

教育研究活動報告書

第15号

Annual report 2020

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	4
3. 専攻別教育活動	
(1) ナノビジョン工学専攻	7
(2) 光・ナノ物質機能専攻	9
(3) 情報科学専攻	10
(4) 環境・エネルギーシステム専攻	12
(5) バイオサイエンス専攻	14
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	16
・教員別活動報告	18
(2) オプトロニクスサイエンス部門	
・部門活動報告	56
・教員別活動報告	58
(3) インフォマティクス部門	
・部門活動報告	66
・教員別活動報告	68
(4) ナノマテリアル部門	
・部門活動報告	128
・教員別活動報告	130
(5) エネルギーシステム部門	
・部門活動報告	156
・教員別活動報告	159
(6) 統合バイオサイエンス部門	
・部門活動報告	185
・教員別活動報告	187
(7) 環境サイエンス部門	
・部門活動報告	231
・教員別活動報告	234
(8) ベーシック部門	
・部門活動報告	250
・教員別活動報告	253
5. 特別教育研究経費等	289
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	291
(2) 英語論文投稿支援申請一覧	293
(3) 国際会議発表支援申請一覧	299
(4) リサーチ・アシスタント（RA）採用一覧	300
7. 主催・共催シンポジウム等	308

資料編

1. 入学状況	309
2. 競争的資金獲得状況	
(1) 科学研究費補助金	310
(2) 受託研究費	323
(3) 民間との共同研究	323
3. 学術論文・学会発表等	
教員構成員	324
(1) 学術論文・著書等	324
(2) 特許等	324
(3) 国際会議発表件数	325
(4) 国内学会発表件数	325
(5) 招待講演件数	325
4. 客員教授	326

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・技術の教育研究を实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 589 名（うち、論文博士 15 名）を数えました。今年度は、研究活動への新型コロナウイルス感染拡大の影響が心配されましたが、例年を超える 62 名に課程博士の学位を授与することができました。

本大学院は、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にしています。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、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。これらのうち、国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラムは、本大学院が開設された年度より継続して推進してまいりました。今年度はプログラムの申請を行う年でしたが、これまでの活動実績等が高く評価され、新たに 3 年間のプログラムを獲得することができました。一方で、定期的開催してきた海外協定大学との国際会議のいくつかがコロナ禍により次年度へ延期になるなど、計画通りの国際交流の活動を実施できなかったことは残念に思います。早く従来通りの研究者や学生が集う国際交流の場をもてる状況になることを切に願っています。

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。さらに、文部科学省科学技術イノベーション創出に向けた大学フェロシップ創設事業（令和 2 年度 3 月～令和 9 年度）が採択され、令和 3 年度からはこの事業による学生の処遇向上とキャリアパスの確保のための体制構築にも取り組むことになりました。

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。本大学院の継続性と変化が一目でわかる資料として設置以来、毎年発刊してまいりました。第 15 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。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、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所存であります。

2. 組織

(1) 自然科学系教育部

自然科学系教育部長 原 和彦

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

【令和2年度教育活動実績】

以下に、今年度の創造科学技術大学院における主な教育活動について紹介します。

(1) 学位授与

平成20年9月に2.5年次の早期修了生1名に第1号の博士学位を授与して以来、令和2年度博士学位取得者64名(9月期課程博士37名・論文博士1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574名、論文博士は15名になりました。

(2) 入学者の状況

入学定員45名に対し、本年度は40名(4月入学21名、10月入学19名、入学延期者を含みません)の入学者を迎えました。一方で、世界的な新型コロナウイルスの感染拡大のため渡日が困難となる留学生もおりました。そのような学生には、入学期の延期、休学などにより対応していますが、次年度も引き続き支援が求められる状況です。

(3) 就学支援・研究支援

リサーチアシスタント雇用による授業料にほぼ相等する賃金の支給、成績優秀者への授業料免除(半期に各学年5名)による学生に対する生活サポートの他、学生の自発的な研究遂行能力の養成を目的とした「学生公募プロジェクト助成」、「論文投稿支援」および「海外研究発表支援」の、学生の学位研究の遂行を補助するための支援を行っています。これらに加えて、平成30年度からは、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ています。

(4) キャリア教育・支援体制

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

援する体制も整えました。本年度は実施できませんでしたが、学生と地域産業界を結びつける機会として、本学と地域の産学連携を推進するサポート組織である静岡大学産学連携協力会が開催する技術講演会において研究紹介を行う場も設けていただいています。

(5) 文部科学省科学技術イノベーション創出に向けた大学フェローシップ創設事業

光医工学を中心学問領域とした「光医工学超領域分野フェローシップ」(令和2年度3月～令和9年度、フェローシップ受給者6名)が採択され、令和3年度からは上記(3)、(4)を強化する学生の処遇向上とキャリアパスの確保のための体制構築にも取り組むことになりました。

(6) 創造科学技術大学院表彰の実施

学生の研究意欲の高揚を目的として、平成20年度より、優秀な学業あるいは研究業績を収めた学生に対する創造科学技術大学院長賞の表彰制度を導入しています。今年度は、令和2年9月に1名および令和3年3月に1名を表彰いたしました。

(7) 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3名(令和3年3月末までの総計49名、入学を延期した者を除く)、学位を取得したDDP学生は4名(同総計33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ています。

(8) 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。現在実施中の「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、本年度、アジアの協定大学を中心に、国費留学生7名(うち4名は2021年4月に入学延期)を含む13名の留学生を本プログラム学生として受入れましたが、入学辞退や入学延期が生じるなど留学生の就学コロナ禍が大きく影響しています。来年度以降の国費留学生の受け入れに向けては、今年度申請した同名称のプログラムが、プログラムの強みやこれまでの活動実績などが高く評価され、新たに3年間(2020-2022年度、2021年10月から受け入れる国費留学生枠8名)のプログラムとして採択されました。

【今後の展望】

今後も、本学における博士人材育成機能を強化・充実させるための活動に取り組んで参ります。特に、令和4年度からの第4期中期目標期間に向け、これからの地域を含む社会に求められる博士人材を養成できる組織への改編や新しい課程の設置を立案します。また、静岡キャンパスの教育研究分野を中心とした国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラムの獲得を目指すと共に、東西キャンパスの強みを活かした国際的な人材育成体制の強化も図ります。

(2) 創造科学技術研究部

創造科学技術研究部長 猪川 洋

1. 創造科学技術研究部の組織

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

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

平成 24 年度、本大学院には専任教員 39 名、兼任教員 99 名が所属していたが、平成 25 年度、理系教員の修士課程所属、2 研究所の設置・改組に伴い、研究部の教員配置が大きく変化し、コア教員 10 名、サブコア教員 20 名と少人数の教員を中心として管理運営され、現在に至っている。令和 2 年 10 月 1 日におけるコア、サブコア教員を含む全教員数は 188 名に上り、静岡大学の研究に対し質・量ともに大きく貢献している。

2. 創造科学技術研究部の目的

従来の縦割りの組織を研究の新たな方向性に合わせて分野横断化するとともに、個々の教員にあ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. 令和 2 年度活動報告

以下に、組織的活動のうち、主な取組について報告する。

(1) 超領域分野における国際的若手人材育成プログラム

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

海外の連携大学、先端拠点大学との間の共同研究指導、共同教育を通して学生、若手研究者のグローバル化と本大学院の機能強化を図るとともに、地域大学、産業界の人的資源も活用して超領域研究を推進し、我が国の発展に貢献できる人材を育成することを目的としている。今年度は世界的な新型コロナウイルス感染症の広がりにより教員・学生の海外への派遣は行えなかったが、国際シンポジウム開催 1 件および、英語論文投稿支援と国際会議発表支援をそれぞれ 35 件と 4 件を行った。国際会議発表支援は従来外国出張を伴うものに限定していたが、今年度はオンライン開催された国際会議の参加費も支援対象にするなど柔軟に対処した。

協定校との国際的な交流に対しては、インターアカデミア実行委員会(中東欧)、インドネシア大―

静大交流実施委員会(インドネシア)、インド協定大学交流実施委員会(インド)をそれぞれ設置して、組織的に支援している。例えば、インド・スリ・ラマサミー・メモリアル理工科大学(SRMIST)との国際会議 6th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN)は2月1日～3日にオンラインで開催され静岡大より36名が参加した。参加者の内、学生は12名、ポスドク3名であり、本大学院の若手・中堅研究者による国際共同研究の質と量を向上させることができた。

また本年度は、海外派遣・招聘を中心とした国際交流に代えて、本大学院教員が海外機関の研究者と共同で実施する国際共同研究14件を支援し、将来的に本学の国際交流や研究の発展に資する成果が得られた。

(2) 環境リーダー育成プログラム

科学技術戦略推進費による「戦略的環境リーダー育成拠点形成事業」の採択を受け、生態系保全と人間の共生・共存社会の高度化設計に関する環境リーダーの育成を目的に、平成22年度～平成26年度に実施した事業の後継として、平成28年度から学内措置により実施しているプログラムである。アジア諸国の大学からの博士課程学生を受入れて当該分野の国際的な専門人材育成を行い、令和2年度は留学生2名に「環境マイスター」称号を授与した。平成28年度から本年度までの称号授与者は日本人学生1名を含む11名(28年度より前の入学者を含む)に上っている。

(3) 国際会議の開催

平成14年から毎年開催されている中東欧の協定校との国際研究会議(International Conference on Global Research and Education, Inter-Academia 2020)は、令和2年9月22日～24日の会期で、ベラルーシの協定校ゴメルステート大学を幹事校として開催予定であったが、世界的な新型コロナウイルス感染症の広がりを受けて中止となった。次年度は、10月20日～22日に同じくゴメルステート大学を幹事校としてオンライン開催の予定である。この間も、モルドバ国立大学がインターアカデミア・コミュニティに加盟するなど、連携は拡大している(協定校15校)。学生の教育と研究者間の交流への貢献が期待される。

また、本学とインドネシア大学の共催で、幅広く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偶数年に開催している国際会議(International Conference on Nano Electronics Research and Education, ICNERE2020)は、2022年に延期された。

(4) 国際シンポジウムの開催

本学の研究と博士課程学生の教育を牽引している電子工学研究所、グリーン科学研究所、創造科学技術大学院、光医工学研究科、静岡大全体で日本と世界が直面する解決困難な課題に取り組んでいる超領域研究推進本部、未来の科学者養成スクールが共同して国際シンポジウム The 7th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University (ISFAR-SU2020)を、3月5日にオンラインで開催した。米国カーネギーメロン大学の Terrence J. Collins 教授とインドの SRM 理工科大学の P. Aruna Priya 教授による基調講演、ならびに日本、中国、マレーシア、インド、バングラディッシュの各大学、研究機関の研究者による11件の招待講演が行われた。加えて、本学の博士課程学生20名、若手研究者3名、JST 委託事業による「未来の科学者養成スクール」の高校生3名のウェブ発表があり、今後の更なる国際共同研究の推進やグローバルな次世代を担う研究者の育成の機会となった。

(5) 産学官連携による国際化の取組

浜松ホトニクスへの支援により、浜松医科大学、光産業創成大学院大学と共に開催している最先端の

海外研究者が主宰するゼミを年 2 回のペースで継続しており、今年度は UC Irvine ベックマンレーザー研究所 Robert Virgil Warren 博士によるオンライン講義(Journal Club)を 5 月 18 日と 1 月 18 日に実施した。光医工学の最先端科学技術をテーマとした討論を行うと共に、世界標準の指導法を体感する機会を博士課程学生に提供した。

(6) 研究成果の地域への還元

本大学院、電子工学研究所、グリーン科学技術研究所の 3 部局と連携し、静岡県や浜松市等の地方自治体ならびにヤマハ発動機、スズキ、浜松ホトニクスなどの地域産業界に種々の研究成果を還元した。例えば、浜松ホトニクス、浜松医科大学、光産業創成大学院大学と共同で取り組んでいる文部科学省「地域資源等を活用した産学連携による国際科学イノベーション拠点整備事業(光創起拠点)」は継続実施中であり、文部科学省「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」は 2 月 16 日に最終報告会を実施し、5 年間の成果を発信した。

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。さらに第 4 期中期目標期間に向けて、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との考えにもとづき、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 井上 翼

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 27 名、オプトロニクスサイエンス部門 1 名の計 28 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 434 回～第 457 回の 24 回実施した。うち学生発表数 9 名、教員及び研究者発表数 15 名である。参加者数は、のべ 235 名、平均 10 名であった。MMF を通して学生の研究進捗状況を確認し、高いレベルの学位取得を促進するため、全出席者から、質問、助言を与えている。

③ 中間発表

専攻所属の学生は、MMF、中間発表会のいずれかにおいて、年に 1 回の研究報告を必ず行うことを義務としている。これにより、学位取得に向けた研究の進捗管理、学位取得の促進を行った。実施時期は、各学年の終わりに実施することを明確にするため、前期及び後期の期末に定められている。今年度前期は、令和 2 年 9 月 28 日に 4 名の学生が発表を行った。

④ 国際性養成

- (1) インドのスリ・ラマサミーメモリアル科学技術大学主催の第 6 回 ICONN は令和 3 年 2 月 1 日～3 日、オンライン開催され、静岡大学より教員 18 名、学生 10 名が参加した。
- (2) 静岡大学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、光医工学研究科が共催する国際会議第 7 回 ISFAR-SU をオンライン開催し、教員約 30 名、学生約 40 名が参加した。
- (3) これまで継続的に開催してきた国際会議インターアカデミア (iA、現在、中東欧 13 ヶ国の 14 校と本学が中心)は、今年度は新型コロナウイルスの影響で中止となった。

⑤専攻博士課程入学学生数

ナノビジョン工学専攻では令和2年4月に3名が入学した。後期(10月)の入学者はなかった。

4. 教育のグローバル化

(1) 静岡大学では、海外の大学と複数学位認定制度(ダブルディグリー特別プログラム、DDP)を実施している。令和元年度までに、ワルシャワ工科大学(ポーランド)を初めとして16ヶ国17校とDDP覚書を締結し、教育・研究の連携を行っている。この制度によるこれまでのナノビジョン工学専攻での受入学生は、令和2年度に入学した1名を加え、計29名になった。令和3年3月修了までの本専攻学位取得者は18名である。

(2) 平成29年度文部科学省「国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラム」に、創造科学技術大学院より、ナノビジョン工学専攻を実施専攻とし、光・ナノ物質機能、情報科学、環境・エネルギーシステムの各専攻を連携専攻として、「光応用・イメージングを中心とした学際分野における中東欧・アジア地域国際連携教育プログラム」を申請し、8名の国費留学生の枠が採択された。

5. 学位論文審査

本専攻では、学位論文審査プロセスの内、事前審査については十分に審査を行うために予備審査を行うことを義務づけている。令和2年9月の課程博士取得者は5名、令和3年3月の博士取得者は4名である。

6. FD 活動

ナノビジョン工学専攻教員担当の授業の向上のため、教員によるFD検討会を実施している。本年度は、昨年度実施した当専攻教員の研究室学生(学部4年生から修士2年生まで)を対象に、博士課程進学についてのアンケート結果について分析を行い、今後進学者を増加させる取り組みについて議論した。なお、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。

(2)光・ナノ物質機能専攻

専攻長 脇谷 尚樹

1. 教育目標

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

2. 教育組織

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

3. 教育プログラム

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

平成30年度より、専攻に所属する全学生を対象として、1年次末および2年次末に中間発表を実施している。4月入学者は3月期に、10月入学者は9月期に中間発表を行う。中間発表には指導教員の他、少なくとも1名の副指導教員を含むこととし、本年度は2020年9月18日、および2021年3月4日に、専攻としての中間発表会を実施した。この発表会に都合により参加できなかった場合、指導教員、副指導教員による個別の中間発表会を実施することとしており、全学生が必ず中間発表をする制度となっている。中間発表会は、学生自身が研究内容を振り返り、今後の方針について改めて検討するための機会を与えることになる。また、本制度を通じて、副指導教員の役割を明確にし、担当学生の研究の進行状況を把握し、早い段階での研究方針に対する示唆を与える機会となることが期待される。このことはFDの観点からも大変重要な機会であり、学生と教員の双方に対して教育効果が期待される。今年度は新型コロナウイルスのために中間発表はZoomを用いたオンライン形式で実施した。これは発表15分間、質疑15分間で行われたが、すべての発表に対して専攻の教員から種々の質問がなされ、活発な議論が行われた。

(3)情報科学専攻

専攻長 竹内 勇剛

1. 教育目標

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

2. Society 5.0 とスマートシティ社会に対応する人材育成

創造科学技術大学院情報科学専攻は、情報通信技術の基礎体系からその先端的応用に渡る教育を幅広く網羅した教授陣を配しているだけでなく、近年の技術動向に対しても柔軟に対応した教育体制の構築を図っている。

例えば、人工知能や情報セキュリティといった分野は、Society 5.0の基盤となる技術となるだけでなく、その高度な専門性を有した人材の育成が強く社会から要請されている。特に人工知能に関し

ては、ビッグデータを利用することによって機械学習（とりわけ深層学習）の能力が飛躍的に向上し、従来は画像や映像、音声、テキストなどのメディア情報から人の判断によって有益な情報が抽出されていたものが、情報システムによって短時間に大量に処理できるようになってきている。さらにこのようなビッグデータを収集し活用する仕組みとして、私たちが暮らす実世界（フィジカルワールド）にセンサーやカメラ等があらゆる環境に遍在し、それらから得られたデータがインターネットを介して情報世界（サイバーワールド）に蓄積・分析されることによって再び人々が暮らす実世界での生活の向上に資するものとして還元されるような2つの世界とが密接に連携するサイバーフィジカルシステム（CPS）が構築されるようになってきている。そしてこのようなデータ・情報の流れの中において、パーソナルデータの保護や情報漏えいなどを防ぐための技術（情報セキュリティ）の向上が不可欠となりつつある。このように最新の情報通信技術が我々の日常生活にも多くの貢献をもたらす一方で、これに伴う経済発展と社会的課題の両立を図ることも重要な課題になっている。

こうした課題に取り組むために、情報科学専攻では人工知能やデータサイエンス、情報セキュリティ、IoT、CPS などにおける高度な技術的専門性を有する教員を新たに教育スタッフとして迎えた。さらにそれに加えて情報通信経済学や経営情報システム、知的認知支援、協調学習など人間社会におけるさまざまな情報処理活動の面にも精通した教員も新たな副担当教員として多く



迎えた。結果として文理融合的・多面多角的な情報科学専攻における教育体制が構築されつつあり、こうした取り組みを通して、Society 5.0 とスマートシティ社会に対応する人材育成という社会要請にも柔軟に対応できる博士課程教育を目指している。

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。ただし今年度は新型コロナウイルス禍による影響で、すべてオンデマンド型コンテンツ(録画された講演内容をダウンロードして視聴)として提供した。

(下記の日付はアップロード実施日)

1. 5月1日 太田賢 様(NTTドコモ 先進技術研究所 主幹研究員)
2. 5月15日 大久保一彦 様(協和エクシオ ICTソリューション事業本部CISO)
3. 5月15日 谷幹也 様(NEC 研究・開発ユニット 上席技術主幹)
4. 6月1日 小川秀人 様(日立製作所 研究開発グループ 主管研究員)
5. 6月1日 楠和浩 様(三菱電機 情報技術総合研究所長)
6. 6月1日 杉山敬三 様(KDDI総合研究所 執行役員)
7. 6月15日 伊豆哲也 様(富士通研究所 セキュリティ研究所長代理)

(4)環境・エネルギーシステム専攻

専攻長 二又 裕之

1. 実施状況

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

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

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

以上の様に本専攻では、目的の達成のために地球温暖化、地球生態系、地球環境、世界食料生産、地震地質災害、グリーン科学技術といった学際的、横断的な視野を持つ専門研究者や高度技術者を育成する。地球規模の炭素循環は地球温暖化防止技術と直接関係している。また、地球温暖化は海洋における二酸化炭素の吸収・放散・固定などに強い影響を及ぼす。これらの研究は、環境生物学・生態学的な分野として位置づけられるとともに、その計測技術及び固定化技術は環境工学・プロセス工学の課題であり、例えば、『室温作動のメタン化反応場で拓く産業排出 CO₂ の革新的資源化プロセスの学理と実理(科研費基盤 A、R2 年～R5 年)』、『半導体レーザー維持プラズマの高効率化機構の解明と宇宙推進機への応用(科研費基盤 A、平成 30 年～R3 年)』、『非対称構造を有するベアリングレスモータの設計手法確立とインテリジェント化(科研費基盤 B、R2 年度～R4 年度)』などが取り組まれている。更には、NEDO を含む大型外部資金の獲得の下、新規の化学合成プロセスの開発にも取り組んでいる。

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ー的な視点、エネルギー効率を重視する視点、ゼロエミッション的な視点など複眼的視点から統合的なヴィジョンを身に付ける教育を展開している。実際、

『超臨界・亜臨界流体を用いる廃棄物の燃料化およびリサイクル技術の開発』、『微生物電池の開発』、『環境・エネルギー技術と最先端光科学・技術融合に基づく光による水素製造技術の開発』、『地下メタンからエネルギー生産技術の開発』、等の研究を推進している。更には、SATREPS 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム『地方電化及び副産物の付加価値を目指した作物残渣からの革新的油脂抽出技術の開発と普及』も国際規模で展開されている。加えて、近年、地震や地質環境変化による自然災害が頻繁に起きており、それらの自然災害を引き起こすメカニズムや防災についての知識を持つ専門的な人材が社会から求められている。そこで、安心・安全な社会を構築できる幅広い視野を持ち、上記のような様々な視点を統合して理解できる学際的な人材を育成していく必要がある。これらの成果を広く世界と地域に還元するとともに、イノベーションの創出を目指すものである。

2. 特記事項

(1) 静岡大学超領域研究会本部第 13 回超領域研究会

会期：令和 2 年 12 月 3 日(木曜日)

会場：Zoom によるオンライン開催

主催：静岡大学超領域研究推進本部

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

(2) The 7th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University

2021 (ISFAR-SU2021) 開催(言語:英語)

会期：令和 3 年 3 月 5 日(木曜日)

会場：静岡大学浜松キャンパス

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

本シンポジウムは今年度が 7 回目であり、静岡大学における研究と教育の多様性、国際性、革新性をより深めることを目的に、イメージング、ナノマテリアル、情報科学、環境・エネルギー科学、グリーンバイオ科学、ナノバイオ科学を中心とする研究分野において、アジア、ヨーロッパの各地域及び国内、学内の研究者を招待講演者として、また、静大および海外の学生が web による発表形態の下、実施された。

