研究(C)	工学部	教授	大岩 孝彰	700,000	210,000	700,000	0	500,000	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)	電子工学研究所	准教授	根尾 陽一郎	1,100,000	330,000	1,100,000	0	600,000	0	プレバッチ電子線を用了スミスパーセル超放射
基盤研究(C)	工学部	教授	喜多 隆介	1,100,000	330,000	1,100,000	0	1,000,000	0	分子ドープリングを用いたナノ人工ビーム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	900,000	0	900,000	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	1,000,000	300,000	1,000,000	0	500,000	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	700,000	210,000	700,000	0	500,000	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	1,200,000	360,000	1,200,000	0	1,300,000	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	900,000	1,000,000	900,000	1,000,000	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
基盤研究(C)	農学部	准教授	大西 利幸	1,000,000	300,000	1,000,000	0	900,000	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)	情報学部	准教授	遊橋 裕泰	700,000	210,000	700,000	900,000	1,700,000	900,000	地方産業集積地におけるイノベーション加速化プラットフォーム/技術シーズマップの開発

基盤研究(C)	創造科学技術大学院	客員教授	秦中 啓一	1,300,000	390,000	900,000	1,000,000	格子ロトカポラモデル模型の生物・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	1,100,000	330,000	900,000	800,000	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	900,000	800,000	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
挑戦的萌芽研究	教育学部	准教授	雪田 聡	600,000	180,000	0	0	母乳中ケモカインCCL25が有する新生児期の骨形成促進効果のメカニズム
挑戦的萌芽研究	教育学部	教授	熊野 善介	700,000	210,000	0	0	球形立体表示システムを用いた宇宙地球科学教育プログラムに関する研究
挑戦的萌芽研究	情報学部	教授	宮崎 真	900,000	270,000	0	0	脳における同時性検知器の同定
挑戦的萌芽研究	電子工学研究所	教授	池田 浩也	700,000	210,000	0	0	熱と振動を利用して発電する低コスト・大面積フレキシブルコジェネレータの開発
挑戦的萌芽研究	工学部	教授	福原 長寿	900,000	270,000	0	0	NH3分解＋非平衡構造体触媒場による二酸化炭素の高度な資源化プロセスの創製
挑戦的萌芽研究	電子工学研究所	教授	早川 泰弘	900,000	270,000	0	0	硫化ニッケル電極とコアシェル構造光半導体電極を用いた新規色素増感太陽電池開発
挑戦的萌芽研究	グリーン科学技術研究所	教授	朴 龍洙	900,000	270,000	0	0	カイコから4種血清型デングウイルスに対応した4価ウイルス様粒子ワクチンの開発
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	5,200,000	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
挑戦的研究(萌芽)	工学部	准教授	トリパティ サロジ	900,000	270,000	0	0	Human sweat duct as a helical antenna: experimental investigation
挑戦的研究(萌芽)	理学部	教授	小林 健二	2,000,000	600,000	0	0	動的イミン結合に基づく超分子ジヤイアントリングポリマーへの挑戦
挑戦的研究(萌芽)	農学部	准教授	平田 久笑	1,900,000	570,000	1,100,000	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	1,000,000	300,000	1,300,000	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
挑戦的研究(萌芽)	工学部	教授	石原 進	2,400,000	720,000	0	0	自動協調運転における大局的危険回避行動のための通信・車両制御と攻撃対策の検討
挑戦的研究(萌芽)	情報学部	准教授	狩野 芳伸	1,000,000	300,000	1,900,000	1,900,000	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	2,000,000	600,000	1,400,000	1,200,000	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	2,700,000	810,000	2,100,000	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	3,000,000	900,000	1800000	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
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (B))	グリーン科学技術研究所	教授	CASARET O Beatriz	3,400,000	1,020,000	5,200,000	5,200,000	Identifying "super corals" in Mauritius: what physiological factors promote high recovery after bleaching?
若手研究(A)	電子工学研究所	准教授	臼杵 深	6,000,000	1,800,000	1,900,000	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	2,600,000	780,000	1,100,000	0	単一界面欠陥のチャージポンピング過程を用いた2電子スピンの相関の室温観測
若手研究(A)	工学部	准教授	鳴海 哲夫	2,600,000	780,000	2,600,000	0	クロアアルゲ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	4,100,000	1,230,000	4,600,000	4,200,000	根拠に基づき認知症ケアを促すスキル伝承支援プラットフォームの構築
若手研究(B)	理学部	講師	森田 健	800,000	240,000	0	0	量子重力とゲージ理論の非摂動効果の探求
若手研究(B)	理学部	講師	守谷 誠	1,300,000	390,000	0	0	全固体マグネシウム硫黄電池への展開を目指す分子結晶電解質の開発
若手研究(B)	工学部	准教授	一ノ瀬 元喜	700,000	210,000	0	0	多層的動的ネットワークによるバンドミックス阻止に資するワグチン接種戦略の解明