3. 研究活動など

国際学会発表 25 件以上、国内学会発表 120 件以上、論文数 80 編以上を発表した。科研費基盤 A を 2 件、基盤 B を 4 件、基盤 C を 3 件、挑戦的開拓研究 1 件、挑戦的萌芽研究 2 件、国際関連 2 件以上(以上、代表者としての獲得件数)、企業との共同研究 25 件以上、経産相関連、熱帯医学の研究費を獲得し、受賞 7 件、シンポジウム開催 2 件、招待講演 8 件以上と活発に研究活動を実施した。更には、新聞・TV において 18 件以上の掲載・出演がなされた。

(5) バイオサイエンス専攻

専攻長 徳元 俊伸

1. 教育目標

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

この目標を達成すべく、バイオサイエンス専攻の教員24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7回国際シンポジウム2021 International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University -Joint International Workshops on Advanced Nanovision Science / Advanced Green Science / Promotion of Global Young Researchers in Shizuoka University- が、令和3年3月5日に静岡大学静岡・浜松の両キャンパスにまたがりオンラインで開催された。また、オンライン開催に伴い学生の発表はオンデマンドの配信方式で事前に実施し、多くの学生からのアクセスがあった。優秀発表者の選考も審査委員により行われた。バイオサイエンス専攻からは昨年既に招聘していたにも関わらずコロナ禍での中止により講演できなかった2名の講師に再び講演を依頼した。これまで多くの学生を静岡大学に進学させていただいているバングラデシュのラジャヒー大学から Nurul Islum 教授を国外招待講演者として、国内からは国立遺伝学研究所から相賀裕美子先生を招待した。Nurul Islum 教授からは主に植物由来の天然成分から殺虫剤や害虫忌避物質を単離する長年の試みについて紹介された。残念ながら zoom meeting の接続の不具合で実質の講演時間が約半分となってしまったが、バイオサイエンス専攻には Islum 教授の研究室出身の多くの在学生もおり熱心に聴講した。今後のさらなる連携強化の一助となったと思われる。相賀裕美子先生は哺乳類の生殖細胞研究の世界的権威であり、県内研究機関との連携強化に向けた招待であった。海外での研究経験も豊富な相賀先生の発表は英語も理解し易く、興味深い内容であったとの感想を学生達から得ている。

今年度バイオサイエンス特別講義(1単位)の受講を促す目的でこの講義の単位取得要件を学生にアナウンスした(バイオサイエンス関連のセミナー、講演会への出席8回で1単位とする)。さらに新たな試みとして上記の国際シンポジウムへの出席を0.5単位分(セミナー4回分)とする内容とした。

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 井上 翼

1. 部門の目標・活動方針

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

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

2. 教員と主なテーマ

本部門は 27 名の教員から構成されている。各教員の主な研究テーマは以下のとおりである。

- ・ 原 和 彦 : ナノビジョン光材料・デバイスの開発
- ・ 猪 川 洋 : ナノデバイスを用いた回路・システム集積化
- ・ 井 上 翼 : 長尺カーボンナノチューブ合成と応用技術開発
- ・ 青 木 徹 : 光子・電荷カウンティング放射線イメージング
- ・ 池 田 浩 也 : シリコンナノ構造を用いた新機能デバイス
- ・ 石 田 明 広 : 量子井戸・ナノ構造の作製とデバイス応用
- ・ 居 波 渉 : 電子線励起アシスト超解像顕微鏡の開発
- ・ 小 野 行 徳 : ナノスケール・原子スケールデバイスの研究
- ・ 香川景一郎 : 高機能 CMOS イメージセンサとその応用
- ・ 金 武 佳 明 : 表面情報伝達担体に関する研究とその応用
- ・ 川 田 善 正 : レーザー光による微細加工と観察
- ・ 川 人 祥 二 : 機能集積イメージングデバイス
- ・ 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
- ・ ミゼイクス ビガントス : フェムト秒パルスレーザーを用いたフォトニックマイクロナノ構造の作製、材質変性および光学特性の評価
- ・ 三 村 秀 典 : ナノテクを用いた新規デバイスの開発
- ・ 荻 野 明 久 : プラズマを用いた材料合成および高機能化
- ・ 小 野 篤 史 : プラズモニクスを利用した高性能光デバイスの開発
- ・ 光 野 徹 也 : 半導体ナノマイクロ結晶構造の作製と光特性応用
- ・ 小 南 裕 子 : 近紫外線励起用蛍光体の開発
- ・ 武 田 正 典 : 超伝導エレクトロニクスに関する研究

- ・トリパティ サロジ : テラヘルツ波を用いた生体計測及び産業応用
- ・中野 貴之 : III族窒化物半導体新機能デバイスの開発
- ・根尾陽一郎 : 真空電子能動デバイス及びプラズモニクス応用
- ・二川 雅登 : 環境モニタリングセンサの開発
- ・渡邊 実 : 光再構成デバイス、リコンフィギャラブルデバイス
- ・堀 匡寛 : シリコン中の量子準位を用いた単一電荷・単一スピンの検出技術の開発

3. 部門の活動

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

*教員データベース 2020年度分データから抜粋。

(1) 国際会議招待講演 18件

- ・猪川 洋 : “Silicon-On-Insulator Photodetectors: Opportunity and Challenge”, International Conference on Electronics, Photonics and Smart Technologies (ICePhaST-2020), Online
- ・香川景一郎 : “Motion-artifact-free multi-spectral spatial frequency domain imaging with ambient light suppression based on multi-tap and multi-aperture cameras”, IEEE International Conference on Multimedia and Expo, Online
- ・渡邊 実 : “Multi-context holographic memory exploiting a wavelength-dependent optimization technique”, IEEE International Conference on Photonics, Online

など

(2) 授賞(指導学生の授賞を含む) 15件

- ・小野 行徳 : 受賞 令和2年度科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞 研究部門
- ・渡邊 実 : 受賞 第3回静岡テックプランングランプリ 特別賞/リバネスキャピタル賞
- ・川人 祥二 : 受賞 丹羽高柳賞功績賞

など

(3) 新聞報道等 11件

- ・井上 翼 : ナノチューブ、長さ7倍, 2020.11.15, 日本経済新聞
- ・橋口 原 : 振動発電素子の発電量が20倍に 2cm×3cmで初の1mW超え, 2021.3.1, 日経エレクトロニクス 2021年3月号 Hot News

など

ナノビジョン光材料・デバイスの開発

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 (創造科技院 D3)、Joseph Dona (創造科技院 D2)
修士課程 : M2 (2名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

各種波長の光源を始めとする発光デバイスの高性能化と次世代電子デバイス創出のための基盤技術開発を目的とし、優れた特性と特徴をもつ新しい発光材料の作製、およびこれらの光物性の解明、デバイス応用に関する研究に取り組んでいる。半導体ナノテクノロジーやナノフォトンクスなど、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) 照明、検出器用高機能蛍光薄膜の開発
- (3) 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深紫外域において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、グラファイトや MoS_2 などの遷移金属カルコゲナイドに類似した層状の結晶構造と優れた電気絶縁性から、2 次元材料電子デバイス用の基板や絶縁層材料としても期待されている。これらの応用を実現する上で、大面積で高品質な h-BN 薄膜を得ることは重要である。我々は、h-BN の良質な薄膜を高速で作製するために、 BCl_3 と NH_3 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。今年度は、従前のホットウォール型からコールドウォール型へ試料作製装置の改良を行った。ここでは同時に、ガス流に対する基板の角度を精密に設定可能な構造も導入した。膜厚が $1 \mu\text{m}$ 程度の試料を改良前と比較すると、比較的高い基板温度 ($1300 \cdot \text{C}$) で作製した薄膜において表面モフォロジーが顕著に改善されたことから、新装置では気相反応生成物の発生が抑制されたことを確認した。さらに、副次的な効果として、ヒーター材をグラファイトからタングステンへ変えたことに起因して、炭素不純物混入が大幅に低減した。これらの効果により、相対的に固有励起子発光の強度も増大した。

(2) 新規構造酸化物系半導体薄膜の開発

発光特性の向上と新たな機能付加を目的とした新しいタイプの発光材料の開発を目指した研究である。近年、新しい蛍光体材料として半導体ナノ粒子が注目されているナノ粒子の発光は、スペクトル幅が狭く、バルクと比較して発光効率が高いなどの特長がある。しかし、ナノ粒子は凝集しやすく、凝集してしまうとそのような特長を生かすことができなくなることが知られている。この課題を解決するために、バンドギャップの大きな半導体中にバンドギャップの小さいナ

ノ粒子を分散させたナノ粒子分散半導体薄膜を提案する。今年度は、ZnMgO を母体を選択し、ZnO ナノ粒子を混入させた Zn と Mg の混合原料溶液を用いるミスド CVD により、ZnO ナノ粒子を分散させた ZnMgO 薄膜の作製に取り組んだ。その結果、試料から ZnO ナノ粒子に起因した発光が得られ、成膜と同時にナノ粒子を添加することが可能であることを示した。

【 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、215 nm にシャープな発光を示すことが発光材料としての特徴であるが、この波長域の紫外光源は人体に無害な殺菌用のランプとして、昨年からの世界的な新型コロナウイルス感染症の拡大のなか大きな注目を浴びている。本研究で得られた知見により、h-BN 薄膜の発光特性をさらに向上できれば、使用しやすいフラットパネル型の殺菌用深紫外光源などの開発に結びつくことが期待される。ナノ粒子分散薄膜の開発については、発光高効率の向上に向けて、膜構造の評価からナノ粒子の取り込まれ方を明らかにすることにより薄膜蛍光体の作製条件の最適化を図る。

【 学術論文・著書 】

- 1)D. Joseph, M. Navaneethan, R. Abinaya, S. Harish, J. Archana, S. Ponnusamy, K. Hara, Y. Hayakawa, “Thermoelectric performance of Cu-doped MoS₂ layered nanosheets for low grade waste heat recovery”, Applied Surface Science 505, 144066 (2020).
- 2)J. Dona, M. Navaneethan, S. Harish, J. Archana, C. Muthamizchelvan, K. Hara, “Synergistic effect of indium nano-inclusions to enhance interface phonon scattering in polycrystalline SnSe for thermoelectric applications”, Journal of Alloys and Compounds 856, 157358 (2021).
- 3)H. Kominami, N. Sonoda, K. Hara, “Preparation and luminescent characteristics of UV-C emitting ZnAl₂O₄ phosphor for sterilization device”, Proceedings of the 27th International Display Workshops, 346-349 (2020).

【 国際会議発表件数 】

2 件（下記招待講演）

【 国内学会発表件数 】

1 件（応用物理学会）

【 招待講演件数 】

2 件

- ・ K. Hara, T. Nakama, K. Matsushita, T. Watanabe, H. Kominami, ”Chemical vapor deposition of hexagonal boron nitride thin films on a Si substrate,” 6th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology, 2021.2.2, online, IL29.
- ・ H. Kominami, N. Sonoda, K. Hara, “Preparation and luminescent characteristics of UV-C emitting ZnAl₂O₄ phosphor for sterilization device”, 27th International Display Workshops, 2020.12.9, online, PH2-3L.

ナノデバイスを用いた回路・システム集積化

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: <https://www.rie.shizuoka.ac.jp/~nanosys/>



【 研究室組織 】

教 員 : 猪川 洋、佐藤 弘明 (工学部助教)
技術職員 : 竹内 州
博士課程 : ナガラジャン・アニタラジ (D3、国費)、マニバンナン・レバティ (D2-3、国費)、
シン・アルカ (D1-2、国費)、パンゲスティ・アリ アジ (D1-2、国費)、
修士課程 : M2 (3名)、M1 (2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
2次元ライン・アンド・スペース状や、2次元ホール・アレー状の格子を付加した SOI フォトダイオードの特性が、格子からの回折光と SOI 中の導波路モードとの結合に起因する強い入射角依存性を持つことに着目して、量子効率の2次元(方位角、仰角)空間パターンを評価した。その結果、格子の種類に応じて特異な空間パターンが現れ、量子効率が高くなる角度は格子の周期 p で制御できることが明らかになった。1次元格子の場合の量子効率は既存の検出器の約4倍の45%に達し、角度分解能(量子効率ピークの半値幅)も従来の約半分の2.2度に改善されることが分かった。2次元イメージングやレンズ無しイメージング等の先進的なイメージングへの応用が期待される。
- (2) SOI MOSFET 単一フォトン検出器によるフォトン数統計の検証
光励起された単一キャリア(電子もしくは正孔)を計数するタイプの単一フォトン検出器は、低いダークカウント、低い動作電圧、高いフォトン数分解能、サブミリ波から可視光までの広いスペクトル範囲の単一フォトン検出などの特徴を有するが、複雑な出力波形の信号処理に課題があった。そこで、FPGA を用いて実時間で動作可能な信号処理システムを構築した。代表的な SOI MOSFET 単一フォトン検出器を用いて、様々な入射光強度に対するフォトン数を計測し、単位時間に入射するフォトン数がポアソン統計に従うことを確認することで、信号処理システムの動作を検証した。
- (3) 単電子トランジスタ(SET)の超高周波特性に関する検討
SET 本来の超高周波特性を検証するために、寄生抵抗の影響を受けにくいと考えられる金属 SET を金電極と Nb ナノ粒子を用いて作製し、遮断周波数を遥かに超える動作が期待される整流特性を評価した。作製したデバイスの I-V 特性は、室温付近においても非線形性を示し、単電子帯電効果が生じている可能性が示されたが、デバイス寸法が μm オーダーと大きく周波数特性は不十分

であった。

【 今後の展開 】

SP アンテナ付きフォトダイオードの入射角特性に関しては、様々な SP アンテナ配列と空間パターンの関係について調べ体系化を図る。ボロメータ等の熱型光検出器に関わる計測技術を発展させ、熱容量や熱伝導率の実時間測定を行うセンサーの検討を行う。SET はデバイス寸法を nm オーダーに縮小することにより伝導に関わる SET 島の数を減らし、広いナノ粒子膜による周波数特性悪化を防いで、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)Anitharaj Nagarajan, Shusuke Hara, Hiroaki Satoh, Aruna Priya Panchanathan, and Hiroshi Inokawa, "Angle-Sensitive Detector Based on Silicon-On-Insulator Photodiode Stacked with Surface Plasmon Antenna," Sensors, Vol. 20, No. 19, pp. 5543_1-14, September 28, 2020.
- 2)Durgadevi Elamaran, Yuya Suzuki, Hiroaki Satoh, Amit Banerjee, Norihisa Hiromoto, and Hiroshi Inokawa, "Performance Comparison of SOI-Based Temperature Sensors for Room-Temperature Terahertz Antenna-Coupled Bolometers: MOSFET, PN Junction Diode and Resistor," Micromachines, Vol. 11, No. 8, pp. 718_1-16, July 24, 2020.
- 3)Anitharaj Nagarajan, Shusuke Hara, Hiroaki Satoh, Aruna Priya Panchanathan, and Hiroshi Inokawa, "Angular selectivity of SOI photodiode with surface plasmon antenna," IEICE Electronics Express, Vol. 17, No. 13, pp. 20200187_1-6, June 18, 2020.

【 国際会議発表件数 】

- 1)K. Katayama, M. M. H. Mahfuz, M. Tomita, S. Hirao, S. Tanabe, T. Matsukawa, T. Matsuki, H. Inokawa, H. Ikeda, T. Watanabe, "Estimation of Seebeck Coefficient of Si Wire Laterally Lying on Oxide-Covered Substrate," 2020 Int. Conf. Solid State Devices and Materials (SSDM) F-2-04, pp. 363-364 (Virtual conference, 2020.9.27-30).
- 2)Anitharaj Nagarajan, Shusuke Hara, Hiroaki Satoh, Aruna Priya Panchanathan and Hiroshi Inokawa, "Polarization Dependence of Incident Angle Sensitivity in SOI Photodiode with 2D Hole Array Grating," 2020 IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop (SNW-20) pp. 63-64 (Honolulu, HI, USA (Virtual), 2020.6.13-14). 他 1 2 件

【 国内学会発表件数 】

- 1)岩田 賢明、西村 智紀、Alka Singh、佐藤 弘明、猪川 洋、「金属ナノ微粒子膜の高周波整流特性の検討」第 68 回応用物理学会春季学術講演会 19a-Z16-6 (オンライン開催、2021. 3. 16-19) 他 1 1 件

【 招待講演件数 】

- 1)Hiroshi Inokawa, Hiroaki Satoh, Amit Banerjee, Anitharaj Nagarajan, Revathi Manivannan, Alka Singh, Tomoki Nishimura, Koki Isogai (**Keynote**), "Nanometer-Scale Photodetectors for High Performance and Unique Functionality," International Conference on Emerging Wireless Communication Technologies and Information Security (EWCIS 2020) Page 01 (Amity University Jharkhand, Ranchi, India, 2020.10.8-9). 他 3 件

【 受賞・表彰 】

- 1)Amit Banerjee, Hiroaki Satoh, Durgadevi Elamaran, Norihisa Hiromoto, Hiroshi Inokawa, "Design and Development of Uncooled Terahertz Detector Arrays as On-chip Integrated Medical Device," 2nd International Symposium "Functional Nanomaterials in Industrial & Clinical Applications: Academy-Industry-Clinician Meet" OL-2-16 p. 46 (UCLan, Preston, UK (Virtual) 2020.7.14-16). Best Oral Presentation Award 受賞

長尺カーボンナノチューブ合成と応用技術開発

教授 井上 翼 (INOUE Yoku)

ナノビジョン工学専攻 (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: 半導体工学、ナノ材料工学

e-mail address: inoue.yoku@shizuoka.ac.jp

homepage: [https:// cnt.eng.shizuoka.ac.jp/](https://cnt.eng.shizuoka.ac.jp/)



【 研究室組織 】

教 員: 井上 翼

博士課程: 知久 典和 (創造科技院 D3、社会人)、大河原 悟 (創造科技院 D2、社会人)

修士課程: M2 (4名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

カーボンナノチューブの合成技術と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ため、多様な産業応用開発が進められている。当グループでは、CNT 合成に関する基礎研究と、ナノチューブを紡績したナノチューブ紡績糸や配向ナノチューブシートなどを活用した CNT 応用技術開発を進めている。

- (1) 高密度 CNT フォレスト合成
- (2) CNT ファイバー応用技術開発
- (3) CNT 樹脂複合材料
- (4) CNT 金属複合材料

【 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、高い乾式紡績性能を有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) “Study on the mechanical and electrical properties of twisted CNT yarns fabricated from CNTs with various diameters”, Yoku Inoue, Kohei Hayashi, Motoyuki Karita, Takayuki Nakano, Yoshinobu Shimamura, Keiichi Shirasu, Go Yamamoto, Toshiyuki Hashida, Carbon in press (IF=8.812), DOI: 10.1016/j.carbon.2021.01.139
- 2) “カーボンナノチューブ無燃糸の引張特性の解析モデルの提案とカーボンナノチューブの引張

特性の指定”，島村佳伸，山口雄大，東郷敬一郎，藤井朋之，井上翼，材料，**69**(12)，pp.847-854 (2020)，DOI:10.2472/jsms.69.847

- 3)“Ultra-long carbon nanotube forest via in situ supplements of iron and aluminum vapor sources”，Hisashi Sugime, Toshihiro Sato, Rei Nakagawa, Tatsuhiko Hayashi, Yoku Inoue, Suguru Noda, Carbon **172**, 772 (2021) (IF=8.812). DOI: 10.1016/j.carbon.2020.10.066
- 4)“Excellent electromagnetic interference shielding characteristics of a unidirectionally oriented thin multiwalled carbon nanotube/polyethylene film”，Norikazu Chikyu, Takayuki Nakano, Gunther Kletetschka, Yoku Inoue, Materials & Design **195**, 108918 (2020) (IF=6.289). DOI: 10.1016/j.matdes.2020.108918
- 5)“Dry Drawability of Few-Walled Carbon Nanotubes Grown by Alcohol Chemical Vapor Deposition”，Morihiro Okada, Shinji Igimi, Taiki Inoue, Xiyuan Cheng, Rong Xiang, Shohei Chiashi, Yoku Inoue, YuHuang Wang, and Shigeo Maruyama, J. Phys. Chem. C 2020, **124**, 17331–17339 (IF=4.189). DOI: 10.1021/acs.jpcc.0c04426
- 6)“The critical role of the forest morphology for dry drawability of few-walled carbon nanotubes”，Hirohiko Inoue, Masaki Hada, Tomohiro Nakagawa, Tatsuki Marui, Takeshi Nishikawa, Yoshifumi Yamashita, Yoku Inoue, Kazuhiko Takahashi, Yasuhiko Hayashi, Carbon **158**, 662-671 (2020) (IF=8.812). DOI: 10.1016/j.carbon.2019.11.038
- 7)“Novel method for carbon nanotube growth using vapor-phase catalyst delivery”，Takayuki Nakano, Takahiro Kikuchi, Yuki Usuda and Yoku Inoue, Functional Materials Letters **13**, 2050026 (2020) (IF=2.000). DOI: 10.1142/S1793604720500265

【 国際会議発表件数 】

- 1)“Direct measurements of tensile properties and current-carrying capacity of 14 cm-tall few-walled CNT forest”，Tatsuhiko Hayashi, Takayuki Nakano, Hisashi Sugime, Suguru Noda, Yoku Inoue, 2020 MRS Spring/Fall meeting, 4 December 2020, Online.

【 国内学会発表件数 】

- 1)“MWCNT growth mechanism using FeCl₂ catalyst precursor”，Tatsuhiko Hayashi, Takayuki Nakano, Yoku Inoue, 第 59 回フラーレンナノチューブグラフェン学会，2020/09/16，オンライン開催
他 13 件

【 招待講演件数 】

- 1) “14cm 数層 CNT フォレストの引張特性と電流容量（講演奨励賞招待講演）”，林竜弘，中野貴之，杉目恒志，野田優，井上翼，第 68 回応用物理学会春季学術講演会，2021/03/16，オンライン開催

【 新聞報道等 】

- 1) 「ナノチューブ、長さ 7 倍」日本経済新聞（2020. 11. 15）、電波新聞（2020. 11. 19）、化学工業日報（2020. 12. 1）

【 受賞・表彰 】

- 1) 日本複合材料学会論文賞，令和 2 年度「Mechanical Properties of Cross-ply and Quasi-isotropic Composite Laminates Processed Using Aligned Multi-walled Carbon Nanotube/Epoxy Prepreg」
- 2) 林竜弘 (M2)、第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 講演奨励賞 (2020. 9. 8) 「14cm 数層 CNT フォレストの引張特性と電流容量」
- 3) 田中孝祐 (M1)、第 47 回炭素材料学会年会 学生優秀発表賞 (2020. 12. 11) 「金属ナノ粒子担持 CNT フォレストから作製した CNT/Cu 複合材料の開発」

光子・電荷カウンティング放射線イメージング



教授 青木 徹 (AOKI Toru)

ナノビジョン工学専攻 (主担当：電子工学研究所ナノビジョン研究
部門、副担当：光医工学共同専攻 専任)

専門分野： 放射線情報学、半導体工学

e-mail address: aoki.toru@shizuoka.ac.jp

homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/vision-i/>

【 研究室組織 】

教 員：青木 徹、都木 克之 (特任助教)、井村 ゆき乃 (学術研究員)、
中川 央也 (学術研究員)、Kateryna Zelenska (学術研究員)

博士課程：寺尾 剛 (創造科技院 D3)、田端 健人 (創造科技院 D3)、西澤 潤一 (創造科技院
D3)、木村 洸介 (光医工学 D3)、額賀 淳 (創造科技院 D3)、湯永 祐介 (光医工学
D2)、都木 俊之 (光医工学 D2)、坪井 亮 (光医工学 D2)、加瀬 裕貴 (光医工学
D1)、曾我 夏人 (光医工学 D1)

修士課程：M2 (2名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

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

【 主な研究成果 】

(1) フォトンカウンティング X 線イメージングとそのためのデータ圧縮技術の研究

フォトンカウンティング X 線イメージングは、これまでに本研究室がナノビジョンサイエンスの概念を取り入れて研究開発を行ったフォトン・電荷の双方をカウンティングするイメージャーの実現でフォトン毎のエネルギー情報を取り出すという高度情報抽出を可能とし、新しい材質識別機能や散乱線除去機能、ビームハードニング現象による画質の劣化抑制や、効率的な境界抽出、低被ばく撮像など広範囲において革新的な展開をもたらした (この成果の一部はAMED 医療分野研究成果展開事業 (先端計測分析技術・機器開発プログラム) による)。

一方でピクセル単位で大幅な情報を得ることのできるデバイスは実験室内では大変強力なイメージングデバイスであるものの、既存の X 線光学系、たとえば X 線 CT スキャナなどに搭載するためにはそのデータ量が大きくなりすぎ、スリッピングを通じたデータ転送に支障が出るなど、単にイメージャーの開発のみではなくそのデータの取扱の研究がなければ次のステップに進むことができない。また、近年画像処理技術の進展は著しく、非常に大きな圧縮をしても高画質を得ることができている技術が普及している。しかし、これらは人間の目の性質を巧みに利用し、輝度信号や色信号、境界や階調などを制御して実現しているため、もともと人間の目に見えない不可視光である X 線画像で、さらにそのエネルギー (波長) 情報が人間の目のカラーレセプターと一致しない状況では従来の圧縮方法が必ずしも正しいとは限らず、実際適用した結果でも良好な結果は得られていない。そこで、高柳健次郎先生の時代の圧縮の考えに基づき、人間の目の特性を利用するが基本的な特性に着目し、輝度信号 (X 線の強度マップ) は高精細を維持し、材質識別情報 (計算した結果の実効原子番号や電子密度マップ) は大きく圧縮して、人の目の補正特性を利用したデータ圧縮を行った。その結果、デバイス構造段階で信号処理圧縮する構造では大きく情報が減少し、数え落としなどの減少が散見されたが、デバイス初段ではフルの情報をデジタル化し、撮像対象によってビンニングすることで必要な解像度情

報を保ったまま高精度の付加情報を転送できることがわかった (Kimura et. al. Journal of Instrumentation, 2020 早期公開 online)。

(2) 医療向け CT 三次元ボクセル情報のリアルタイム三次元 AR 表現

Virtual Youtuber (Vtuber) に代表されるリアルタイム三次元動画生成を将来的な医療応用を視野に入れて展開し、リアルタイムで CT スキャンした三次元ボクセル情報を高精度に実画像に重ね合わせるリアルタイム三次元 AR 表現に関する研究を行った。特別なマーカーを用いずに人体そのものをマーカーとすることを目指し、医師に取り付けたカメラからの映像で CT スキャンデータを実際の患者と合成することを目標とした。現段階では工業モデルで検討している段階であるが、手術による変形を伴う人体に向けて変形に追従してデータを再計算して位置あわせをするアルゴリズムの研究、内部構造を持つボクセルデータをいかに意味のある状態で表現するか、といった人間工学的な取扱いの研究も進めている。単に三次元スキャナの表面情報をマーカーを元にリアル画像に重ねるといった従来技術の延長レベルではなく、切り開いた人体にあわせて断面を表示することや、3D 情報の直観的な理解の限界などが新たな研究対象として見つけられている。

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

- 1) Kento Tabata, Ryota Ohtake, Toru Aoki, High-spatial-resolution X-ray Imaging by Scintillator in Silicon Collimator, Sensors and Materials, 32(12), (2020) 4037-4045
 - 2) Junichi Nishizawa, Volodymyr Gnatyuk, Kateryna Zelenska, Toru Aoki, Effects of Heating on Electrical and Spectral Properties of In/CdTe/Au X- and γ -ray Detectors with a Schottky Barrier or Laser-induced p-n Junction, Sensor and Materials, 32(11), (2020) 3801-3812
 - 3) Katsuyuki Takagi; Toshiyuki Takagi; Tsuyoshi Terao; Hisashi Morii; Akifumi Koike; Toru Aoki, Readout Architecture Based on a Novel Photon-Counting and Energy Integrating processing for X-ray imaging, IEEE Transactions on Radiation and Plasma Medical Sciences, (2020) 10.1109/TRPMS.2020.3026665
 - 4) Junichi Nishizawa, Volodymyr Gnatyuk, Kateryna Zelenska, Akifumi Koike, Toru Aoki, Comparative study of In/CdTe/Au Schottky- and p-n-junction-diode detectors formed by backside laser irradiation doping, Nuclear Inst. And Methods in Physics Research, A, 985 (2021) 164683
 - 5) K. Kimura, Y. Imura, K. Takagi, and T. Aoki, "Data Traffic Compression in Spectral Photon-Counting CT Imaging Based on Human Visual Characteristics". Journal of Instrumentation (早期公開 online)
- 他 7 件

【 特許等 】

- 1) 放射線検出器の製造方法、放射線検出素子、およびそれを含む放射線検出器、青木徹、小池昭史 (静岡大学、株式会社 ANSeeN)、令和 2 年 9 月 4 日、特許第 6758618
 - 2) 放射線検出素子の製造方法、青木徹、都木克之、小池昭史 (静岡大学、株式会社 ANSeeN)、令和 2 年 10 月 21 日、特許第 6781868
 - 3) 放射線線量計および放射線線量の算出方法、青木徹、小池昭史 (静岡大学)、2020 年 9 月 23 日、European Patent No 2860552
- ほか申請 5 件

【 国際会議発表件数 】

- 1) SPIE Optics and Photonics 2020(Online, USA), 114940Y, (2020. 8. 20)
- 他 16 件 (うち招待講演 4 件)

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 11 件

シリコンナノ構造を用いた新機能デバイス

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



【 研究室組織 】

教 員: 池田 浩也

博士課程: 山下尚見、パラニサミィ・バスカラン、アロクヤサミ・ペリヤナヤガ・クリスティ
(創造科技学院 D3)、ベンカテシュ・レディ・シャリニィ (創造科技学院 D2)、
シーニドゥライ・アティシャ (創造科技学院 D1)

修士課程: M2 (2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) 多元素系シリコンナノ構造による熱電変換特性の効率化
- (2) ナノ構造材料のための熱電特性評価技術の開発
- (3) フレキシブル熱電発電デバイスの開発

【 主な研究成果 】

(1) Si ワイヤのゼーベック係数における表面ラフネスの影響

様々な幅の Si ワイヤを作製し、ゼーベック係数のサイズ依存性を調べた結果について、フォノン輸送における鏡面反射性 (specularity) の概念を用いて解析を行った。表面ラフネスについて、これまでの垂直方向の凹凸に加えて、二次元フーリエ変換による水平方向のラフネスの定量評価に着手した。

(2) SEM/熱画像カメラを用いたナノ構造熱電材料の熱伝導率測定技術の構築

ナノ構造材料の熱伝導率を測定するために、SEM (走査電子顕微鏡) と熱画像カメラを利用した技術を構築している。AC カロリメトリ法に基づいて熱拡散率を実測するために、試料に対して電子線を周期的に照射できるように装置を改良し、50 μm ϕ ステンレスワイヤの周期加熱を実現した。ステンレスワイヤ上の周期的な温度分布変化の観測にも成功し、信号の時間遅れと測定位置の関係から、熱拡散率を評価することができた。

(3) フレキシブル熱電発電デバイスの発電特性測定と ZnO ナノ結晶熱電材料の創製

C (炭素) 布を p 型半導体材料、NiCu (ニッケル銅) 布を n 型半導体材料、Ag (銀) 布を電極材料として、50 対の π 型構造を持つフレキシブル熱電発電デバイスの発電特性を測定するための装置を改良し、測定精度の向上に成功した。5°C の温度差を与えたときに最大出力電力 6.4 μW が得られたが、電氣的・熱的な接触抵抗の影響が大きいものと考えられる。

高性能フレキシブル熱電材料を目指して、導電性布材料への ZnO ナノロッド結晶の成長を行っている。成長時間の大幅な短縮のため、今年度からマイクロ波励起水熱合成法を導入した。

これまで数時間から 10 時間以上かかっていた成長時間を 10 分～20 分程度に短縮しつつ、NiCu 布上への ZnO ナノロッドの成長に成功した。

【 今後の展開 】

シリコンの表面ラフネスをシステムティックに変化させたときのゼーベック係数測定を行い、フォノン輸送における表面ラフネスの効果をも物理的に解明し、ナノワイヤ構造の最適化の設計指針とする。電子線照射の周期加熱による AC カロリメトリ法に基づいた熱拡散率測定について、解析方法などを見直して、測定精度を向上する。また、半導体材料/電極界面の電氣的・熱的接触抵抗を低減して、フレキシブル熱発電デバイスの出力電力の向上を図る。ZnO ナノロッド結晶の成長メカニズムを物理的・化学的に解明して、成長条件を最適化する。

【 学術論文・著書等 】

- 1) P. Baskaran, K. D. Nisha, S. Harish, S. Prabakaran, M. Navaneethan, J. Archana, S. Ponnusamy, C. Muthamizhchelvan, H. Ikeda, High performance electrocatalytic and cationic substitution in $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ as a low-cost counter electrode for Pt-free Dye-Sensitized Solar Cells, *Journal of Materials Science*, 56 (2021) 4135-4150.
- 2) D. Goyal, C.P. Goyal, H. Ikeda, G. Chandrashekar, P. Malar, Study of CuSbSe_2 thin films grown by pulsed laser deposition from bulk source material, *Materials Science in Semiconductor Processing*, 121 (2021) 105420-1-7.
- 3) C. P. Goyal, D. Goyal, V. Ganesh, N. S. Ramgir, M. Navaneethan, Y. Hayakawa, C. Muthamizhchelvan, H. Ikeda and S. Ponnusamy, Improvement of Photocatalytic Activity by Zn Doping in Cu_2O , *Journal of Physics Communications*, 62 (2020) 1796-1802.
- 4) M. Veerappan, S. Shanthi, J. Nithya, S.-T. Huang, H. Ikeda, Y. Hayakawa, S. Ponnusamy, K. N. Salama, C. Muthamizhchelvan, Growth of large-scale MoS_2 nanosheets on double layered ZnCo_2O_4 for real-time in-situ H_2S monitoring in live cells, *Journal of Materials Chemistry B*, 8 (2020) 7453-7465.
- 5) K. Fauziah, Y. Suzuki, T. Nogita, Y. Kamakura, T. Watanabe, F. Salleh, H. Ikeda, Effect of phonon-boundary scattering on phonon-drag factor in Seebeck coefficient of Si wire, *AIP Advances*, 10, (2020), 075015-1-5.

【 国際会議発表件数 】

- 1) 13th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials & 14th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma2021/IC-PLANTS2021), March 7-11, 2021, On line.
- 2) 6th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN2021), February 1-3, 2021, Chennai, India & On line.
- 3) 2020 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2020), September 27-30, 2020, On line
- 4) 25th International Conference on Simulation of Semiconductor Processes and Devices (SISPAD 2020), September 23-October 6, 2020, On line
など招待講演 1 件を含む 7 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 2020 年 9 月 8-11 日, オンライン

【 招待講演件数 】

- 1) 6th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN2021), (2021.2.3)

量子井戸・ナノ構造の作製とデバイス応用

教授 石田 明広 (ISHIDA Akihiro)
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: 半導体物性、デバイス
e-mail address: ishida.akihiro@shizuoka.ac.jp



【 研究室組織 】

教 員 : 石田 明広

修士課程 : M2 (1名)

学 部 生 : B4 (4名)

【 研究目標 】

我々は、量子井戸・ナノ構造の作製、物性評価と発光デバイス、熱電デバイスへの応用に関する研究を行なっている。量子井戸・ナノ構造には、通常の固体にはない新しい物性が発現し、これを利用するデバイス応用の研究を行なっている。

- (1) 半導体量子井戸の作製とそのデバイス応用
- (2) IV-VI 族半導体中・遠赤外カスケードレーザの開発
- (3) 半導体ナノ構造の電気伝導と熱電物性

【 主な研究成果 】

- (1) ゼーベック係数や熱伝導率に温度依存性がある材料においても熱電発電の発電効率を正しく計算できる計算式を導出した。
- (2) 中・遠赤外バンド間遷移レーザ作製に向けた、PbSe のエッチング方法やレーザ素子化のプロセスを開発した。

【 今後の展開 】

- (1) 波長 5~50 μm 領域で動作する PbSnSe 系レーザの開発
- (2) PbSnSe トポロジカル絶縁体の物性解明

【 学術論文・著書 】

- 1) "Formula for energy conversion efficiency of thermoelectric generator taking temperature dependent thermoelectric parameters into account", A Ishida, J. Appl. Phys. **128** (13), 135105 (2020).
- 2) "Fine structural and photoluminescence properties of Mg₂Si nanosheet bundles rooted on Si substrates", T Koga, R Tamaki, X Meng, Y Numazawa, Y Shimura, N Ahsan, Y Okada, Jpn. J. Appl. Phys. **60** (SB), SBBK07 (2021).

3) "Landau level spectroscopy of the PbSnSe topological crystalline insulator", KK Tikuišis, J Wyzula, L Ohnoutek, P Cejpek, K Uhlířová, M Hakl, C. Faugeras, K. Vyborny, A. Ishida, M. Veis, and M. Orlita, Phys.Rev. B 103 (15), 155304 (2021).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本熱電学会 1 件

電子線励起アシスト超解像顕微鏡の開発

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、川田 善正(大学院工学領域教授)、中村 篤志(大学院工学領域准教授)
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
- (4) 電子線による細胞刺激法の開発

【 主な研究成果 】

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

電子線励起アシスト超解像顕微鏡で用いる極薄蛍光体薄膜の厚さや膜の構成を改善し、観察像のコントラストの増強を試みた。積層構造を導入し高輝度化を目指した酸化亜鉛蛍光薄膜の成膜条件を検討した。酸化亜鉛蛍光体膜の成膜には、原子層堆積法を用いて、厚さ数十ナノメートルの酸化亜鉛薄膜を成膜した。

(2) 電子線による細胞刺激

細胞に数十ナノメートルに収束した電子線を照射することで、カルシウムウェーブが発生することが分かった。また、細胞に対する電子線の照射位置によって、細胞の応答が異なることを見出した。

【 今後の展開 】

高い空間分解能と高い発光強度を実現するため、蛍光体膜構造の最適化を行う。そして、高分解能、高感度、高フレームレートの超解像顕微鏡を実現する。また、細胞刺激に関して、様々な電子線照射条件に対する細胞の応答を調べる。

【 学術論文・著書 】

- 1) Shota Nakazawa, Kazuki Nakamura, Hikari Fujita, Hans Maier, Thomas Schwarz-Selinger, Yuji Hatano, Naoko Ashikawae, Wataru Inami, Yoshimas Kawata, Takumi Chikada, "Gamma-ray irradiation effect on deuterium retention in reduced activation ferritic/martensitic steel and ceramic coatings", Journal of Nuclear Materials, Vol. 539, pp. 152321 (2020). 査読あり
- 2) Atsushi Sugita, Hirofumi Yogo, Kannta Mochizuki, Shohei Hamada, Hiroumi Matsui, Atsushi Ono, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, and Masayuki Yoshizawa, "Polarization-resolved femtosecond pump-probe spectroscopy for Au nanodisks at LSP resonance", OSA Continuum, Vol. 3, pp. 2943-2952, (2020). 査読あり
- 3) Mayu Sao, Satoru Takeda, Wataru Inami, and Yoshimasa Kawata, "Depth structure analysis by surface scanning in near-field microscope", Optics Letters, Vol. 45, pp. 6302-6305, (2020). 査読あり
- 4) Kazuki Nakamura, Hikari Fujita, Jan Engels, Masayuki Tokitani, Yoshimitsu Hishinuma, Kiyohiro Yabuuchi, Sho Kano, Takayuki Terai, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, Takumi Chikada, "Effects of helium implantation with heavy ion irradiation on deuterium permeation in yttrium oxide coating", Journal of Nuclear Materials, Vol. 53, pp. 152244, (2020). 査読あり
- 5) Ichiro Tanabe, Yoshito Y. Tanaka, Koji Watari, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, Yukihiro Ozaki, "Enhanced Surface Plasmon Resonance Wavelength Shifts by Molecular Electronic Absorption in Far- and Deep-Ultraviolet Regions", Scientific Reports, Vol. 10, Article number: 9938, (2020). 査読あり

【 特許等 】

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

【 国際会議発表件数 】

- 1) Wataru Inami, Kiyohisa Nii, Satoru Shibano, Hikaru Tomita, Yoshimasa Kawata, "Improvement of the spatial resolution of ion imaging system using thinned sensor substrate", The 6th Biomedical Imaging and Sensing Conference 2020, (2020/4).

他 1 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 小林舜, 居波涉, 川田善正, "原子層堆積法による Al₂O₃ と ZnO の超格子構造を用いた発光薄膜の開発", 第 15 回情報フォトニクス研究会関東学生研究論文講演会, (2020 年 3 月)
- 2) 長野裕太, 居波涉, 川田善正, "電子線照射による生体応答制御", 日本光学会年次学術講演会 Optics & Photonics Japan 2020, (2020 年 11 月)
- 3) 田中朝陽, 居波涉, 川田善正, "電子線照射による神経細胞の高空間分解能刺激", 日本光学会年次学術講演会 Optics & Photonics Japan 2020, (2020 年 11 月)

他 18 件

ナノスケール・原子スケールデバイスの研究

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

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



【 研究室組織 】

教 員：小野 行徳、堀 匡寛 (工学研究科講師)

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

Si-MOSFET の二次元電子系における、電子間相互作用の研究に着手した。その結果、SOI (Silicon-on-insulator) におけるシリコン層の上下に二次元電子系が形成される場合、金属絶縁体転移の転移電子密度が上昇することを示唆する結果を得た (図 1)。また、これまで限界電流密度が存在すると考えられていた Si(100)MOSFET の電流密度が高電圧印加にその限界を打破できる結果を得た (論文投稿準備中)。

さらに、pn エサキダイオードの作製プロセスを改善し、良好な特性が得られることを確認した (現在、詳細測定中)。

(2) 高感度スピン検出関連

昨年度シリコントランジスタ界面に存在する欠陥種の同定に成功するとともに、その再結合メカニズムを明らかにしたことを受け、今年度は、MOSFET チャネルに存在するドーパントの検出を試みた。その結果、

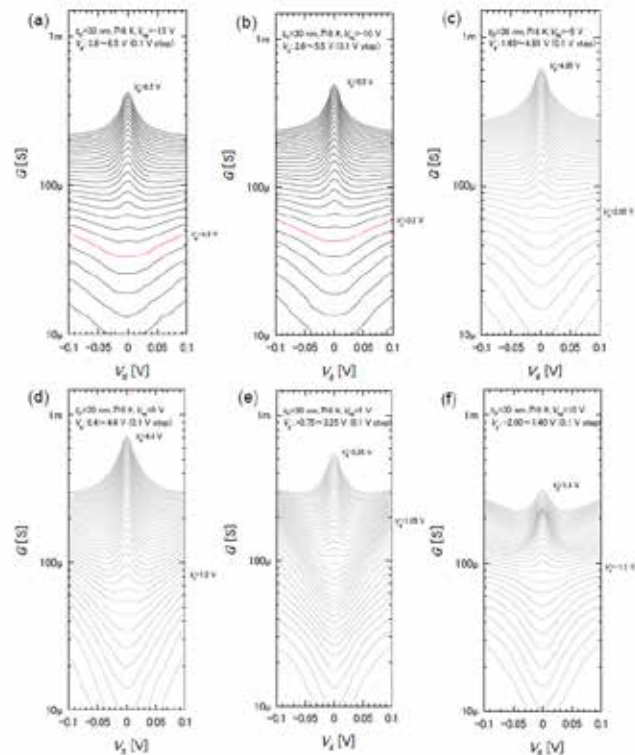


図1. SOI MOSFETのコンダクタンス (G) のドレイン電圧依存性。(a)-(f)は、バックゲートを変化させている。図中、赤線は金属絶縁体転移の転移領域を表す。

界面欠陥とヒ素の電子がペアを組むことにより、ヒ素の検出が可能であることが明らかとなった(論文投稿中)。

【 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、シリコン MOS 二次元電子系における局在スピンの効果等を調べていく。

【 国際会議発表件数 】

1) 6th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN2021), February 1-3, 2021, SRM Institute of Science and Technology, India (Virtual conference)

【 国内学会発表件数 】

・応用物理学会、東北大学共同研究プロジェクト発表会など3件

【 招待講演件数 】

1) ICONN2021 (2021. 2. 1-3)
2) 第81回応用物理学会秋季学術講演会 (2020. 9. 8-11)
他1件

【 新聞報道等 】

1) 静岡新聞 「小野教授(静岡大)に高柳記念賞 電子科学研究者を表彰」(2020. 12. 22)
2) 静岡新聞 「この人 高柳記念賞に輝いた小野行徳さん」(2021. 2. 23)

【 受賞・表彰 】

1) 小野 行徳、令和2年度(第34回)高柳記念賞(2020. 11. 6)
2) 小野 行徳、令和2年度文部科学大臣表彰科学技術賞研究部門(2020. 4. 7)