若手研究	理学部	講師	メリア デイエコ	500,000	150,000	600,000	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	900,000	270,000	700,000	700,000	800,000	「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	1,100,000	1,100,000	1,000,000	Error resilient virtual reality (VR) video streaming
特別研究員奨励費	創造科学技術大学院	DC1	藤森 卓巳	600,000	0			0	世界最強の耐放射線デバイスの実現
特別研究員奨励費	創造科学技術大学院	DC2	潤間 威史	800,000	0	700,000	700,000	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ローブ顕微鏡システムの開発
特別研究員奨励費	創造科学技術大学院	DC1	伊藤 彰将	800,000	0	700,000	700,000	700,000	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	創造科学技術大学院	DC1	太田 考陽	800,000	0	700,000	700,000	700,000	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
合計131件				377,000,000	112,200,000	232,400,000	130,900,000		

(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
43件	381,142,955 円	300,913,250 円	80,229,705 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
171件	283,965,172 円	249,647,172 円	29,134,000 円	4,320,000 円	864,000 円

3. 学術論文・学会発表等

【教員構成員】

2018/10/1 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	15	9	1		25
2	オプトロニクスサイエンス	7	1			8
3	インフォマティクス	24	13	2	2	41
4	ナノマテリアル	12	6			18
5	エネルギーシステム	10	3			13
6	統合バイオサイエンス	17	9	2		28
7	環境サイエンス	12	1		1	14
8	ベーシック	16	5	4		25
	計	113	47	9	3	172

(1) 学術論文・著書等

平成31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	19	2		115
2	オプトロニクスサイエンス	19	6			25
3	インフォマティクス	86	59	4	19	168
4	ナノマテリアル	52	15			67
5	エネルギーシステム	36	14			50
6	統合バイオサイエンス	77	25	6		108
7	環境サイエンス	46			6	52
8	ベーシック	34	20	19		73
	計	444	158	31	25	658

(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	4	3			7
2	オプトロニクスサイエンス	1				1
3	インフォマティクス	5				5
4	ナノマテリアル	3				3
5	エネルギーシステム	1				1
6	統合バイオサイエンス	6	1			7
7	環境サイエンス	2				2
8	ベーシック					
	計	22	4			26

(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	207	49	3		259
2	オプトロニクスサイエンス	44	5			49
3	インフォマティクス	48	34	8	9	99
4	ナノマテリアル	35	29			64
5	エネルギーシステム	39	4			43
6	統合バイオサイエンス	28	19	10		57
7	環境サイエンス	20			3	23
8	ベーシック	28	6	15		49
	計	449	146	36	12	643

(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	192	51	4		247
2	オプトロニクスサイエンス	38	5			43
3	インフォマティクス	211	80	15	2	308
4	ナノマテリアル	71	41			112
5	エネルギーシステム	80	7			87
6	統合バイオサイエンス	117	32	16		165
7	環境サイエンス	47			4	51
8	ベーシック	62	18	25		105
	計	818	234	60	6	1,118

(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	62	14	2		78
2	オプトロニクスサイエンス	9				9
3	インフォマティクス	30	17	5		52
4	ナノマテリアル	27	11			38
5	エネルギーシステム	14	3			17
6	統合バイオサイエンス	19	7	4		30
7	環境サイエンス	12				12
8	ベーシック	13	7	6		26
	計	186	59	17		262

4. 客員教授

部門 ナノビジョンサイエンス部門
氏名 Bottoni Paolo(58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(59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(45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(52歳)
現職 カールスルーエ工科大学 シンクロトン放射光研究所 加速器研究科長
任期 平成29年4月1日～平成31年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門
氏名 Young Pil Park(70歳)
現職 Distinguished Emeritus Professor, Yonsei University
任期 平成29年4月1日～平成31年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門
氏名 Din Ping Tsai(59歳)
現職 Distinguished Professor, Department of Physics, National Taiwan University. Director and Distinguished Research Fellow, Research Center for Applied Sciences, Academia Sinica
任期 平成29年4月1日～平成31年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門
氏名 Min Gu(58歳)
現職 University Distinguished Professor (Chair) of Optoelectronics, Director of Centre for Micro-Photonics, Swinburne University of Technology
任期 平成29年4月1日～平成31年3月31日

部門 インフォマティクス部門
氏名 飯田 一朗(63歳)
現職 (株)富士通研究所 フェロー
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(78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(70歳)
現職 株式会社トヨタ IT 開発センター 代表取締役会長
任期 平成29年4月1日～平成31年3月31日

部門 インフォマティクス部門
氏名 黒田 正博(63歳)
現職 ゴレタネットワークス社 代表取締役、クリスタルホト社 代表取締役、
情報通信研究機構 短時間職員
任期 平成29年4月1日～平成31年3月31日