高機能 CMOS イメージセンサとその応用

教授 香川 景一郎 (KAGAWA Keiichiro)
ナノビジョン工学専攻 (主担当: 電子工学研究所コア
副担当: 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: 情報光学、CMOS イメージセンサ
e-mail address: kagawa@idl.rie.shizuoka.ac.jp
homepage: <https://idl.rie.shizuoka.ac.jp/~kagawa/index.html>



【 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)
修士課程: M2 (2名)、M1 (5名)

【 研究目標 】

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

- (1) マルチタップ CMOS イメージセンサによる蛍光寿命イメージング
- (2) マルチタップ CMOS イメージセンサによる時分割多重生体イメージング

【 主な研究成果 】

(1) マルチタップ CMOS イメージセンサによる蛍光寿命イメージング

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。静岡大学川人研究室で開発された超高速電荷変調器 LEFM (lateral electric field charge modulator) を用いた蛍光寿命イメージング技術を開発している。短パルス励起により計測した蛍光強度の時間減衰波形をデジタル領域でフーリエ変換して複素平面上に表示するデジタル周波数領域フェーザー法に基づき、複数の周波数成分から主成分分析 (PCA) により未知の複数の蛍光分子を分離する方法を検討した。励起光源として波長 443.2nm, パルス幅 71.56ps の半導体短パルスレーザーを用いてサフラニンとファストグリーンにより染色されたスズランの主茎部の固定細胞を計測した。固定細胞の8か所を測定し、閾値処理により蛍光強度が一定以上の画素値のみを解析に用いた1~3次の周波数成分をPCAにより解析した。これを閾値処理後の画素数×測定箇所数(8か所)集めたものを入力データとし、PCAを適用した。第1主成分がファストグリーン、第2主成分がサフラニンで染色された部分に対応した。この結果から、蛍光寿命イメージングの標準的な方法である TCSPC のデータ処理で用いられているフィッティングを必要とせず、未知の複数の蛍光分子の分離とその分布の可視化できることを確認した。(2020年度レーザー学会中部支部若手研究発表会, 講演11, 2020)

(2) マルチタップ CMOS イメージセンサによる時分割多重生体イメージング

正弦波パターンを生体組織に投影し、その振幅の減衰から吸収係数 μ_a 、等価散乱係数 μ'_s の2次元マップを計測する空間周波数領域イメージング (SFDI: spatial frequency domain imaging) が研究されている。本研究室では、マルチタップ CMOS イメージセンサを用いたモーションアーティファクトと環境光の影響を受けにくいシステムを開発している。酸素飽和度と全ヘモグロビン量を求めるには、酸素化/脱酸素化ヘモグロビンの2種類の色素濃度が必要で

ある。そこで8タップCMOSイメージセンサを用いて1フレームで2波長に対するSFDIを同時に行った。左右で吸収係数 μ_a と等価散乱係数 μ'_s が異なるシリコンファントムを撮影し、 μ_a 、 μ'_s の2次元マップを得た。正弦波パターンの空間周波数は 0.1mm^{-1} とした。その結果、左右の μ_a 、 μ'_s の差異を確認できた。(Optics & Photonics Japan 2020, 15pD1, 2020)

【 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) Juyeong Kim, Keita Yasutomi, Keiichiro Kagawa, and Shoji Kawahito, “High-linearity high-resolution time-of-flight linear-array digital image sensor using time-domain feedback,” MDPI Sensors, Vol. 21, No. 2, Article 454 (Jan., 2021).
- 2) Chen Cao, Jaydeep Kumar Dutta, Masahi Hakamata, Keita Yasutomi, Keiichiro Kagawa, Satoshi Aoyama, Norimichi Tsumura, and Shoji Kawahito, “A dual NIR-band lock-in pixel CMOS image sensor with device optimizations for remote physiological monitoring,” IEEE Transactions on Electron Devices, Vol 68, Issue 4, pp. 1688-1693 (Apr., 2021).
- 3) Manabu Machida, Yoko Hoshi, Keiichiro Kagawa, and Kazuki Takada, “Decay behavior and optical parameter identification for spatial-frequency domain imaging by the radiative transport equation,” Journal of the Optical Society of America A, Vol. 37, Issue 12, p. 2020-2031 (Dec., 2020).
- 4) A. Takeda,^{a,1} K. Mori,^a Y. Nishioka,^a K. Fukuda,^a M. Yukumoto,^a T. Hida,^a T.G. Tsuru, T. Tanaka,^b H. Uchida,^b H. Hayashi,^b S. Harada,^b T. Okuno,^b K. Kayama,^b Y. Arai, I. Kurachi,^c T. Kohmura,^d K. Hagino,^d K. Negishi,^d K. Oono,^d K. Yarita,^d H. Matsumura, S. Kawahito,^f K. Kagawa,^f K. Yasutomi,^f S. Shrestha,^f S. Nakanishif and H. Kamehamag, “Spectroscopic performance improvement of SOI pixel detector for X-ray astronomy by introducing Double-SOI structure,” JINST, Vol. 15, P11001 (Nov., 2020).
- 5) Kazuki Kobayashi, Takashi Komuro, Keiichiro Kagawa, and Shoji Kawahito, “Transmission of correct gaze direction in video conferencing using screen-embedded cameras,” Multimedia Tools and Applications (Sep., 2020).

【 国際会議発表件数 】

- ・ Keiichiro Kagawa, “Multi-tap charge modulator based ultra-fast computational CMOS image sensors for single-shot and repeatable image acquisition,” Proc. CLEO, Symp: Single-shot Ultrafast Imaging, Paper JTh1G.4 (Online, May 10-15, 2020). 他 8 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 14 件

【 招待講演件数 】

- ・ 6 件

機能集積イメージングデバイス

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(電子工学研究所教授)、安富 啓太(電子工学研究所助教)、
寺西 信一(電子工学研究所特任教授)、袴田 正志(電子工学研究所特任教授)、
Kamel Mars(電子工学研究所特任助教)、Lioe De Xing(電子工学研究所特任助教)
Cao Chen(電子工学研究所特任助教)

研 究 員：Sivakumar P. Selvam, Tan Leyi

博士課程：Kim Juyeong(創造科技院 D3)、白川 雄也(光医工学 D3)、Shukri B. Korakkottil Kunhi
Mohd(創造科技院 D2)、伊多波 晃志(社会人博士 D1)

修士課程：M2 (8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かった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 時間分解撮像デバイスのための新しいマルチタップロックインピクセル素子として、TPD(Tapped PN-Junction Diode)復調素子を考案し、4 タップ出力、及び 8 タップ出力の素子の試作に成功し、近赤外領域における極めて高速な復調動作を確認した。ドレインタップを有する 8 タップ出力の素子を用いて、屋外における光飛行時間(TOF)距離計測を行い、短時間光パルスとマルチタップピクセルによって、高い外光耐性を有する TOF 計測が実現できることを実証した。
- (2) 4 タップ LEFM 型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、2つのサブフレームを用いた 8 窓計算法によって、屋外において 10m を越える距離画像計測が行えることを実証した。
- (3) 顔画像から HbO₂ 濃度の時間変化を捉えて脈波を計測し、心拍数、心拍変動スペクトログラムによるストレス計測(情動計測)を実現する近赤外ロックインイメージセンサを開発し、可視照明のない環境での計測、2 波長同時計測による顔の動きにロバストな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 TPD 復調素子及び新機能を実現するカスケード型 TPD 口調素子の更なる高速化を目指す。特に、比較的薄層の裏面照射型に基づく光閉じ込め構造により、高量子効率と超高速応答を両立した TPD 復調素子の実現の可能性があり、試作により実証を目指す。マルチタップイメージセンサを用いたハイブリッド型 TOF 距離画像センサについては、屋外中距離(10m-100m)及び長距離(>100m)における実用化を可能にするピクセル及びイメージセンサのアーキテクチャの開発を進める。顔画像脈波計測のため近赤外ロックインイメージセンサについては、ロックインピクセルの同期検出の特徴を活用したマルチバンドロックインイメージセンサとして発展させ、より環境変動にロバストなバイタル情報センサとしての技術を確立する。

【 学術論文・著書 】

- 1)K. Tomioka, S. Kawahito et al, “Improved Correlated Multiple Sampling by using Duplicated Pixel Source Follower for High-Resolution and High-Framerate CMOS Image Sensing”, IEEE Trans. Electron Devices, 2021.3.17(Accepted).
- 2)C. Cao, J-K. Dutta, M. Hakamata, K. Yasutomi, K. Kagawa, S. Aoyama, N. Tsumura, S. Kawahito, “A Dual NIR-Band Lock-In Pixel CMOS Image Sensor with Device Optimizations for Remote Physiological Monitoring”, IEEE Trans. Electron Devices, 2021.2.12, IF:2.913.
- 3)J. Kim, K. Yasutomi, K. Kagawa, S. Kawahito, “High-Linearity High-Resolution Time-of-Flight Linear-Array Digital Image Sensor using Time-Domain Feedback”, Sensors, vol.21, Issue2, 454, 2021.1.11, IF3.275
- 4)R. Kodama, T. G. Tsuru, T. Tanaka, et al., “Low-Energy X-ray Performance of SOI Pixel Sensors for Astronomy, “XRPIX””, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, vol. 986, 2021.1.11, IF:1.265
- 5)A. Takeda, K. Mori, Y. Nishioka et al., “Spectroscopic performance improvement of SOI pixel detector for X-ray astronomy by introducing Double-SOI structure”, Journal of Instrumentation, Volume15(10), p11001, 2020.11.2, IF:1.454,
- 6)K. Kobayashi, T. Komuro, K. Kagawa, S. Kawahito, “Transmission of correct gaze direction in video conferencing using screen-embedded cameras”, Multimedia Tools and Applications, 2020.9.19 (Published online), IF:2.313
- 7)O. Achadu, D-X. Lioe, K. Kagawa, S. Kawahito, Enoch Y. Park, “Fluoroimmunoassay of influenza virus using sulfur doped-graphitic carbon nitride quantum dots coupled with Ag₂S nanocrystals”, Microchimica Acta,” vol.187, no. 8, Article number:466, July 2020 (IF:6.232)
- 8)K. Yamato, Y. Tanaka, H. Oku, K. Yasutomi, S. Kawahito, “Quasi-simultaneous multi-focus imaging using a lock-in pixel image sensor and TAG lens”, Optics Express, vol. 28, no. 13, pp.19152-19162, June 2020 (IF:3.561)

【 特許等 】

- 1) 測長素子及び固体撮像装置, 川人祥二, 出願番号:特願 2017-509300, 登録国:JP, 特許番号:6696647, 登録日:2020.4.27. (等 国内7件)
- 2) 光電変換素子及び固体撮像装置, 川人祥二, 徐珉雄, 安富啓太, 白川雄也, 国際出願番号:PCT/JP2016/327364, 登録国:US, 特許番号:10636822, 登録日:2020.4.28. (等 海外3件)

【 国際会議発表件数 】

- 1)K. Kagawa, G. Kennedy, A. Ponticorvo, I. Shibata, K. Yasutomi, S. Kawahito, J. Tanida, C. Crouzet, B. Choi, A. J. Durkin, “A multi-aperture multi-tap image sensor for simultaneous multi-band SFDI and multi-exposure laser speckle contrast blood flow imaging”, SPIE BiOS Proceedings of SPIE, Vol.11651116510H, Online only, 2021.3.30
- 2)H. Oku, K. Yamato, Y. Tanaka, K. Yasutomi, S. Kawahito, “Simulfocus imaging: quasi-simultaneous multi-focus imaging using Lock-in Pixel imager and TAG lens, SIGGRAPH 2020, (virtual conference), 2020.7.21-23 (等7件)

【 国内学会発表件数 】

- 1)河西穂高, 安富啓太, 高田直樹, 谷畑篤史, 葛西大樹, 柴口 拓, 三浦規之, 川人祥二, “Time-of-Flight 距離イメージセンサのための裏面照射型全空乏 SOI ロックイン画素の特性評価, 映像情報メディア学会創立 70 周年記念大会, 2020.12.24
- 2)川人祥二, “マルチタップイメージセンサの技術動向と展望”, 映像情報メディア学会創立 70 周年記念大会, 2020.12.22 (招待講演) 等 20件

【 新聞報道等 】

- 1)電波タイムズ, “ITE 第 66 回定時社員総会 丹羽高柳賞功績賞は静大・川人教授”, 川人祥二, 2020.6.10 等 3件

【 受賞・表彰 】

- 1)丹羽高柳賞功績賞, 川人祥二, 映像情報メディア学会, 2020.5.29

テラヘルツレーザー分光スペクトル測定とその応用

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: <https://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等への展開を目指す。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、更に廃棄プラスチックの高度識別等に用いる。

【 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粉末医薬品結晶に適用し、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。特に従来法では検出が難しかった構造異性体や光学異性体なども検出できるので実用性が高い。今後、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では鋭い吸収は見られないと考えられていたが、この定説を覆す画期的な成果であり、更に大きい分子量となるたんぱく質への適用が期待される。

(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 (<https://rie.shizuoka.ac.jp/~thz/database/>)。現在までに公開されているデータ数は 500 種類を超えている。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有用である。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。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、有機半導体などの分野でその応用展開を図る。

【 学術論文・著書 】

- 1) Tomomi Takaku, Yusuke Hattori, Tetsuo Sasaki, Tomoaki Sakamoto, Makoto Otsuka, "Evaluation of swelling properties and drug release from mechanochemical pre-gelatinized glutinous rice starch matrix tablets by near infrared spectroscopy", Journal of Near Infrared Spectroscopy, 29 p. 92 (2021).
- 2) Ryo Omata, Yusuke Hattori, Tetsuo Sasaki, Tomoaki Sakamoto and Makoto Otsuka, "Elucidation of the Molecular Mechanism of Wet Granulation for Pharmaceutical Standard Formulations in a High-Speed Shear Mixer Using Near-Infrared Spectroscopy", Pharmaceuticals, 13, p.226 (2020).
- 3) Sae Ishihara, Yusuke Hattori, Makoto Otsuka, Tetsuo Sasaki, "Cocrystal Formation through Solid-State Reaction between Ibuprofen and Nicotinamide Revealed Using THz and IR Spectroscopy with Multivariate Analysis", Crystals, 10, p.760 (2020).
- 4) Tetsuo Sasaki, Tomoaki Sakamoto, Makoto Otsuka, "Precise Evaluation of the Effects of a Small Amount of D-histidine in L-histidine Crystal Form B Using High-Frequency-Accurate Terahertz Spectroscopy", J Infrared Milli Terahz Waves, 41, p.529 (2020).
- 5) Yuta Otsuka, Akira Ito, Masaki Takeuchi, Tetsuo Sasaki, Hideji Tanaka, "Effects of temperature on terahertz spectra of caffeine/oxalic acid 2:1 cocrystal and its solid-state density functional theory", Journal of Drug Delivery Science and Technology, 56, Part B, 101215 (2020).

ほか 1 件

【 解説・特集等 】

- 1) 坂本知昭, 佐々木哲朗, 「遠赤外／テラヘルツ分光法ースペクトル集〈4〉」、医薬品医療機器レギュラトリーサイエンス 52/2, 135-140, 2021年2月

ほか 3 件

【 国際会議発表件数 】

- 1) 45th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz2020), 8-13 Nov. Buffalo, New York, USA (2020).
- 2) The 8th Asian Conference on Crystal Growth and Crystal Technology (CGCT-8), March 1-4, 2021
- 3) Asian Spectroscopy Conference 2020, 8-10 December 2020

ほか 3 件

【 国内学会発表件数 】

・日本分光学会など 11 件

【 招待講演件数 】

- 1) 神戸大分子フォトサイエンス研究センター共同利用・共同研究報告会 (2021. 3. 18)
- 2) 医工連携セミナー 光の先端都市「浜松」発のシーズ (2020. 12. 9)

【 受賞等 】

- 1) 第3回静岡テックプラングランプリ 特別賞 (リバネスキャピタル賞)
テーマ: テラヘルツレーザー分光による医薬品中の極微量不純物検出
受賞組織: GaP テクノロジー (佐々木哲朗)

半導体微細加工技術による MEMS デバイスの開発

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) カリウムイオンエレクトレットの帯電機構の解明

名古屋大学白石研究室との共同研究により、当研究室で開発したカリウムイオンエレクトレットの原子レベルの帯電機構が明らかになった。カリウムイオンの酸化膜への混入により、5 価の Si が生成されることが判明した。第一原理計算で予測されたラマンピークが観測されたことにより明らかになった。5 価のシリコンに結合した酸素原子の一つが負電荷となりエレクトレットを形成する。この結合は非常に安定であるため、カリウムイオンエレクトレットは長期にわたって信頼性のある技術であることが裏付けられた。

【今後の展開】

エレクトレットの信頼性をさらに上げるためのプロセスを開発する。またエレクトレットの新しい応用について検討していく。

【学術論文】 1 件

1) Toru Nakanishi, Takeshi Miyajima, Kenta Chokawa, Masaaki Araidai Hiroshi Toshiyoshi, Tatsuhiko Sugiyama, Gen Hashiguchi, and Kenji Shiraishi, Negative-charge-storing mechanism of potassium-ion SiO₂-based electrets for vibration-powered generators, Applied Physics Letters, vol.117, 193902 (3pp)(2020).

【 国内学会発表件数 】 1 件

【 招待講演 】

1) 橋口原、カリウムイオンを用いたエレクトレット技術と新機能 MEMS 素子、電気学会 E 部門総合研究会

【報道】

1) プレスリリース、JST ホームページ、
https://www.jst.go.jp/pr/announce/20201019/index_e.html

ナノテクを用いた新規デバイスの開発

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



【 研究室組織 】

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

【 研究目標 】

MOSFET で MEMS カンチレバーの曲がりを検知する新規ガスセンサの開発。ZnO 多結晶膜の光電導効果の解明。TiO₂/Si 接合による新しい水素発生デバイスの開発。Si ナノワイヤートランジスタの共ドーピング効果の解明。多結晶ダイヤモンドを用いた中性子検出器等。

【 主な研究成果 】

(1) MOSFET で MEMS カンチレバーの曲がりを検知する新規ガスセンサの開発

MOSFET を組み込んだ、MEMS カンチレバーの製作に成功した。

(2) ZnO 多結晶膜の光電導効果の解明

ZnO 多結晶膜の Persistent photocurrent に対する酸素雰囲気の影響について考察した。

(3) TiO₂/Si 接合による新しい水素発生デバイスの開発

TiO₂/Si 接合による新しい水素発生デバイス開発の基礎研究として、TiO₂ と Si のバンドの不連続について測定し、モデルを提案した。

(4) Si ナノワイヤートランジスタの共ドーピング効果の解明

Si ナノワイヤートランジスタへのリンとボロンの共ドーピングの電流電圧特性に対する影響をシミュレーションにより理論的に考察した。

(5) 多結晶ダイヤモンドを用いた中性子検出器

フラメント CVD で成長した多結晶ダイヤモンドのショットキー接合を用いて中性子センサーを試作し、中性子の検出に成功した。

【 今後の展開 】

各デバイスの高性能化を図っていく。

【 学術論文・著書 】

1) Ratno Nuryadi, Lia Aprilia, Makoto Hosoda, Mohamad Abdul Barique, Arief Udhiarto, Djoko Hartanto, Muhammad Budi Setiawan, Yoichiro Neo, Hidenori Mimura, "Observation of CO Detection using

- Aluminum-doped ZnO Nanorods on Microcantilever”, *Sensors* 20 (2020) 2013-1-12.
- 2) Tamara Potlog, Vadim Furtuna, Ion Lungu, Tomoaki Masuzawa, Hidenori Mimura, “Physical-Chemical Properties of Self-Assembled in Solution of Zinc Phthalocyanine and Bis-3-Pentyl-PTCDI Derivative”, *The Journal of Physical Chemistry C* 124 (2020) 9470-9483.
 - 3) Suchada Worasawat, Miyake Taku Tamara Potlog, Hidenori Mimura, "The photophysical properties of solution-based Ga-doped ZnO thin films", *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials* 30 (2020) 4895-4904.
 - 4) Lia Aprilia, Ratno Nuryadi, Makoto Hosoda, Mohamad Abdul Barique, Arief Udhiarto, Djoko Hartanto, Yoishiro Neo, and Hidenori Mimura, “Influence of water vapor on CO detection using resonant microcantilever functionalized by Al-doped ZnO nanorods”, *Japanese Journal of Applied Physics* 59 (2020) 077003-1-9.
 - 5) Suchada Worasawat, Yoichiro Neo, Yoshinori Hatanaka, Wisanu Pecharapa, Hidenori Mimura, "Influence of oxygen assisted recombination on persistent photocurrent characteristics of ZnO polycrystalline thin films prepared by RF magnetron sputtering", *Japanese Journal of Applied Physics* 59 (2020) 075505-1-8.
 - 6) Katsuhisa Murakami, Manabu Adachi, Joji Miyaji, Ryo Furuya, Masayoshi Nagao, Yoichi Yamada, Yoichiro Neo, Yoshinori Takao, Masahiro Sasaki and Hidenori Mimura, ”Mechanism of Highly Efficient Electron Emission from Graphene/Oxide/Semiconductor Structure”, *ACS Applied Electron Material* 2 (2020) 2265-2273.
 - 7) Mohammad Barique, Yoichiro Neo, Masaji Noyori, Lia Aprilia, Masaya Asai, and Hidenori Mimura, “A Large piezoelectric response of highly-aligned electrospun Poly(vinylidene fluoride/trifluoroethylene) nanofiber webs for wearable energy harvesting”, *Nanotechnology* 32 (2020) 015401-10.
 - 8) Yoichiro Neo, Masato Nakata, Yukino Kameda, Yoshinori Hatanaka, Hidenori Mimura, “High Temperature Operation method for Image Pickup Tube”, *IEEE Electron Device Letters* 42 (2021) 256-259.
 - 9) Arturs Medvids, Pavels Onufrijevs, Jevgenis Kaupužs, Raivis. Eglitis, Juozas Padgurskas, Audrius
 - 10) Wuttichai Sinornate, Hidenori Mimura, and Wisanu Pecharapa, “Structural, Morphological, Optical, and Electrical Properties of Sol-gel Derived Sb-Doped ZnO Thin Films Annealed Under Different Atmospheres”, *Phys. Status Solidi A* 218 (2021) 2000233_1-7.
 - 11) Vytautas Kavaliunas, Yoshinori Hatanaka, Yoichiro Neo, Giedrius Laukaitis, Hidenori Mimura, “Conduction Band Discontinuity in n-type Si/TiO₂ Heterojunction Interface”, *ECS Journal of Solid State Science and Technology* 10 (2021) 15005.

【 国際会議発表件数 】

- 1) Hidenori Mimura, Tomoaki Masuzawa, Yoichiro Neo and Toru Aoki, “X-ray Generation Using Pyroelectric Crystals Excited by Laser Light”, 6th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering, February 1-3, (2021) Virtual Conference, Invited 他 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 1 件

【 招待講演件数 】

- ・ 2 件

プラズマを用いた材料合成および高機能化

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



【 研究室組織 】

教 員: 荻野 明久

修士課程: M2 (2名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

人と自然にやさしい未来を目指して、太陽光や風力などの再生可能エネルギーの利用拡大が求められている。私たちの研究室では、光電変換の原理と熱電子発電の原理を組み合わせ、太陽エネルギーを電力に変換する新しい発電方式について研究している。この発電方式は、太陽光により電極内の電子を内部光電効果で励起させてから、熱的な効果で電子を飛び出させることで発電し、従来型の熱電子発電よりも低い温度域 (200~600 °C) で効率が最大化する。実用化の鍵は電子放出源となる電極開発にあり、プラズマ技術を用いてナノ結晶ダイヤモンドや二硫化モリブデン (MoS₂) などを合成し、その特性を評価している。また、水素の運搬・貯蔵に適した水素キャリア合成のためのプラズマ技術について研究している。海外からの化石燃料に依存する日本にとって自給自足できるエネルギーかつ、地球温暖化防止に貢献できるエネルギーの確保は必要不可欠な課題である。この課題に対し水素は有効なエネルギーの一つであるが、水素エネルギーを社会へ広く普及するためには、水素の運搬・貯蔵技術の向上が重要な課題であり、課題解決の一助となるプラズマ応用について研究している。

【 主な研究成果 】

(1) マイクロ波プラズマによる酸化マグネシウムの還元と水素貯蔵物質生成への応用

NaBH₄ を水素輸送・貯蔵物質として応用することを目的とし、製造コスト削減のために化学反応性の高いプラズマを用いて NaBH₄ 及び還元剤 Mg を再利用するプロセスについて検討している。プロセスで重要となる NaBO₂ の水素化ではイオン衝撃によるエッチングを抑制し、水素ラジカルを効率的に供給する必要であること、また、MgO の還元ではイオン及びラジカルの双方が反応に寄与し MgH₂ の形成を確認した。なお、イオン衝撃の強い条件では、水素原子の脱離に伴う再酸化により Mg(OH)₂ が形成されるなど、プラズマ照射条件と Mg の状態変化について検討している。

(2) 減圧 CVD 法による MoS₂ の合成と窒素プラズマによる表面処理

MoS₂ をデバイス応用するために、減圧 CVD 法による単層 MoS₂ の合成と窒素プラズマによる窒素ドーピングを目的とし検討した。単層 MoS₂ の合成では、合成パラメータであるガス圧力、加熱時間、加熱温度、前駆体と基板の距離について最適化した。また窒素プラズマ処理により、MoS₂ の硫黄原子 S を窒素原子 N に置換した。この窒素の導入により、MoS₂ のバンドギャップとイオン化ポテンシャルを保持しつつ、フェルミ準位が価電子帯側へ 0.5 eV シフトしたことを UPS 解析から確認した。これは、MoS₂ の半導体特性が n 型から p 型化に遷移したことを示唆しており、MoS₂ 応用において重要な知見といえる。

(3) セシウム吸着 AlGa_n の光支援熱電子放出特性の評価

Al_xGa_{1-x}N 薄膜基板を熱電子放出源として応用することを目的とし、Cs 被覆 Al_xGa_{1-x}N の基板

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

【 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) Shigeya Kimura, Hisashi Yoshida, Hisao Miyazaki, Takuya Fujimoto, Akihisa Ogino, “Surface polarity dependence of thermionic emission and conversion characteristics of n-type GaN cathodes”, J. Vac. Sci. Technol. B39 (2021) 014201 -1-014201 -7.
- 2) Kenta Nakazawa, Sho Yamamoto, Ei Nakagawa, Akihisa Ogino, Masaru Shimomura, and Futoshi Iwata, “Atmospheric He/O₂ plasma jet fine etching with a scanning probe microscope”, AIP Advances 10 (2020) 095103-1-095103-7.

【 国際会議発表 】

- 1) Takuya Fujimoto, Akihisa Ogino, Shigeya Kimura, Hisashi Yoshida, Hisao Miyazaki, “Effect of Si Doping Concentration of N-Type AlGa_xN on Thermionic Emission”, ISPlasma2021 / IC-PLANTS2021 Nagoya, Japan, (2021.3.10) 10P-19.
- 2) Shuya Asada, Akihisa Ogino, “Basal Plane Modification of CVD-Grown Monolayer MoS₂ by Hydrogen Plasma Treatment”, ISPlasma2021 / IC-PLANTS2021 Nagoya, Japan, (2021.3.9) 09P-29.
- 3) Shigeya Kimura, Hisashi Yoshida, Hisao Miyazaki, Takeshi Ito, Akihisa Ogino, “Polarity-dependent emission and conversion characteristics of GaN-based thermionic cathodes”, 33rd International Vacuum Nanoelectronics Conference (IVNC), Virtual from Lyon, France, (2020. 7. 6-8) M3.01.

【 国内学会発表 】

- 1) 藤本 拓矢、木村 重哉、吉田 学史、宮崎 久生、荻野 明久, “高 Al 組成 AlGa_xN 薄膜からの熱電子放出特性における酸素の影響”, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会, オンライン開催 (2021. 3. 19) 19p-P06-5.
 - 2) 浅田 柁哉、荻野 明久, “CVD 法による MoS₂ の形態制御とプラズマ処理による硫黄欠陥密度の最適化”, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会, オンライン開催 (2021. 3. 16-19) 19a-P04-7.
 - 3) 前田 尚希、荻野 明久, “マイクロ波励起水素プラズマによる Mg 酸化物の還元および水素化効果”, 第 37 回プラズマ・核融合学会年会, オンライン開催 (2020. 12. 2) 02P38.
 - 4) 都築 聖親、荻野 明久, “マイクロ波プラズマを用いた MoS₂ の硫黄欠陥形成と窒素ドーピング”, 第 37 回プラズマ・核融合学会年会, オンライン開催 (2020. 12. 2) 02P39.
- 他

【 特許出願 】

・特願 2020-113022, 特願 2020-103132,

米国出願番号 : 16/999621 公開日 : 2021 年 3 月 4 日 公開番号 : US-2021-0061658-A1

半導体ナノ-マイクロ結晶構造の作製と光特性応用

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



【 研究室組織 】

教 員：光野 徹也

修士課程：M2 (2名)、M1 (2名)

【 研究目標 】

我々は、半導体ナノ-マイクロ結晶の作製技術とナノ-マイクロスケールの光特性を応用することを目的として研究を行なっている。主な研究目標を以下に列挙する。

- (1) ナノ-マイクロ半導体結晶・構造の低コスト・低環境負荷の作製技術の開拓
- (2) ナノ-マイクロ半導体結晶・構造に発現する光特性の探索と応用
- (3) 上記に関連した研究へのディープラーニングなどの情報処理技術の導入

【 主な研究成果 】

(1) ミスト CVD 法による ZnO ナノ結晶の作製

Au 薄膜を堆積したサファイア基板上への ZnO ナノ結晶の一形態である長さが $10\mu\text{m}$ を超える ZnO ナノワイヤの作製に成功した。この ZnO ナノワイヤから光励起レーザ発振と考えられる発光スペクトルを得た。これは、ミスト CVD 法により微小光共振器の形成できたことの実証であり、ナノレーザや関連するアプリケーション(例えばフォトリソグラフィックマイクロセンサなど)への展開可能性を示唆する結果である。

(2) ZnO ナノ・マイクロ結晶研究へのディープラーニングなどの情報処理技術の導入

Conditional GAN(敵対的生成ネットワーク)をミスト CVD 法により作製した ZnO ナノ・マイクロ結晶の SEM 画像生成へ適用し、その有用性を検証した。

【 今後の展開 】

ZnO ナノ・マイクロ結晶による微小光共振特性を応用したアプリケーションの検討、ZnO をベースとしたナノ・マイクロ結晶によるバンドエンジニアリングによる発光波長制御などを展開することで計画している。また、各種ニューラルネットワーク (DNN, CNN, DQN, GAN, SSD) などの情報処理技術を結晶成長研究へと導入し結晶成長研究を速やかに進める方法論の検討を進める。

【 研究業績 】

- 1) Mikihiro Yamamoto, Ryota Nakahara, Taiki Kimura, Kosei Ohashi, Kenya Fujiwara, Kazuhiko Hara, and **Tetsuya Kouno(責任著者)**, “ZnO-based nanowires grown by mist chemical vapor deposition on GaN layer using thin Au layer,” Japanese Journal of Applied Physics 59, 118001 (2020)
 - 2) ミスト CVD 法による ZnO 結晶成長研究への機械学習導入の試み(招待講演) **光野 徹也**, _Sophia Open Research weeks 2020 半導体ナノフォトニクス研究会(上智大学 2020 年 11 月 17 日)
- 他 国内発表 1 件

テラヘルツ波を用いた生体計測及び産業応用

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
homepage: <https://www.shizuoka.ac.jp/terahertz/>



【 研究室組織 】

教 員 : トリパティ サロジ
修士課程 : M2 (2 名)、M1 (1 名)

【 研究目標 】

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

- (1) Development of fiber coupled broadband terahertz time domain spectrometer.
- (2) Human skin measurement in terahertz frequency region using attenuated total reflection of terahertz waves
- (3) High power THz wave generation using anti-reflection coated non-linear optical crystal
- (4) Development of optical components in terahertz frequency region using metallic helix array

【 主な研究成果 】

(1) Development of a terahertz wave circular polarizer using a 2D array of metallic helix metamaterial

We developed a broadband terahertz wave circular polarizer that consists of a two-dimensional (2D) array of three-dimensional metallic helices. Each helix operates in an axial mode of operation where the wavelength of resonance is comparable to the dimensions of the helix. We evaluated the performance of the polarizer using standard terahertz time domain spectroscopy, and we confirmed that the array of helices transmits a circularly polarized terahertz wave with opposite handedness as that of the helices. The polarizer covers the frequency range from 117 GHz to 208 GHz, close to one octave. We obtained the ellipticity of the circularly polarized terahertz wave close to unity in this frequency band.

(2) THz wave measurement of human skin and sweat using attenuated total reflection terahertz time domain spectroscopy (ATR THz-TDS)

In this study, we experimentally investigated the correlation between the biophysical signal obtained using photoplethysmography (PPG) and terahertz wave reflectance from the palm when the human subject is under stress. In our preliminary study, we observed the considerable correlation between these signals. This result indicates that the terahertz waves can be used to remotely sense the biophysical signals from the human subject. Moreover, in this study, we measured the refractive index and absorption coefficient of human sweat using attenuated total reflection terahertz time-domain spectroscopy over the frequency range of 200 GHz to 2 THz. This information may help design new sensors to monitor human health and to further understand the interaction of terahertz wave with human skin.

【 今後の展開 】

In our laboratory, we will continue these studies to further explore the biomedical and industrial applications of THz wave. Particularly, we will work on high-power terahertz wave generation using non-linear crystal such as DAST, DASC, and ZnTe. Moreover, we will develop filters and absorbers working in the terahertz frequency region using the metallic helix array.

【 学術論文・著書 】

1)Hiroya Tomita, Kazuma Hashimoto, Kei Takeya, and Saroj R. Tripathi "Development of a terahertz wave circular polarizer using a 2D array of metallic helix metamaterial" Optics Letters vol. 46, Issue 9, pp. 2232-2235 (2021)

【 国際会議発表 】

- 1)Saroj R. Tripathi and Hiroya Tomita, "Development of broadband terahertz wave circular polarizer using 2D metallic helix array", 45th International conference on Infrared, Millimeter and THz wave, Tu-POS49 Nov.8-13, 2020
- 2)Saroj R. Tripathi, Kazuma Hashimoto and Hiroya Tomita, "Polarization control of terahertz wave using metallic helix photonic metamaterial" OSA Frontiers in Optics + Laser Science, FW4A.1, Sept. 14-17, 2020

【 国内学会発表 】

- 1)富田皓也、高橋綾介、廣本宣久、トリパティ・サロジ “金属らせん構造を用いたテラヘルツ波帯バンドストップフィルターの開発 第29回(2020年度)日本赤外線学会研究発表会(2020年10月29-30日)
- 2)トリパティ・サロジ “テラヘルツ電磁波の発生とその生体センシング応用” 科学技術交流会2021 静岡 (2021年2月)

【 招待講演 】

- 1)Saroj R. Tripathi "Terahertz spectroscopy and its application", Attoscience Seminars, Ottawa University and National Research Council, Canada, Ottawa (10 Dec 2020)

真空電子能動デバイス及びプラズモニクス応用

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、表面プラズモン
e-mail address: neo.yoichiro@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/neo/>



【 研究室組織 】

教 員：三村 秀典 (工学研究科教授・電子工学研究所所長)、文 宗鉉 (工学研究科助教)
修士課程：M2 (2名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

(1) 真空ナノエレクトロニクス

- ・ 超高周波デバイス—スミス・パーセル超放射—

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

- ・ 次世代超高輝度電子源—液体金属電子源—

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

(2) プラズモニクス

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

【 主な研究成果 】

(1) 極短パルス電子ビームの形成及び、スミス・パーセル超放射

提案する SP 超放射では、数十ピコ秒間隔で電子ビームが局在したバンチトレインを形成する為にアルカリ光電面の 10^{-12} 秒の速い応答性、10%を超える高い量子効率に注目し K/Cs/Sb 系モノ・バイアルカリ光電面を形成した。フェムト秒レーザーパルスを多段型光ディレイ回路に入射し128個のパルスに分割するパルススタッキング法を提案し電子バンチビーム形成を行っている。

(2) 高輝度電界放射陰極の開発

W(310)よりも高輝度な電子源として液体金属電子源に注目をした。電界研磨電後の未表面正常化処理の W-tip に超高真空中でガリウム液体を表面拡散する簡便な方法により、清浄表面のタン

グステン面方位を反映した電界放射顕微鏡像を得る事に成功した。また tip 材料を選択し液体金属の濡れ性を制御する事で表面張力の増大を図った。この結果、ガリウム液体金属を高電界下で長時間安定したテーラーコーンを形成する事に成功した。これにより W 電界放射陰極比較し 1000 倍の 2mA という大電流放射を初めて実現した。

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

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

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

- 1)Y.Neo, M.Nakata, Y.Kameda, Y.Hatanaka and H.Mimura, "High-Temperature Operation Method for Image Pickup Tube," in *IEEE Electron Device Letters*, vol. 42, no. 2, pp. 256-259, Feb. 2021, doi: 10.1109/LED.2020.3049064.
- 2)M.A.Barique, Y.Neo, M.Noyori, L.Aprilia, and H.Mimura, "A large piezoelectric response of highly-aligned electrospun Poly(vinylidene fluoride/trifluoroethylene) nanofiber webs for wearable energy harvesting" *Nanotechnology* 32 (2020) 015401.
- 3)K.Murakami, M.Adachi, J.Miyaji, R.Furuya, M.Nagao, Y.Yamada, Y.Neo, Y.Takao, M.Sasaki, and H.Mimura, "Mechanism of Highly Efficient Electron Emission from Graphene/Oxide/Semiconductor Structure", *ACS Appl. Electron. Mater.*2020, 2, 2265-2273.
- 4)Ratno Nuryadi, Lia Aprilia, Makoto Hosoda, Mohamad Abdul Barique, Arief Udhiarto, Djoko Hartanto, Muhammad Budi Setiawan, Yoichiro Neo and Hidenori Mimura, "Observation of CO Detection Using Aluminum-Doped ZnO Nanorods onMicrocantilever", *Sensors* (2020), 20, 2013.
- 5)Y.Gotoh, H.Tsuji, M.Nagao, T.Masuzawa, Y.Neo, H.Mimura, T.Okamoto, T.Igari, M.Akiyoshi, N.Sato, and I.Takagi, "Development of a Field Emission Image Sensor Tolerant to Gamma-ray Irradiation", *IEEE Transactions on Electron Devices*, 67, 1660-1665(2020).

他 3 件

【 国際会議発表件数 】

- C. Pandey, A. Dbnath, K. Yamaguchi, T. Teja Jupalli, G. Prabhudesai, Y. Neo, H. Mimura, and D. Moraru, "Effects of Co-doping on the Transport Characteristics of Nanoscale n-type Silicon-on-insulator Transistors", 2020 IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop 2020, June 13-21, 2020. Virtual P2-9.

環境モニタリングセンサの開発

准教授 二川 雅登 (Futagawa Masato)
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)
e-mail address: futagawa.masato@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/futagawa/>



【 研究室組織 】

教 員：二川 雅登

修士課程：M2 (2名)、M1 (4名)

【 研究目標 】

本研究室は計測技術・半導体プロセス・集積回路を基盤とし、水分量・イオン濃度・pH・温度センサなどの物理センサ・化学センサを一体化した環境モニタリングセンサの実現を目指しています。特に、土壌や液中などの過酷な環境で年単位の安定した長期計測ができるセンサを目指しています。開発したセンサを用い、農業分野や防災分野などへの応用研究も積極的に行っています。

【 主な研究成果 】

(1) 2次元・3次元土中水分量イメージングを目指した高機能水分量センサの開発

防災分野では豪雨による斜面崩壊の危険性を早めに検出する手法が望まれており、いくつかの手法が研究されている。その中で、我々のグループでは、土中水分量を観測することで危険性を早期発見する取り組みを行っている。斜面の水分量に関するためには、広範囲に計測できる土中水分量センサが必要となる。現在の市販化されている水分量センサには、電磁波の反射を利用するTDR方式や、土の保水性を利用した水の負圧を計測するテンシオメータ、電気的なインピーダンスを計測し比誘電率の違いを検出する静電容量型のセンサなどがある。これらのセンサは、いずれも電極形状が固定のため、計測方向や計測可能領域が固定されている。そして、その計測可能領域は、数mmから数十cmのものがほとんどである。山の斜面の水分分布を3次元的に計測したりするためには、複数台のセンサを用いる必要があるが、それぞれのセンサ同士では発生する干渉を避けるため、一定間隔以上距離を離す必要がある。そのため、隙間のない3次元空間の把握は困難であった。

本研究では、小型センサを相互間に連携をさせ、隙間のない3次元空間の計測を可能とする技術を開発した。開発したセンサを用い、高速道路路面での地下水変動のモニタリングに成功し、地盤の安定性や排水性の評価を行うことができた。

(2) 長期連続計測を目指したストライプゲート型pHセンサの開発

農業分野や水質検査分野において、土中や水中のpHを計測することは非常に重要である。pHを計測する方法は主に3種類あり、リトマス試験紙タイプ、ガラス電極タイプ、半導体のISFET (Ion Sensitive Field Effect Transistor) タイプに大別される。従来は、計測現場から採取したサンプルの液を計測する場合が多く、土壌などの細かな粒子が混在する対象物を直接、長期間連続計測する方法はなかった。例えば、リトマス試験紙は連続計測には不向きであり、ガラス電極は計測部の液絡が粒子で詰まり計測できず、ISFETは特性変動(ドリフト)があるため、いずれの技術でも土壌直接計測は困難であった。

本研究では、土に直接突き刺すことができるISFETに着目し、長期計測に必要な不可欠なドリフトの抑制が可能な新しいセンサ構造を提案した。既存のISFETにストライプ形状のゲート電極を追加したスタライプゲート型ISFETセンサを開発し、1000時間連続計測を行った結果、

ドリフト無く安定した pH 計測ができることを確認することができた。

【 今後の展開 】

水分量センサ、pH センサの高機能化の基礎的な開発を完了させた。今後は、現場計測を可能とするよう、周辺回路の小型化と低消費電力化を行っていく。また併せて防災分野や農業分野での実証実験を行っていく予定である。

【 学術論文・著書 】

- 1) M. Futagawa, T. Ito, S. Ogasahara, K. Kusano, Y. Fuwa, M. Komatsu, “Fabrication of an Impedance Sensor with Hydrophilic Property to Monitor Soil Water Content for Slope Failure Prognostics”, Sensors and Materials, 2021 published in advance.
- 2) 小松 満, 二川 雅登, 藤原 優, 田久 勉, “小型半導体チップセンサを用いた土中水分量のトモグラフィ計測に関する室内実験”, 地盤工学会ジャーナル, Vol. 15, No.1, pp. 199-211, 2020.
- 3) S. Takahashi, M. Futagawa, K. Takahashi, T. Iwata, K. Sawada, “Highly sensitive glucose measurement using an amplified redox sensor, Japanese Journal of Applied Physics”, Vol. 59, pp.047002-1-6, 2020.
- 4) 不破泰, 増田聖乃, アサノデービッド, 小松満, 二川雅登, 末廣太貴, 田久修, “無線センサーネットワークの端末・中継機における送信タイミング自律調停プロトコルの検討”, 電子情報通信学会, Vol.J103-B, No.7, pp.247-257, 2020

【 特許等 】

- 1) 特許第 6241889 号, “酸化還元電位の測定装置及び測定方法”, 二川雅登、澤田和明、高橋聡
- 2) 特許第 6569901 号, “半導体装置の製造方法および半導体装置”, 二川雅登、草野健一郎
- 3) 特許第 6827229 号, “センサモジュール、測定システム、及び測定方法”, 二川雅登、小松満、渡辺実
- 4) 特許第 6762575 号, ZL201180029311.5, “イオン濃度測定装置及びイオン濃度測定方法”, 二川雅登

【 国内学会発表件数 】

- 1) 齋藤俊介, 谷村圭一, 上村溪介, 大多哲史, 平野陽豊, 二川雅登, “ストライプゲート型 pH センサの pH 値の違いによるドリフト抑制効果の検証”, 令和 2 年度電気学会 E 部門総合研究会, 2020.07.06-07, オンライン開催
 - 2) 重柵竜希, 寺岡佑起, 大多哲史, 平野陽豊, 安富啓太, 川人祥二, 二川雅登, “土壌過渡応答特性を利用した土中水分量・イオン濃度計測用フィードバック型回路システムの開発”, 令和 2 年度電気学会 E 部門総合研究会, 2020.07.06-07, オンライン開催
 - 3) 坂本 貴章, 大多 哲史, 平野 陽豊, 二川 雅登, “熱電冷却器(TEC)を用いた土中水分量計測方法に関する研究”, 第 37 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム 2020.10.26-28, オンライン開催
 - 4) 坂本 貴章, 佐藤晴紀, 大多 哲史, 平野 陽豊, 二川 雅登, “熱電(TE)モジュールを用いた熱検出型土中水分量計測方法に関する研究”, 令和 3 年電気学会全国大会, 2021.03.09-11, オンライン開催
- 他 2 件

【 招待講演件数 】

- 1) 日本学術振興会 水の先進理工学第 183 委員会, (2021.02.02)
- 2) 高温プロセス部会/計測・制御・システム工学部会シンポジウム (2021.03.19)

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

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://wpp.shizuoka.ac.jp/nano/>



【 研究室組織 】

教 員：堀 匡寛

修士課程：M2(2名)

【 研究目標 】

本研究室では、将来の革新的デバイスの創製に向けて、シリコン中の不純物原子（ドーパント）や欠陥の量子準位を利用して、電子の電荷やスピンの自由度を操作することを最終目標としている。このため、以下の3点にフォーカスして研究を行っている。

- (1) 電荷・スピン検出のための高感度測定系の構築
- (2) チャージポンピング法を用いた MOS 界面欠陥の解析
- (3) シリコン MOS トランジスタにおける電子・正孔共存系の形成手法の確立

【 主な研究成果 】

シリコン半導体中のドーパント（ドナー、アクセプター）は、電子デバイスの電気的特性を制御するために重要な役割を果たしている。また近年では、シリコン中のドナーの電子スピンの情報担体（ビット）として利用されており、量子技術やスピントロニクスの観点からもその重要性が高まっている。そのため、ドナー電子の検出は中心的課題である。

これまでにドナーの検出技術がいくつか提案されてきたが、その有力な候補のひとつが再結合を利用したドナー電子の検出手法である。しかしながら、同手法は再結合で必要となる電子と正孔を生成するために光照射を用いており、このことは既存の CMOS 構造に不適である。また、光照射により生成された過剰な電荷がノイズ源となり、ドナーの検出感度の低下を導くことが指摘されていた。

この課題に対して、我々は、トランジスタのゲート制御により電子正孔再結合を誘導する手法を提案した。同手法は、トランジスタの界面欠陥評価手法として広く用いられているチャージポンピング法として知られている。チャージポンピング法を電子スピン共鳴下で行うことで、スピン共鳴に伴う再結合チャージポンピング電流の変化を検出する。（これをチャージポンピング EDMR (Electrically-detected magnetic resonance) 法と呼ぶ。なお EDMR は、電子スピン共鳴をトランジスタの電流の変化から検出する手法であり、電流経路にある電子スピンのみを選択的に高感度で検出できる。）

同手法をシリコン MOS 界面に適用したところ、電子スピン共鳴に伴う再結合チャージポンピング電流の変化（信号）を検出した。この信号の共鳴磁場から信号の起源は、ヒ素ドナーの電子であることがわかった。本手法は、複雑な素子構造（多数のゲート構造）を用いることなく、標準

プロセスで作製された MOS トランジスタ中のドナーを検出できる汎用性の高い手法である。したがって、シリコンエレクトロニクスだけでなく、量子の分野においても貢献するものと期待される。(Masahiro Hori and Yukinori Ono, submitted 2021.)