部門 インフォマティクス部門
氏名 石山 洸(36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29年4月1日～平成31年3月31日

部門 ナノマテリアル部門
氏名 簗島 伸生(64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29年4月1日～平成31年3月31日

部門 ナノマテリアル部門
氏名 福田 敦夫(61歳)
現職 浜松医科大学 神経生理学講座 教授
任期 平成29年4月1日～平成31年3月31日

部門 ナノマテリアル部門
氏名 山本 清二(64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29年4月1日～平成31年3月31日

部門 ナノマテリアル部門
氏名 今野 弘之(66歳)
現職 浜松医科大学 学長
任期 平成29年4月1日～平成31年3月31日

部門 エネルギーシステム部門
氏名 佐古 猛(67歳)
現職 なし、静岡大学創造科学技術大学院 特任教授(30.8.1～)
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 Susanne Baldermann(41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(58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(72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29年4月1日～平成31年3月31日

部門 統合バイオサイエンス部門
氏名 黒田 裕樹(45歳)
現職 慶應義塾大学 環境情報学部 准教授
任期 平成29年4月1日～平成31年3月31日

部門 統合バイオサイエンス部門
氏名 Hermann Watzig(56歳)
現職 ブラウンシュバイク工科大学 教授
任期 平成29年4月1日～平成31年3月31日

部門 環境サイエンス部門
氏名 泰中 啓一(69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(65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(67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(50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(51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29年4月1日～平成31年3月31日

氏名 河合 文雄(68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

浅井秀樹	83
浅芝秀人	256
栗井光一郎	212

い

池田浩也	24
石川翔吾	134
石原進	85
板垣秀幸	254
一ノ瀬元喜	118
井上翼	26
猪川洋	22
居波涉	42
岩田太	64

う

丑丸敬史	188
臼杵深	120

え

江上力	66
海老澤嘉伸	68
海老原孝雄	280

お

大岩孝彰	170
大橋剛介	87
大矢恭久	282
岡田令子	222
岡林利明	258
沖田善光	132
荻野明久	44
小野篤史	46
小野行徳	28

か

甲斐充彦	122
香川景一郎	48
加藤竜也	214
河岸洋和	190
川人祥二	30

き

喜多隆介	140
北村晃寿	232
木村浩之	234

く

熊野善介	88
桑原不二朗	172
桑原義彦	90

け

こ

光野徹也	50
小谷真也	216
小西達裕	92
小林健二	259
小林祐一	124
近藤淳	142
近藤満	261
昆野昭則	144

さ

佐々木哲朗	32
佐治斉	94
佐藤慎一	238
真田俊之	180

し

塩尻信義	194
島村佳伸	174
清水一男	76
下村勝	62
新谷政己	218

す

杉浦彰彦	96
杉山岳弘	98
鈴木信行	263
鈴木久男	146

せ

そ

蘭部礼	248
-----	-----

た

竹内勇剛	100
竹之内裕文	196
田坂茂	148

田代陽介	224
立岡浩一	150
舘岡康雄	102
田中直樹	265

ち

近田拓未	286
------	-----

つ

塚越哲	240
土屋麻人	267

て

と

徳元俊伸	186
轟泰司	198
富田誠	269
鳥居肇	271
トリパティ サロジ	51

な

中村篤志	160
鳴海哲夫	162

に

西垣正勝	104
西村雅史	106
庭山雅嗣	126

ぬ

ね

根尾陽一郎	53
-------	----

の

能見公博	108
------	-----

は

橋口原	34
早川邦夫	176
早川泰弘	70
原和彦	20
原正和	200

ひ

平井浩文	202
平川和貴	152

廣本宣久	36
------	----

ふ

符徳勝	154
福田直樹	128
福田充宏	178
藤間信久	156
藤本穰彦	130
藤原健智	228
二又裕之	168

へ

ほ

堀匡寛	57
-----	----

ま

前田恭伸	110
間瀬暢之	138
松井信	182
松田靖弘	164

み

三浦憲二郎	81
三重野哲	273
ミゼイクス ビガンタス	38
道下幸志	112
峰野博史	114
三村秀典	40
宮崎佳典	116
宮崎倫子	275

む

村上健司	72
------	----

め

メヒア デイエゴ	288
----------	-----

も

毛利出	276
本橋令子	204
森下祐一	242
森田健	290
森田達也	206
守谷誠	292

や

山内清志	244
山崎昌一	208

山 中 正 道284
山 本 歩210

ゆ

雪 田 聡220

よ

吉 村 仁230
依 田 秀 実278

ら

り

李 洪 譜 74

る

れ

ろ

わ

脇 谷 尚 樹158
渡 邊 実 55
王 権246

静岡大学創造科学技術大学院
教育研究活動報告書

第 13 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2年11月10日発行



静岡大学