【 今後の展開 】

上述したように、本研究室では、シリコン中の量子準位の検出技術の開発に取り組んでいる。今後は、高感度検出に向けて、測定系の改善を行う予定である。また、同手法でカギとなっているゲート操作技術を電子正孔系の形成技術として展開することにも着手しており、この研究を推進する予定である。

【 国際会議発表件数 】

1) 6th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN2021), February 1-3, 2021, SRM Institute of Science and Technology, India (Virtual conference), INVITED.

【 国内学会発表件数 】

・ 応用物理学会など 2 件

【 招待講演件数 】

1) ICONN2021 (2021. 2. 1-3)

2) 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会「シリコンテクノロジー分科会研究奨励賞受賞記念講演」(2020. 9. 8-11)

他 1 件

(2)オプトロニクスサイエンス部門

部門長 岩田 太

1. 部門の目標・活動方針

オプトロニクスサイエンス部門は 6 名の教員から構成されている。研究目的は、光とエレクトロニクスとの融合を学術的な観点から探求し、その成果を社会に還元することである。(1) プローブ顕微鏡や非線形レーザ顕微鏡の開発、(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

- ・ 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
- ・ 下村 勝 : 表面・界面における原子スケールの構造制御
- ・ 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)

岩田 太 教員

- ①塚本 照輝, 日本設計工学会武藤栄次賞優秀学生証(2021.3)
- ②富田 丈瑠, 精密工学会東海支部学生優秀賞(2021.3)

下村 勝 教員(5件)

- ①Sugumaran Kavirajan (D3), Best Poster Presentation Award, 6th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN-2021).
- ②Bharathi Palanisamy (D2), Best Poster Presentation Award, 6th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN-2021).

清水一男 教員

- ①室内環境学会賞・論文賞 受賞 (清水一男, 野中大輔, クリストフ・ヤロスラヴ, マリウス・ブラジャン) (2020.11).

(2)特許

海老澤嘉伸 教員

- ①名称:瞳孔検出装置及び瞳孔検出方法
発明者:海老澤嘉伸, 特願 2021-030242, 出願日:2021.2.26
- ②名称:画像処理システム及び画像処理方法
発明者:海老澤嘉伸, 特願 2020-193753, 出願日:2020.11.20
- ③名称:瞳孔検出装置
発明者:海老澤嘉伸, 特願 2020-100416, 出願日:2020.6.9
公開:(1件)
- ④名称: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
発明者:海老澤嘉伸, 特開 2020-81756, 公開日:2020.6.4
登録:(4件)
- ⑤名称:眼部画像処理装置

発明者:海老澤嘉伸, 特許第 6687195 号, 登録日:2020.4.6

⑥名称:視線検出用光源および発光方法

発明者:海老澤嘉伸, 特許第 6780161 号, 登録日:2020.4.6

⑦名称:LINE-OF-SIGHT DETECTION DEVICE

明者:海老澤嘉伸, US 10902635 B2, 登録日:2021.1.26

⑧名称:LINE-OF-SIGHT DETECTION DEVICE

発明者:海老澤嘉伸, EP 3 499 462 B1, 登録日:2021.1.26

(3)招待講演(2件)

岩田 太 教員

①岩田 太;第 68 回応用物理学会春季学術講演会:シンポジウム 革新的走査型プローブ顕微鏡技術で拓くナノプローブ生命科学の新展開, オンライン開催 (2021.3)

下村 勝 教員

①M. Shimomura;6th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN-2021), Virtual Conference (2021.2).

(4)共同研究及び外部資金 (代表)

岩田 太 教員 ・文部科学省科学研究費 挑戦的研究(萌芽)

・文部科学省科学研究費 基盤研究(B)

・中谷医工計測技術振興財団 技術開発研究助成 開発研究助成

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 ・企業との共同研究 1 件

下村 勝 教員 ・文部科学省科学研究費 基盤研究(C)

李 洪 譜 教員 ・公益財団矢崎科学技術振興記念財団「一般研究助成」

清水 一 男 教員 ・文部科学省科学研究費 萌芽研究(挑戦)

(5)新聞報道 (3件)

海老澤嘉伸 教員

①2020 年 12 月 1 日 日本経済新聞 朝刊, “視線解析装置 据え置き型 目視訓練・市場調査視野に”

②2020 年 11 月 20 日 読売新聞 朝刊, “視線で認知機能計測へ 子どもの成長把握など活用 発達障害 早期支援も”

③2020 年 11 月 30 日 日経新聞電子版 “新潟のガゾウ、据え置き型で視線解析 静岡大と連携”

(6)国際交流

(7)その他、特記事項(1件)

海老澤嘉伸 教員

①静岡大学プロジェクト研究所「正視覚力推進研究所」所長

プローブ顕微鏡開発、ナノ加工、ナノ操作

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://wvp.shizuoka.ac.jp/nanomechatronics/>



【 研究室組織 】

教 員 : 岩田 太
修士課程 : M2 (3名)、M1 (2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組んでいる。

【 主な研究成果 】

(1) 原子間力顕微鏡を用いたナノマニピュレータの開発

高速原子間力顕微鏡による動画を観察しながら測定できる独自技術であるナノマニピュレータを開発し、銀ナノワイヤーなどの機能性 1 次元ナノ材料のマニピュレーションを行った。

(2) レーザー支援電気泳動堆積法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複合化し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レーザービームをモニタしながら微細立体加工を制御する手法を開発した。

(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手法を開発し、生体試料のラベルフリーでのイメージング手法を実現した。さらに結果の妥当性を検証するためのシミュレーションを着手した。

(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。また加工中のプラズマ分光法を開発した。

【 学術論文・著書等 】 計 6 件

原著論文(査読有)

- 1) F. Iwata, T. Shirasawa, Y. Mizutani, and T. Ushiki, "Scanning Ion-Conductance Microscopy With a Double-Barreled Nanopipette for Topographic Imaging of Charged Chromosomes", *Microscopy* (Published online: 27 February 2021)
- 2) T. Ushiki, K. Ishizaki, Y. Mizutani, M. Nakajima, and F. Iwata, "Scanning ion conductance microscopy of isolated metaphase chromosomes in a liquid environment", *Chromosome Res.*, 29 (2021) 95–106
- 3) K. Nakazawa, S. Ozawa, and F. Iwata, "Additive Manufacturing of Metal Micro-ring and Tube by Laser-Assisted Electrophoretic Deposition with Laguerre–Gaussian Beam", *Nanomanufacturing and Metrology* (Online Published: 04, January, 2021)
- 4) Nakazawa, S. Yamamoto, E. Nakagawa, A. Ogino, M. Shimomura, and F. Iwata, "Atmospheric He/O₂ plasma jet fine etching with a scanning probe microscope", *AIP Advances*, 10 (2020) 095103 (1-7), Editor's Pick
- 5) Y. Otsuka, B. Kamihoriuchi, A. Takeuchi, F. Iwata, S. Tortorella, and T. Matsumoto, "High spatial resolution multimodal imaging by tapping-mode scanning probe electro-spray ionization with feedback

control”, Anal. Chem.93 (2021) 2263-2272.

- 6) A. Reiser, L. Koch, K. A. Dunn, T. Matsuura, F. Iwata, O. Fogel, Z. Kotler, N. Zhou, K. Charipar, A. Piqué, P. Rohner, D. Poulidakos, S. Lee, S. K. Seol, I. Utke, C. van Nisselroy, T. Zambelli, J. M. Wheeler, R. Spolenak, “Metals by Micro - Scale Additive Manufacturing: Comparison of Microstructure and Mechanical Properties”, Adv. Funct. Mater. 30 (2020) 1910491 (1-20)

【 国際会議発表件数 】 計 4 件

- 1) K. Katakura, K. Nakazawa, T. Kobayashi, A. Ono and F. Iwata, “Manipulation of Ag nanowires using a high-speed atomic force microscope in tapping mode”, 8th International colloquium on scanning probe microscopy (ICSPM28) 講演番号 S5-33 (held online) 2020.12.10
- 2) K. Nakazawa, T. Tanaka, T. Uruma, and F. Iwata, “Evaluation of displacement and surface potential of a micro-piezoresistor by a Kelvin probe force microscope”, 8th International colloquium on scanning probe microscopy (ICSPM28) 講演番号 S5-36 (held online) 2020.12.10
- 3) S. Toda, K. Nakazawa and F. Iwata, “Scanning nanopipette probe microscope capable of local irradiation of inductively coupled plasma for surface fine processing”, 8th International colloquium on scanning probe microscopy (ICSPM28) 講演番号 S5-40 (held online) 2020.12.10
- 4) T. Tsukamoto, T. Uruma, K. Nakazawa and F. Iwata, “A current-source amplifier with capacitance compensation for scanning ion conductance microscopy”, 8th International colloquium on scanning probe microscopy (ICSPM28) 講演番号 S5-42 (held online) 2020.12.10

【 国内学会発表 】 計 11 件

- 1) 田中 匠, 中澤 健太, 岩田 太 “堆積中の光強度モニタリングを用いたレーザー支援局所電機泳動堆積法の加工再現性向上” 講演番号 H0408 pp. 838-834, 2021 年度精密工学会春季学術講演会 2021. 03-16-22 (オンライン開催)
 - 2) 塚本 照輝, 潤間 中澤 健太, 岩田 太, 静電容量保障した電流減を有する走査型イオン電導顕微鏡の開発”, 講演番号 H0409 pp. 840-841, 2021 年度精密工学会春季学術講演会 2021. 03-16-22 (オンライン開催)
 - 3) 戸田 竣, 中澤 健太, 岩田 太, “大気圧誘導結合型プラズマ局所照射可能な走査型ナノピペットプローブ顕微鏡の開発及び表面微細加工”, 講演番号 H0406 pp. 834-835, 2021 年度精密工学会春季学術講演会 2021. 03-16-22 (オンライン開催)
 - 4) 戸田 竣, 中澤 謙太, 荻野 明久, 下村 勝, 岩田 太, “大気圧誘導結合型プラズマを局所照射可能な走査型ナノピペットプローブ顕微鏡の開発と表面微細エッチングへの応用”, 講演番号 16p-Z15-11 第 68 回応用物理学会春季学術講演会 2021. 03. 16-19 (オンライン開催)
 - 5) 戸田 竣, 中澤 謙太, 岩田 太, “走査型プローブ顕微鏡技術を用いた大気圧誘導結合型プラズマ局所照射による PMMA 薄膜表面の微細エッチング”, 第 20 回 日本表面真空学会中部支部学術講演会 2020. 12. 19 (オンライン開催)
 - 6) 中澤 謙太, 田中 匠, 潤間 威史, 岩田 太, “ケルビンプローブフォース顕微鏡によるマイクロピエゾ抵抗センサの変位・表面電位評価”, 発表番号 9a-Z06-2, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会 2020. 09. 09 (オンライン開催)
- その他, 応用物理学会、精密工学会など、計 5 件

【 招待講演件数 】 1 件

- 1) 岩田 太, “SICM による細胞・組織の計測とマニピュレーション”, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会 2021. 03. 17 (オンライン開催) 講演番号 17p-Z09-1-10

【 受賞・表彰 】 2 件

- 1) 日本設計工学会武藤栄治賞優秀学生賞 副賞 (塚本 照輝) 2021. 03. 19
- 2) 精密工学会東海支部学生優秀賞 (富田 丈瑠)

非線形レーザー顕微鏡

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 (4名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

光工学を基盤とする各種レーザー計測・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ー計測・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ー顕微鏡の開発
- (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
- (5) 無摂動pH空間計測技術の開発

【 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ー顕微鏡の開発

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を利用した光波カップリングデバイスの開発

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

CW 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。

(5) サブミクロン領域での極微弱 pH 変化計測システムの開発

上記(3)で培った光波混合システムを利用して、サブミクロン空間領域で生じる、極微弱な pH 変化を無摂動で 3D 計測可能な光システムの開発に取り組む。

【 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)Laser direct submicron fabrication by controlling reaction time constant of photoresist (Daigo Ikke and Chikara Egami) Optics Communications Vol. 480, 1 February 2021, 126489
- 2)Polarization multiplexed bit data recording to submicron-particles-arrayed optical storage (Daiki Okuzono and Chikara Egami) Optica Applicata in press.
- 3)Multilayered and multiplexed microhologram using three-dimensionally arrayed microparticles doped with organic dyes (Akifumi Nakamura and Chikara Egami) Japanese Journal of Applied Physics in press

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

教授 李 洪譜 (Hongpu Li)
光・ナノ物質機能機能専攻 (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
修士課程：7名
学 部 生：4名

【 研究目標 】

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

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

【 主な研究成果 】

- (1) 螺旋状ファイバ回折格子 (HLPG) による3チャンネル1次 OAM モード変換器を開発した。
- (2) 螺旋状ファイバ回折格子 (HLPG) による全ファイバ系2次 OAM モード変換器を開発した。
- (3) 螺旋状ファイバ回折格子 (HLPG) による2次及び3次 OAM モードの同時発生を成功した。
- (4) 炭酸ガスレーザによる螺旋状9チャンネルファイバ回折格子の製作法の開発を成功した。
- (5) 位相変調した HLPG による広帯域光阻止フィルタの作製法を提案し、試作した。

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書等 】 (# Corresponding author)

- 1) R. Mizushima, T. Detani, C. Zhu, P. Wang, H. Zhao, and #H. Li, "The superimposed multi-channel helical long-period fiber grating and its application to multi-channel OAM mode generator," *IEEE J. Lightwave Technol.*, Vol. 39, DOI:10.1109/JLT.2021.3056182 (2021). In Press

- 2) T. Detani, H. Zhao, P. Wang, and T. Suzuki, #H. Li, "Simultaneous generation of the second- and third-order OAM modes by using a high-order helical long-period fiber grating," *Opt. Lett.*, Vol. 46, No. 5, pp. 949-952 (2021).
- 3) P. Wang, H. Zhao, T. Detani, and #H. Li, "Simultaneous generation of the first- and second-order OAM using the cascaded HLPGs," *IEEE Photon. Technol. Lett.*, Vol. 32, No. 12, pp. 685-688 (2020).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 電子情報通信学会 1 件

大気圧マイクロプラズマ応用による医療・環境分野の研究

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

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



【 研究室組織 】

教 員：清水 一男

研 究 員：マリウス・ガブリエル・ブラジャン (学術研究員)

クリストフ・ヤロスラヴ (学術研究員)

博士課程：ヤハヤ・アフマド・グジ (創造科技院 D2)

修士課程：M2 (1名)、M1 (2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) 薬剤類の経皮および上皮細胞への吸収促進
- (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) 清水一男, 野中大輔, クリストフ・ヤロスラヴ, マリウス・ブラジャン, 「静電気力によるマイクロプラズマ電極上に堆積した微粒子除去の研究」, 室内環境学会誌, Vol. 23, No. 2, pp. 141-150 (Nov., 2020).
- 2) A. Dascalu, V. Pohoata, K. Shimizu, L. Sirghi, “Molecular species generated by surface dielectric barrier discharge micro-plasma in small chambers enclosing atmospheric air and water samples”, Plasma Chemistry and Plasma Processing, DOI 10.1007/s11090-020-10122-x (Jul., 2020).

【 国際会議発表件数 】

- 1) J. Kristof, H. Miyamoto, M. Blajan, K. Shimizu, “PERMEABILITY OF EPIDERMAL LAYER OF THE SKIN FOR ADENOSINE BY MICROPLASMA AND IONTOPHORESIS”, The 47th IEEE International Conference on Plasma Science (ICOPS2020VIRTUAL), TA5-S5-046, (online), (Dec., 2020).
- 2) A. Yahaya, T. Aoshima, F. Mustafa, J. Kristof, M. Blajan, and K. Shimizu, “Skin Treatment: Sterilization and Drug Delivery by Microplasma”, The 6th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2020 (ISFAR-SU2020), Shizuoka University, (Hamamatsu, Japan), PS-54, (Mar., 2020).
- 3) J. Kristof, T. Aoshima, M. Blajan, K. Shimizu, “Drug absorption by skin treated by microplasma discharge”, the 11th Asia-Pacific International Symposium on the Basics and Applications of Plasma Technology, (APSPT-11), The Kanazawa Chamber of Commerce & Industry, (Kanazawa, Japan), P2-19, (Dec., 2019).
- 4) T. Aoshima, A. Yahaya, F. Mustafa, J. Kristof, M. Blajan, K. Shimizu, “Investigation of drug concentration in stratum corneum for atmospheric pressure microplasma treatment”, Inter-Academia Asia 2019, (Shizuoka, Japan), P. 28, (Dec., 2019).

【 国内学会発表件数 】

- 1) 清水一男, 野中大輔, クリストフ・ヤロスラヴ, マリウス・ガブリエル・ブラジャン, 「静電気力によるマイクロプラズマ電極上に堆積した微粒子除去の研究」, 令和2年室内環境学会学術大会, 郡山市中央公民館・郡山公会堂, (福島県郡山市), 2020年度室内環境学会賞・論文賞受賞講演(オンライン), (Dec., 2020).
- 2) A. G. Yahaya, 奥山 智弘, J. Kristof, Marius Blajan, 清水一男, 「DIRECT AND INDIRECT BACTERIAL INACTIVATION USING COLD ATMOSPHERIC MICROPLASMA AND PLASMA JET」, 第44回静電気学会全国大会, 24pC-10, (Sep., 2020).

【 受賞・表彰 】

- 1) 一般社団法人室内環境学会賞・論文賞 受賞, 論文題目: 「静電気力によるマイクロプラズマ電極上に堆積した微粒子除去の研究」, 受賞グループ: 清水一男, 野中大輔, クリストフ・ヤロスラヴ, マリウス・ブラジャン, (Nov.2020).
- 2) IOP Publishing Outstanding Review award 受賞, Journal of Physics D: Applied Physics, (Apr., 2020)

(3) インフォマティクス部門

部門長 竹内 勇剛

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

- ・ 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
- ・ 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
- ・ 荒木由布子：複雑な構造を有する高次元データのための統計的モデリング
- ・ 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：知識創造型学習環境の構築と評価システムの開発
- ・ 大橋 剛介：画像情報処理・画像センシング
- ・ 熊野 善介：次世代のための科学教育論の理論と実践論
- ・ 桑原 義彦：電波応用工学
- ・ 小西 達裕：知的学習教育支援システム
- ・ 酒井三四郎：情報科学とその応用
- ・ 佐治 斉：画像処理、コンピュータビジョン
- ・ 塩見 彰睦：CPUの最適化設計支援及び設計自動化
- ・ 杉浦 彰彦：ワイヤレスマルチメディア情報通信
- ・ 杉山 岳弘：画像・映像情報処理の応用
- ・ 西垣 正勝：ユーザの特性を利用した情報セキュリティ技術
- ・ 西村 雅史：音声&音環境分析
- ・ 能見 公博：宇宙機械制御システムの実践的研究開発
- ・ 長谷川孝博：研究・教育・組織運営におけるDXと情報基盤
- ・ 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
- ・ 三浦憲二郎：形状処理・知的光計測に関する研究
- ・ 峰野 博史：知的IoTシステム、情報協働栽培支援AI
- ・ 宮崎 真：認知神経科学、身体教育学、スポーツ心理学
- ・ 宮崎 佳典：大量の数値情報を集約して数学・英語教育に活用
- ・ 和田 忠浩：流星バースト通信・可視光通信に関する研究
- ・ 一ノ瀬 元喜：計算集団動力学
- ・ 伊藤 友孝：人間支援ロボティクス
- ・ 白 杵 深：コンピューテーショナルイメージングと三次元計測
- ・ 大木 哲史：生体認証、ソフトウェア脆弱性検知
- ・ 大本 義正：インタラクションデザインによる人間と人工物の相互理解モデルの構築
- ・ 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
- ・ 高口 鉄平 : パーソナルデータの経済的価値の分析と評価
- ・ 小林 祐一 : ロボットのセンサ情報処理・認識と制御
- ・ 立蔵 洋介 : 音空間の知覚と合成
- ・ 永吉 実武 : 情報技術・情報を活用したパフォーマンス向上
- ・ 庭山 雅嗣 : 近赤外分光法による光生体計測
- ・ 福田 直樹 : マルチエージェント基盤技術とセマンティックWeb技術の高度化とその応用
- ・ 森田 純哉 : 計算機上での人の認知プロセスのモデル開発
- ・ 山本 泰生 : データ駆動による知識発見
- ・ 沖田 善光 : ヒトの生理機能の計測・解析
- ・ 山本 祐輔 : Slow Informatics
- ・ 石川 翔吾 : 認知症情報学によるエビデンスの創出と利用
- ・ 板口 典弘 : 身体・運動・脳・認知の相互作用の解明
- ・ 遠山 紗矢香 : 協調学習インタラクション、情報教育・STEAM 教育

各教員の主な研究テーマは以下のホームページに記載されている。

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

3. 部門の活動

創造科学技術大学院研究フォーラムや特別講演会を兼ねた特別講義の開催を毎年行っているが、今年度は総合科学技術研究科(情報学専攻)と連携して下記のように開催した。ただし今年度は新型コロナウイルス禍による影響で、すべてオンデマンド型コンテンツ(録画された講演内容をダウンロードして視聴)として提供した。

(下記の日付はアップロード実施日)

1. 5月 1日 太田賢 様(NTTドコモ 先進技術研究所 主幹研究員)
2. 5月15日 大久保一彦 様(協和エクシオ ICTソリューション事業本部CISO)
3. 5月15日 谷幹也 様(NEC 研究・開発ユニット 上席技術主幹)
4. 6月 1日 小川秀人 様(日立製作所 研究開発グループ 主管研究員)
5. 6月 1日 楠和浩 様(三菱電機 情報技術総合研究所長)
6. 6月 1日 杉山敬三 様(KDDI総合研究所 執行役員)
7. 6月15日 伊豆哲也 様(富士通研究所 セキュリティ研究所長代理)

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

教授 竹内 勇剛 (TAKEUCHI Yugo)

情報科学専攻 (副担当: 情報学部 情報科学科及び

大学院総合科学技術研究科情報学専攻 情報学コース)

専門分野: 認知科学、Human-Agent Interaction (HAI)、メディア
コミュニケーション、インタラクションデザイン

e-mail address: takeuchi@inf.shizuoka.ac.jp

homepage: <http://cog.cs.inf.shizuoka.ac.jp/>



【 研究室組織 】

教 員: 竹内 勇剛

特任助教: 坂本 孝文

博士課程: 王 斌宇 (私費)

修士課程: M2 (4名: 総合科学技術研究科情報学専攻)

M1 (2名: 総合科学技術研究科情報学専攻)

【 研究目標 】

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

- (1) 研究他者の意図認知のための身体的インタラクションに関する基礎研究
- (2) 強化学習を通じた協調的インタラクションの創発原理に関する基礎研究

【 主な研究成果 】

(1) 他者の意図認知のための身体的インタラクションに関する基礎研究

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

(2) 他者への配慮を伴うインタラクションの形成に関する基礎研究

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

(3) 「缶蹴り遊び」をするエージェント間のインタラクションの強化学習に関する基礎研究

缶蹴り遊びにおける鬼と複数の子の行動において、子が得る報酬の変化によって子同士の協調系が創発される仕組みを強化学習によるシミュレーションを通して明らかにした。このことは、トップダウンな戦術の共有ではなく子がそれぞれの目的において行動することによってボトムアップに協調系が生成されるというダイナミクスをモデル化することに大きく寄与する。

【 今後の展開 】

今後の情報通信技術 (ICT) の 1 つの大きな流れとして、“人のコミュニケーション活動”を機軸とした基礎・応用研究が活発になってくることが予想される。その研究の中心には「人」が確

固として位置づけられ、人と技術との関係の中で次世代の技術革新が模索されるようになるはずである。したがって今後我々は、人間の認知情報処理活動に着目したインタラクション構造をモデル化するという基礎的な研究をさらに発展させ、それを基にした応用的な研究を企業との共同研究等を通じた展開をしていきたいと考えている。

【 学術論文・著書等 】

- 1) Sakamoto, T., Sudo, A., & Takeuchi, Y.: Investigation of Model for Initial Phase of Communication: Analysis of Humans Interaction by Robot, ACM Transactions on Human-Robot Interaction (THRI), Vol.10, No.2, pp.1-27 (2021).
- 2) 山田雅敏, 里大輔, 遠山紗矢香, 竹内勇剛: ラグビー高校日本代表選手の疾走に関する認知過程の情報学的研究, 電子情報通信学会論文誌 (D), J103-D(3), pp. 72-81 (2020).
- 3) 遠山紗矢香, Vaya Viora Novitasari, 竹内勇剛: 参加者全員の貢献を促す協調問題解決場面の構築—Uno Stacko の課題特性に注目して—, 電子情報通信学会論文誌 (D), J103-D(3), pp. 92-101 (2020).
- 3) Tohyama, S. & Takeuchi, T.: Using Programming to Improve Elementary School Children's Mathematical Understanding: Based on the Study of Hexagons. Proceedings of Constructionism 2020, pp.606-617 (2020).
- 4) Sakamoto, T., & Takeuchi, Y.: Classification and Prospects for HAI Research Based on a Tentative Framework, Proceedings of the 8th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI2020), pp.157-162 (2020).
- 5) Nagashima, K., Morita, J. & Takeuchi, Y.: Modeling Intrinsic Motivation in ACT-R: Focusing on the Relation Between Pattern Matching and Intellectual Curiosity, The 53rd Annual Meeting of the Society for Mathematical Psychology, and the 18th Annual Meeting of the International Conference on Cognitive Modelling, pp.167-173 (2020).

【 国際会議発表件数 】

- ・ 3 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 26 件

【 受賞・表彰 】

- ・ HAI シンポジウム 2020 Impressive Long-paper Award (2020. 3)
- ・ ヒューマンインタフェースサイバーコロキウム 優秀発表賞×2 (2020. 10)
- ・ 電子情報通信学会 HCS 研究会賞 (2021. 3)
- ・ HAI シンポジウム 2021 Student Encouragement Award (2021. 3)

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

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



【 研究室組織 】

教 員 : 浅井 秀樹

博士課程 : Indrapriyadarsini Sendilkumar (創造科技学院 D2)

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

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

学 部 生 : (2名) 高平 颯、八木 啓

【 研究目標 】

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

- (1) 高速三次元シミュレータ (SI/PI/EMI シミュレーション) と AI 技術の融合
- (2) Cascade-correlation の最適化法による性能調査
- (3) RNN をトレーニングするための適応確率的 Nesterov 加速準ニュートン法
- (4) 自動車自動運転に応用するための FPGA への実装 など。

【 主な研究成果 】

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

【 今後の展開 】

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

る応用を目指す。

【 学術論文・著書 】

- 1) “aSNAQ: An Adaptive Stochastic Nesterov Accelerated Quasi Newton Method for Training RNNs”, NOLTA Journal, IEICE, 2020, vol.11, no. 4, pp.409-421.
- 2) “A Robust quasi-Newton Training with Adaptive Momentum for Microwave Circuit Models in Neural Networks”, Journal of Signal Processing 24.1 (2020): 11-17.

【 解説・特集等 】

- ・ A Midnight Soliloquy on NOLTA, IEICE Fundamentals Review Vol. 14, No.1, 2020.7
- ・ スーパーコンピュータ「富岳」の開発とコデザイン 解説 IEICE ICT Pioneers 2021.1

【 国際会議発表件数 】

- 1) “VLSI Physical Design Automation using Deep Reinforcement Learning”, Poster presentation at WiML Workshop co-located with NeurIPS, Dec 2020
- 2) “A Nesterov’s Accelerated quasi-Newton method for Global Routing using Deep Reinforcement Learning”, International Symposium NOLTA, IEICE, 2020 (Student Paper Award)
- 3) “A Neural Network Approach to Analog Circuit Design Optimization using Nesterov’s Accelerated Quasi-Newton Method,” 2020 IEEE ISCAS, Sevilla, 2020, pp. 1-1, doi: 10.1109/ISCAS45731.2020.9181152.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 多目的最適化によるセグメント分割伝送線路の考察, 信学技報, vol. 120, no. 330, NLP2020-44, pp. 24-27, 2021年1月, 久保 仁志, 浅井 秀樹,
- ・ “Neural Network を用いた Analog 回路設計”, 総合大会, IEICE, March 2020
- ・ 他 2 件 @総合大会, 広島, IEICE, 2020
- ・ “Fast simulation of multiconductor transmission lines using Block Latency Insertion Method and reduced order model”, 6th ISFAR-SU, 2020
- ・ 他 3 件 @ISFAR-SU
- ・ “MOGA を用いた CMOS オペアンプの最適化”, 信学技報, vol. 119, no. 381, NLP2019-93, pp. 45-48, 2020 年.

【 招待講演件数 】

- ・ SI/PI/EMI 三次元シミュレーションと AI 技術の活用, 静岡大学浜松キャンパスー浜松ホトニクス(株)中央研究所 研究交流会(オンライン) 2020.12.24.

【 受賞・表彰 】

- ・ Indra Priyadarsini (D2)Student Paper Award(2020.11)

モバイル・センサネットワーク

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



【 研究室組織 】

教 員: 石原 進、劉 志 (工学領域助教)
博士課程: 松田 哲史 (創造科技院 D3)、加藤 新良太 (創造科技院 D2)
修士課程: M1 (2名)
学 部 生: B4 (5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) 車々間通信による突発的路上障害物の協調回避技術の開発

高速道路等の複数車線道路において、事故車や落下物等の突発的な路上障害物が発生した場合に、車々間通信によって周辺車両に障害物の存在を通知し、円滑に障害物を回避する手法を設計した。昨年度までに開発した2車線道路用の手法を拡張し、3車線道路でも利用可能とし、その効果をシミュレーションで明らかとした。

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

下水管の障害箇所検出のためのスクリーニング検査におけるコスト低減と検査時間短縮を目指して、浮流型の移動カメラを下水管内に複数流して無線通信によって映像データ回収を行うシステムを開発している。これまでに開発した浮流型移動カメラからマンホール下の中継装置への無線 LAN による映像データ転送プロトコルに関し、その性能向上のための改良を進めた。また、中継装置が受け取った映像データをクラウド上のサーバに集約し、各映像フレームの撮影位置を時間、ランドマーク通過情報に基づいて推定し、下水管内の撮影映像を位置と対応させながら閲覧できるシステムを設計・実装した。さらに、作業現場での浮流型移動カメラの操作を簡便な操作で行うための制御用システムを設計・実装した。

(3) 異種無線通信を併用した DTN による避難情報配信技術の開発

震災や津波等の災害時において既存無線通信インフラが被害を受けた場合に、移動端末間の直接通信、端末の移動による情報伝達 (Delay/Disruption Tolerant Network: DTN 技術)、ならびに異種の無線通信技術を併用することで、高い信頼性の下、迅速に避難者を避難地に誘導するための技術開発を進めた。今年度は広帯域短距離無線通信と狭帯域長距離無線通信を組み合わせた DTN による避難支援情報配信の効果をシミュレーションにより詳細に調べ、狭帯域長距離無線通信の中継機の効果的な配置方法を導出した。さらに、自動車を用いた DTN による効果的な情報配信の方法を探るため、実環境で自動車間のすれ違い時のデータ転送可能量の調査を実施し、実測データの分析とシミュレーションによる転送可能量推定モデルの構築を試みた。

【 今後の展開 】

i) 車々間通信を活用した円滑な自動運転、安全運転支援技術、ii) 異種無線通信技術を用いた DTN による災害時避難行動支援、iii) 浮流型移動カメラと無線 LAN 映像伝送による省力化下水管検査技術、これらの三つを軸として研究を展開していく。i) ではこれまで注力していた無線 LAN 系の車々間通信技術から 5G および Beyond 5G でのセルラ通信を想定した通信技術にシフトして研究を展開していく。ii) に関しては、様々な避難者が混在したり、避難経路の集中による混雑の発生を想定したより現実的な避難シナリオに対応できる様な情報配信戦略の開発、ならびに実環境でのデータ転送性能の向上に向けたデータ送信量推定技術・データ送信スケジューリング戦略の開発への展開を進めていく。iii) に関しては、実環境での信頼性向上を重視したソフトウェア開発を推進し、今年度充実させたデータ閲覧ソフトウェアと組み合わせた実環境での実証実験に展開する。

【 学術論文・著書 】

・ Zhi Liu, Jie Li, Xianfu Chen, Celimuge Wu, Susumu Ishihara, Yusheng Ji, Jie Li: Fuzzy Logic-Based Adaptive Point Cloud Video Streaming, IEEE Open Journal of the Computer Society, vol.1, pp.121-130, (2020.7).

【 国際会議発表件数 】

- 1) Yudai Yahara, Arata Kato, Mineo Takai, Susumu Ishihara, An Effect of Sharing Damaged Road Information via Heterogeneous DTN on Evacuation, The Third International Workshop on Mobile Ubiquitous Systems, Infrastructures, Communications and Applications (MUSICAL2021) (2021.1.8, Nara, Japan/Online). [Accepted]
- 2) Xiujun Wang, Zhi Liu, Susumu Ishihara, Zhe Dang, and Jie Li: A near-optimal protocol for the subset selection problem in RFID systems, The 16th International Conference on Mobility, Sensing and Networking (MSN 2020) (2020.12.17-19, Tokyo/Online). [Accepted]
- 3) Seiya Tachibana, Susumu Ishihara: Wireless LAN communication using multiple antenna access points in narrow sewers, 2020 International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC2020), DOI:10.34385/proc.63.C4-5, (2020.12.4, Online).
- 4) Arata Kato, Taka Maeno, Yasunori Owada, Goshi Sato, Katsuhiro Temma, Toshiaki Kuri, Mineo Takai, and Susumu Ishihara: Performance Evaluation of FILS in a Vehicular Delay/Disruption Tolerant Network, The 2020 IEEE 92nd Vehicular Technology Conference (VTC2020-Fall) (2020.11.18-12.16, Online).

【 国内学会発表件数 】

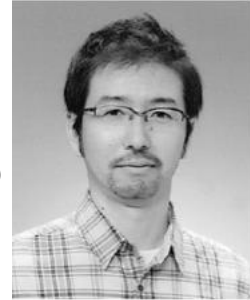
・ 情報処理学会 DICOMO ワークショップ、マルチメディア通信と分散処理ワークショップなど
12件

【 受賞・表彰 】

・ 矢原裕大, 加藤新良太, 高井峰生, 石原進, DICOMO2020 優秀論文賞, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウムプログラム委員会 (2020.10.7). 他7件

Team Learning の設計と評価

教授 大島 純 (OSHIMA Jun)
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: 学習科学
e-mail address: joshima@inf.shizuoka.ac.jp



【 研究室組織 】

教 員: 大島 純、大島 律子

博士課程: D1 (2名)

修士課程: M2 (2名)

【 研究目標 】

知識創造社会におけるアクティブラーニングは、内容理解に加えて、知識創造活動に適切に参加するスキルや能力を育成することが目的である。学習研究では、これまでそうした能力やスキルの評価として、学習後の成績や、断片的なプロセス分析に準拠してきた。本研究では、アクティブラーニングの評価のパラダイムシフトを目指して、(1) 学習者の対話を音声認識技術で抽出し、(2) ネットワーク科学の理論に準拠した知識創造活動の形成的評価指標を開発し可視化・数量化することで、これまでの断片的なプロセス分析を補完し、(3) アクティブラーニング実践の形成的評価と改善の枠組みを確立する。

【 主な研究成果 】

(1) アクティブラーニングの手法を活かした高校教育カリキュラムを設計

課題解決型学習を理科(生物基礎)で設計し、その授業デザインの効果を知識創造という観点から分析した。(Proceedings of CSCL2017)

(2) Team Learning の形成的評価のための指標の開発

知識創造を捉えるために、複雑系科学で採用される社会ネットワーク分岐を援用した評価手法を開発し、team learning に特化した学習成果指標を提案した。(Proceedings of CSCL2017)

【 今後の展開 】

本研究プロジェクトは、これまでの学習研究のような研究パラダイムを超えて、データの収集方法、そしてその解析までを一貫して自動化することを目指している。そのために音声認識研究チーム、データの可視化チームとの共同の基盤を確立して来た。その基盤を生かして、さらに実験的な音声情報の自動認識とテキストデータ化を検証し、実践の場面での適用のための問題を抽出する予定である。

【 学術論文・著書 】

- 1) Oshima, J., Tsunakawa, T., & Oshima, R. (2020). An assessment of idea emergence in subject-matter collaborative learning. *Frontiers in Education*, 5, Article 21. DOI:10.3389/educ.2020.00021
- 2) Oshima, J., Oshima, R., & Saruwatari, S. (2020). Analysis of students' ideas and conceptual artifacts in knowledge-building discourse. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1308–1321.

- 3)Kawakubo, A. J T., Oshima, J., & Oshima, R. (2020). Differences in idea improvement processes between high and low learning-outcome groups in project-based learning. In Gresalfi, M. and Horn, I. S. (Eds.), *The Interdisciplinarity of the Learning Sciences, 14th International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2020, Volume 1* (pp. 505–508). Nashville, Tennessee: International Society of the Learning Sciences.
- 4)Oshima, J., & Oshima, R. (2020). Socio-semantic network analysis of knowledge building discourse: The current state and future directions. In Gresalfi, M. and Horn, I. S. (Eds.), *The Interdisciplinarity of the Learning Sciences, 14th International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2020, Volume 2* (pp. 813–814). Nashville, Tennessee: International Society of the Learning Sciences.
- 5)Ohsaki, A., & Oshima, J. (2021). Socio-semantic network analysis of knowledge-creation discourse on a real-time scale. In A. R. Ruis & S. B. Lee (Eds.), *Advances in Quantitative Ethnography*. ICQE 2020. Communications in Computer and Information Science, vol. 1312, 170–184. Springer, Cham. [Best Paper Award Nominee]
- 6)Yamaguchi, S., Ohtawa, S., Oshima, R., Oshima, J., Fujihashi, T., Saruwatari, S., & Watanabe, T. (2021). Collaborative learning analysis using business card-type sensors. In A. R. Ruis & S. B. Lee (Eds.), *Advances in Quantitative Ethnography*. ICQE 2020. Communications in Computer and Information Science, vol. 1312. Springer, Cham.
- 7)Kawakubo, A. J. T., Oshima, J., & Oshima, R. (2021). Patterns of individual contribution to idea improvement in the group work leading to high learning-outcome groups. In A. R. Ruis & S. B. Lee (Eds.), ICQE2020 Conference Proceedings Supplement, 2–5. ISQE.

【 国際会議発表件数 】

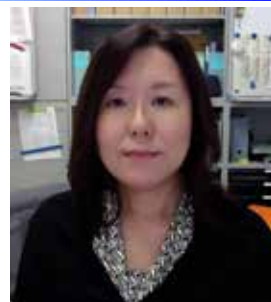
- 1)Kawakubo, A. J T., Oshima, J., & Oshima, R. (2020). Differences in idea improvement processes between high and low learning-outcome groups in project-based learning. *14th International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2020*. Online presentation.
- 2)Oshima, J., & Oshima, R. (2020). Socio-semantic network analysis of knowledge building discourse: The current state and future directions. *14th International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2020*. Online presentation.
- 3)Ohsaki, A., & Oshima, J. (2021). Socio-semantic network analysis of knowledge-creation discourse on a real-time scale. ICQE 2020. Online presentation.
- 4)Yamaguchi, S., Ohtawa, S., Oshima, R., Oshima, J., Fujihashi, T., Saruwatari, S., & Watanabe, T. (2021). Collaborative learning analysis using business card-type sensors. ICQE 2020. Online presentation.
- 5)Kawakubo, A. J. T., Oshima, J., & Oshima, R. (2021). Patterns of individual contribution to idea improvement in the group work leading to high learning-outcome groups. ICQE2020. Online presentation.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本教育工学会において 7 件

知識創造型学習環境の構築と評価システムの開発

教授 大島 律子 (OSHIMA Ritsuko)
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: 学習科学
e-mail address: roshima@inf.shizuoka.ac.jp
home page: <https://sites.google.com/view/oshimalab/home>



【 研究室組織 】

教 員: 大島 律子、大島 純

博士課程: スプリチャル仁マイケル (創造科技学院 D3)

修士課程: M2 (2名)

【 研究目標 】

大学等で行われる知識創造型学習環境を構築・運用するために求められる学習活動の分析ならびに新しい評価システムの開発が目標である。深い理解を実現するための学習環境である知識創造型学習では他者との協調が必須であり、またその事自体が学習の対象ともなる。アクティブラーニング推奨の流れを受けて、近年、協調学習を取り入れた形式の授業形態が増え始めているものの、学生に提供する学習環境のデザイン要件ならびに要素技術や、学習者の持つ協調に関する知識やスキルを的確に評価する手法は確立していないのが現状である。本研究では、これらのデザイン要件ならびに評価手法を確立、さらに評価を自動で行うシステムを開発する。

【 主な研究成果 】

(1) 創造的な問題解決における学習者のアイディアの有望性判断

大学生を対象とし、創造的な問題解決において行われるアイディアの取捨選択やアイディアの発展を対象とし、対話の社会ネットワーク分析の手法を用いて、問題解決に成功したグループにおける有望性判断の特徴を見出した。その結果、質の高い問題解決を行うには、(1) アイディア選択時に発展可能性を考慮した有望性判断を行うこと、(2) 一つのアイディアに固執せず複数のアイディアから選択すること、(3) アイディアとそれを裏付けるデータの整合性を取ることで、明らかになった。

(2) CRP (Collaboration Regulation Profiler) の開発

協調学習を円滑に行うために必要となる知識やスキルを測定する手法として開発したスク립ト完成課題 (Collaboration Scenario-based Scale for Emotion Regulation; CSSER) のweb版であるCRP (Collaboration Regulation Profiler) を開発した。CRPでは単にブラウザを利用して課題に回答できるだけでなく、CSSERの4シナリオを回答者毎にランダムに提示することで順序効果を防ぐ機能や記入漏れを防ぐ警告機能、回答に要した時間の計測、シナリオごとの回答一覧や出力機能、手動評価画面やスコアの表示、授業クラス毎の回答の管理機能など、紙ベースで起こりうる問題を回避し、かつ管理者機能をもたせることでデータの収集から分析までの作業を円滑に実施することを実現した。

【 今後の展開 】

(1) については、今後、分析データ数を増やすことで導き出された結果の信頼性の確認を行う。また、問題解決に失敗するグループについても、同様に有望性判断の特徴を導き出す予定である。(2) については、CRP を用いたデータ収集とその分析を継続するとともに、回答の自動評価機能の開発を行う予定である。

【 学術論文・著書 】

- 1)Oshima, J., Oshima, R., & Saruwatari, S. (2020). Analysis of students' ideas and conceptual artifacts in knowledge - building discourse. *British Journal of Educational Technology*, vol.51(4), pp.1308-1321 (IF:2.951)
- 2)Fukuda, H., Tsunakawa, T., Oshima, J., Oshima, R., Nishida, M., & Nishimura, M. (2020). BERT-based Automatic Text Scoring for Collaborative Learning, *IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)*, pp. 917-920, doi: 10.1109/GCCE50665.2020.9291880.
- 3)Kawakubo, A. J. T., Oshima, J. & Oshima, R. (2020). Differences in Idea Improvement Processes Between High and Low Learning-Outcome Groups in Project-based Learning. *Proceedings of ICLS2020*, pp.505-508
- 4)Oshima, J. & Oshima, R. (2020). Socio-Semantic Network Analysis of Knowledge Building Discourse: The Current State and Future Directions. *Proceedings of ICLS2020*, 813-814
- 5)Yamaguchi, S., Ohtawa, S., Oshima, R., Oshima, J., Fujihashi, T., Saruwatari, S., & Watanabe, T. (2021). Collaborative Learning Analysis Using Business Card-Type Sensors. *ICQE 2020: Advances in Quantitative Ethnography*, pp.319-333
- 6)Kawakubo, A. J. T. & Oshima, J., & Oshima, R. (2021). Patterns of Individual Contribution to Idea Improvement in the Group Work Leading to High Learning-Outcome Groups. *Second International Conference on Quantitative Ethnography: CONFERENCE PROCEEDINGS SUPPLEMENT*, pp. 2-5

【 国際会議発表件数 】

- 1)Kawakubo, A. J. T., Oshima, J. & Oshima, R. (2020). Differences in Idea Improvement Processes Between High and Low Learning-Outcome Groups in Project-based Learning. *Proceedings of ICLS2020*, pp.505-508

他 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本教育工学会全国大会において 7 件

画像情報処理・画像センシング

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) 画像処理による外観検査アルゴリズムの開発
- (3) 画像処理技術・AIを駆使した車両検出に関する研究、判断根拠の可視化とその応用
- (4) 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
- (5) 視覚情報処理・色彩工学を駆使した農業分野における照明の開発支援・評価

【 主な研究成果 】

(1) 広色域ディスプレイに関する研究

広色域ディスプレイの評価・開発のため、様々な環境光下における自然画像のヘルムホルツ-コールラウシュ効果の推定のための主観評価実験を行った(映像情報メディア学会)。また、人間の視覚効果に基づいた推定式を導出した。さらに、深層学習を用いて推定した(The 28th International Display Workshops で発表)。

(2) 画像処理による外観検査アルゴリズムの開発

X線CTによる工業製品の内部検査~ボクセルデータからの形状と材質の分類~の課題に対して、ハンドクラフトな特徴量とランダムフォレスト識別器を用いたアルゴリズムを開発した(外観検査アルゴリズムコンテスト2020「理研ボクセル賞」を受賞)。

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

- ・ 中川航太, 青柳寿和, 高松宏彰, 下平美文, 大橋剛介, “ 様々な環境光下におけるヘルムホルツ-コールラウシュ効果の推定のための主観評価実験,” 映像情報メディア学会誌, Vol.74, No.6, pp.1021-1026, 2020.11

【 国際会議発表件数 】

- ・ The 27th International Display Workshops (IDW' 20)に2件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 第26回画像センシングシンポジウム (SSII2020) など7件

【 受賞・表彰 】

- ・ 外観検査アルゴリズムコンテスト2020「理研ボクセル賞」(2020.12.3)

次世代のための科学教育論の理論と実践論

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



【 研究室組織 】

教 員: 熊野 善介
博士課程: 小坂 那緒子(創造科技院 D3)、竹林 知大(創造科技院 D3)、
黒田 友貴(創造科技院 D3)、
Nurul Sulaeman(創造科技院 D3)、竹本 石樹(創造科技院 D2)
修士課程: 峯田 一平(M2)
学 部 生: 1名 (4年生)

【 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/STEAM 教育論、構成主義学習論や STS/STEAM 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/STEAM 教育の理論研究とアクション研究
- (2) 理科及び科学授業論や科学教室の展開方略・科学技術教育評価論に関する研究
- (3) エネルギー環境教育論・SDGs 論
- (4) 英語圏の科学技術教育改革に関わる比較教育論・欧米の STEM/STEAM 教育改革の解明
- (5) アジア等の STEM/STEAM 教育・科学教育・環境教育改革の支援プログラム開発
- (6) 地球規模で地学教育研究開発を展開している。

【 主な研究成果 】

- (1) 日本の文脈に埋め込んだ STEM/STEAM 教育の理論研究とアクション研究
以下の2から6を推進するため、11月に STEAM 教育研究所を発足し、所長となった。
- (2) 理科及び科学授業論や科学教室の展開方略・科学教育評価論に関する研究
平成 29 年度から 5 年間、JST の競争的な資金事情である、「ジュニアドクター育成塾」に合格し、学長裁量経費も得て 3 年目となる「静岡 STEM アカデミー」として、県内 6 か所において、ほぼ 1 ヶ月に 1 回のペースで STEM 教室を合計 46 回展開した。さらに、理科教育学演習 I・II の講義と連動して、学生と教員が STEM・STEAM 教育教材の開発と実践授業の展開を継続して進めた。さらに、委託事業であった「ダジックアース」のプロジェクトの延長として 10 年目となる STEM・STEAM 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・SDGs 論
日本エネルギー環境教育学会の顧問として、資源エネルギー庁・文部科学省と連動して、日本の「エネルギー教育全国会議」の議長としてエネルギー教育を展開し、「エネルギー実践校」への支援や、「放射線教育」の展開を支援した。また、静岡市と連動して静岡市環境大学のカリキュラム作成委員・講師としてまた、静岡市環境教育推進会議会長として、静岡市の環境教育の推進を支援した。SDGs を基盤とした新しい静岡市環境教育基本指針が 2021 年 3 月に完成した。
- (4) 英語圏の科学教育改革に関わる比較教育論に学び STEM 教育理論展開とその実践論の開発
アメリカの科学教育改革の特徴を明らかにし、日本やアジア諸国の STEM 教育・理科教育・科学教育の改革のモデルを導くだけでなく、日本の学習指導要領の作成協力者としての経験を活かし、科学教育・理科教育分野において継続的な指導・助言・開発を展開した。さらに、2013 年に発表された、NGSS (次世代科学スタンダード) の分析・解釈と全米での科学教

育改革の実践論、教材論の解明と Society5.0 に応える実践的な科学教育改革論のためのアクション研究の展開を行ってきた。平成 29 年度から 30 年度の熊野が研究代表者として基盤研究 (B) を終了し、デジタル報告書をまとめ、令和 2 年度からの基盤研究 (B) の研究計画を立案し申請し、2020 年 4 月に採用となり現在遂行中。

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

インドネシアの国立教育大学と静大との主催の Zoom 国際会議 (11 月 18 日) に招聘され、STEM 教育に関する発表を行った。さらに、12 月は International Conference on Learning and Teaching に招聘され、基調講演を行った。さらに、令和 3 年 1 月に The Second Integrated STEM Leadership Summit in Asia に招聘され、基調講演を行った。続けて、令和 3 年度 1 月に 2020 年度日本天文教育普及研究会中部支部会から招聘され、講演を Zoom で行った。

(6) 地学教育関係では、国際地学オリンピックのための、国内選抜試験のネット開催を支援し、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 5 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/STEAM (科学技術工学数学) 教育研究が欧米並びにアジア諸国で急速に進展しており、その実態を解明する研究をさらに 2022 年度まで推進する (基盤研究 (B) とともに、小中高等学校・大学における理科授業・理系講義の中やインフォーマルな科学教育にどのように収斂していくことが、より優れた科学技術系の人材育成につながるかについて研究を展開する。特に JST の競争的な資金である、「ジュニアドクター育成塾」に「静岡 STEM アカデミー」(実施責任者：熊野善介) の 3 年目を展開し、本予算で静岡県外の STEM 教育アクション研究をさらに展開することができた。以上により、STEM/STEAM 教育研究を基にして、日本における科学技術教育イノベーション研究に挑む。特に STEAM 教育研究所をさらに発展させ、バックアップの組織として NPO 法人静岡 STEAM 教育推進センターを次年度発足する。

【 学術論文・著書 】

- 1) 熊野善介 (2020). STEM 教育の日本と海外の現状—アメリカとシンガポールを中心として—、学習情報、公益財団法人学習情報研究センター、2020、7 月号、通巻 275、30-33.
- 2) 小坂那緒子・熊野善介 (2020). 探究的実験教材としてのウミホタルの活用—ウミホタルの発光と温度の関係—、理科教育研究、Vol. 61, No. 1, 83-96.
- 3) Tomohiro Takebayashi & Yoshisuke Kumano (2020) Exemplary STEM Education Focusing on the Geology and Culture of Nijima Islands in Japan with Cross-Cutting Concepts, Southeast Asian Journal of STEM Education, Vol.1, No.1, 76-92.
- 4) Nurul Fitriyah Sulaeman1, Pramudya Dwi Aristya Putra, Ippei Mineta, Hiroki Hakamada, Masahiro Takahashi, Yuhsuke Ide, and Yoshisuke Kumano (2020). Engaging STEM Education for High School Student in Japan: Exploration of Perception to Engineer Profession, Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA, Vol. 6, No. 2, 2020, 189-205.

【 解説・特集等 】

- ・静岡市環境教育行動計画 (2021)、2021 年度から 2030 年度、静岡市環境教育推進会議 (議長：熊野善介) 1-65. https://www.city.shizuoka.lg.jp/000_002800_00001.html
- ・熊野善介 (2021). 静岡 STEM アカデミー、令和 2 年度ジュニアドクター育成塾報告書、実施主担当者：熊野善介、科学技術振興機構、(Fostering next-generation Scientists Program) 令和 3 年 3 月 30 日、1-200.

【 国際会議発表件数 】 3 件; 3 件招待講演

【 国内学会発表件数 】 4 件

【 招待講演件数 】 5 件

- 1) Yoshisuke Kumano (2020). Analysis and Discussion on STEM Education for Innovation in Science Education in the US and Possible Implication to the Japan and Asian Contexts, Keynote speaker, The Collaboration Research of Science Education Department School of Postgraduate Studies UPI and Shizuoka University, November 18th, 2020.
- 2) Yoshisuke Kumano (2020) The Theories and Practices for the 21C Skills as the STEM/STEAM models for the Japanese Contexts – Comparing to NGSS of the US contexts with the Evidences of Shizuoka STEM

Academy -, Keynote Speech No.4, International Conference on Learning and Teaching 2020, December 2nd - 4th, p.23 (招待講演)

3)Yoshisuke Kumano(2021). The Theories and Practices for the 21C skills as the STEM/STEAM Models for the Japanese Contexts – Comparing to NGSS of the US contexts with the Evidences of Shizuoka STEM Academy, The Second Integrated STEM Leadership Summit in Asia, January 2021, 9:15~9:45, Keynote Speaker (招待講演)

4)21世紀型の資質・能力をどう捉え、Society5.0に應える人材を養成するのか。—STEM教育が展開している諸外国(US/シンガポール)と日本の比較から、見られる理論と実践から—, 2020年度日本天文教育普及研究会中部支部会, 2021年1月23日 13:00 ~ 14:10 (招待講演)

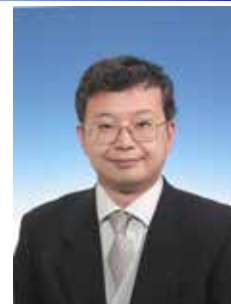
5)招待講演;熊野善介(2021)日本におけるSTEM教育概論—STEM for SDGs, STEM for SDGs 教員研修、WWWL コンソーシアム構築支援事業、FALCon(fujinokuni アドバンスト・ラーニング・コンソーシアム)拠点校、静岡県立三島北高等学校、令和3年2月11日

【 受賞・表彰 】

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

知的学習教育支援システム

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



【 研究室組織 】

教 員: 小西 達裕

【 研究目標 】

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

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

【 主な研究成果 】

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

これまでにプログラムの挙動を視覚化することによる学習支援システムを開発してきたが、本年度はこれまでに培った技術をポイントの学習支援に応用する研究を行った。評価実験により学習支援効果を評価し、肯定的な結果を得た(国際会議6)。

(2) プログラミング演習における学習者の状態分析に基づく教師支援システムの構築に関する研究

プログラミング演習中の学習者のプログラム作成状況をモニタリングして分析し、「プログラミングの行き詰まりに陥っているか」「プログラムのどの部分で誤っている(もしくは行き詰っている)か」「演習テーマのうちどの事項の理解が不足しているか」の3つのレベルの推定を行って、得られた情報を教師・TAに提供することで教育支援を行うシステムを開発し(国際会議4)。

(3) 初等統計学学習支援システムの構築に関する研究

初等統計学を用いて実世界のデータを分析し、日常的な問題に答える演習を支援するシステムを構築した。このシステムは問題解決に行き詰った学習者に方針を示す「誘導機能」と、問題解決中に誤った途中結果や結論に至った学習者に助言を与える「助言機能」を有する。構築したシステムに評価実験を行ったところ、学習支援効果について肯定的な結果が得られた(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 】 7件

- 1) Yasuhiro NOGUCHI, Shun NISHIHATA, Satoru KOGURE, Koichi YAMASHITA, Makoto KONDO, Tatsuhiro KONISHI, “What is the meaning of my model? – Self-Review Support Environment based on Natural Language Translation from Learners’ Software Structural Model,” Proceedings of SIGCSE TS 2021 (2021.3).
- 2) Raiya YAMAMOTO, Yasuhiro NOGUCHI, Satoru KOGURE, Koichi YAMAMOTO, Tatsuhiro KONISHI, Yukihiro ITOH, “Experimental Design of a Learning Support System for Algorithm Refinement in Debugging Learning for Novice Programming Learners,” Proceedings of TALE2020, pp.340-343 (2020.12).
- 3) Kanako SUZUKI, Tatsuhiro KONISHI, “An Educational System with Functions of Guidance and Adaptive Advice to Support Problem Solving based on Basic Concepts of Statistics,” Proceedings of ICCE2020, pp.295-300 (2020.11).
- 4) Yasuhiro NOGUCHI, Kousei AYABE, Koichi YAMASHITA, Satoru KOGURE, Raiya YAMAMOTO, Tatsuhiro KONISHI, Yukihiro ITOH, “Experimental Design of Automated Extraction for 3-Level Tutoring Support Information in Programming Exercises,” Proceedings of ICCE2020, pp.255-260 (2020.11).
- 5) Masaya MURAMATSU, Yasuhiro NOGUCHI, Satoru KOGURE, Koichi YAMASHITA, Tatsuhiro KONISHI, Yukihiro ITOH, “Introducing a Mock Technique into a Learning Support System for Program Design Based on Testability,” Proceedings of ICCE2020, pp.205-214 (2020.11).
- 6) Koichi YAMASHITA, Keisuke SAKATA, Satoru KOGURE, Yasuhiro NOGUCHI, Tatsuhiro KONISHI, Yukihiro ITOH, “Learning Support System for Understanding Pointers Based on Pair of Program Visualizations and Classroom Practices,” Proceedings of ICCE2020, pp.658-663 (2020.11).
- 7) Satoru KOGURE, Hiroki HAKAMATA, Yasuhiro NOGUCHI, Tatsuhiro KONISHI, Makoto KONDO, Yukihiro ITOH, “Development of Japanese Dictogloss Learning Support Environment for Pronunciation Learning of Japanese Speech,” Proceedings of ICCE2020, pp.261-263 (2020.11).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 人工知能学会、教育システム情報学会にて 4件

画像処理、コンピュータビジョン

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 (4名)、M1 (2名)

学 部 生 : B4 (5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、および動画画像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画像から先行車両の動きを自動計測する研究や、信号機に設置したステレオカメラから近づいてくる車両の位置・速度を計測し、信号機の制御に取り入れる研究など、ITS (高度道路交通システム) に関わる研究を幅広く行っている。

(3) 三次元形状計測

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

【 主な研究成果 】

上記研究それぞれについての成果を以下に記す。

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

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

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

【 今後の展開 】

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

【 国内学会発表件数 】

・ 第 18 回 ITS シンポジウム 2020 など 6 件

ワイヤレスマルチメディア情報通信

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: <https://www.mmc.gsest.shizuoka.ac.jp/>



【 研究室組織 】

教 員: 杉浦 彰彦

博士課程: 齋進 (創造科技院 D1、社会人)

修士課程: M2 (4名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

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

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

【 主な研究成果 】

(1) 知的環境認識型ワイヤレスネットワークの構築

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

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

(2) 胸部 X 線 CT 画像における肺がん病巣候補自動抽出の高精度化

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

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

(3) マルチメディア情報通信技術の応用・展開

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

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

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

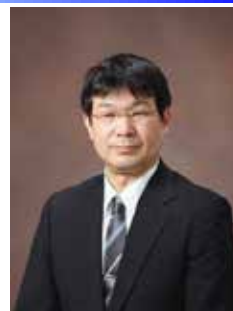
- 1) Defect Classification on Automobile Tire Inner Surfaces with Functional Classifiers
多田拓太郎、杉浦彰彦 システム制御情報学会論文誌 Vol.34,No.1,pp.1-10 (2021)
- 2) マルチメディア情報符号化の基礎と応用
杉浦彰彦、岡村好庸、小暮悟 コロナ社 A5版241頁 (2020)

【 国内学会発表件数 】

- ・電気・電子・情報関係学会、情報処理学会など8件

画像・映像情報処理の応用

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 (D3、社会人)、西尾 典洋 (D2、社会人)
修士課程: M1 (2名)

【 研究目標 】

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

- (1) 書体の自動生成アルゴリズムによるデジタルフォントの開発
- (2) Linked DataとIIIFなどによる映像・写真アーカイブ化手法の開発
- (3) マルチモーダルなコンテンツに対する印象評価手法の開発

【 主な研究成果 】

(1) 書体の自動生成アルゴリズムのデジタルフォントの開発

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

(2) Linked DataとIIIFなどによる映像・写真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・写真アーカイブについての調査と基礎理論の構築について実証的な検証を行い、また、写真のデジタルアーカイブの構築を行った。

(3) マルチモーダルなメディアに対する印象評価手法の開発

今期については、デジタルサーネージにおける書体と視認性について印象評価実験を行い、視認性の高いフォントの特徴を得ることができた。

【 今後の展開 】

書体の自動生成とアウトライン化については、実用化レベルまで品質を上げることを目指しており、当面の研究展開としては、現段階で生成した書体を用いてデジタルフォントを拡張していくことを行って行きアウトライン化への課題を洗い出していく。また、映像アーカイブ化については、引き続き西浦田楽に関する田楽の映像アーカイブと、民俗的に価値のある写真のアーカイブ化を目指す。

【 国内学会発表件数 】

・観光情報学会、情報知識学会、社会情報学会など9件

【 新聞報道等 】

- 1) 中日新聞 (2021. 2. 20)
- 2) 中日新聞 (2021. 3. 3)
- 3) 静岡新聞 (2021. 3. 6)
- 4) 静岡新聞 (2021. 3. 10)
- 5) 中日新聞 (2021. 3. 11)

【 受賞・表彰 】

- ・ 観光情報学会 第 21 回 研究発表会優秀賞(2020 年度), 鈴木彩香, 杉山岳弘, 'ナッジ理論に基づいた観光予約サイトの予約申込向上に効果的な WebUI の検討', 観光情報学会第 21 回研究発表会予稿集, pp. 17-20, (2020. 12. 12-13, オンライン開催)

ユーザの特性を利用した情報セキュリティ技術

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



【 研究室組織 】

教 員: 西垣 正勝
博士課程: 原田 博子 (D3、社会人)、西川 弘毅 (D3、社会人)、
松田 規 (D2、社会人)、外所 伸崇 (D1、社会人)
修士課程: M2 (2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、昨年を引き続き、主に以下の研究テーマに対して研究を行った。

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

【 主な研究成果 】

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

(1) 微細生体情報を用いた生体認証方式

近年、曖昧な生体情報に適用可能な暗号化方式が開発され、デジタルデータ化された生体情報については暗号技術によってこれを守ることが可能となった。これに対し、物理的な生体情報そのものを守る方法は未解決問題となっている。そこで、微細生体部位を利用した生体認証システムの実現可能性を検討した。今年度は、1mm×1mmの爪表面画像を用いた「生体情報の使い捨てが可能」な生体認証システムに対し、生体検知技術を導入し、その可用性を改善した。

(2) 攻撃者の目的に着目した標的型攻撃検知方式

攻撃者は、標的型攻撃を成功させるために、標的者の性格因子や行動特性を巧みに利用して標的型メールを作成する。このような攻撃者の目的に着目し、心理操作テクニックを悪用した文面を含むメールを不正として検知する方法を提案し、その有効性を検証した。今年度は、検知システムが発行するアラートの提示方法に対しても、標的者の性格因子や行動特性に応じた調整が効果的であることに関する知見を得た。

【 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) Nori Matsuda, Takato Hirano, Yutaka Kawai, Takashi Ito, Mitsuhiro Hattori, Tadakazu Yamanaka, Masakatsu Nishigaki: Public-key Searchable Encryption with Index Generation for Shared Database, Journal of Information Processing (情報処理学会英論文誌), Vol.28, pp.520-536 (2020.9).
- 2) 井上佳祐, 本多俊貴, 向山浩平, 大木哲史, 堀川博史, 西垣正勝: テストベースホワイトリストと CSP の組合せによる効果的な XSS 対策の実現, 情報処理学会論文誌, Vol.61, No.9, pp.1374-1387 (2020.9).

【 国際会議発表 】

- 1) Kota Uehara, Hiroki Nishikawa, Takumi Yamamoto, Kiyoto Kawauchi, Masakatsu Nishigaki: Analysis of the relationship between psychological manipulation techniques and Both personality factors and behavioral characteristics in targeted email, Proceedings of 2020 International Conference on Advanced Information Networking and Applications(AINA), pp.1278-1290 (2020.4) . DOI: 10.1007/978-3-030-44041-1_1098, pp.520-536 (2020.9).
- 2) Yuya Shiomi, Genki Sugimoto, Ayaka Sugimoto, Kota Uehara, Masahiro Fujita, Yuto Mano, Tetsushi Ohki, Masakatsu Nishigaki: Micro Biometric Authentication Using Fingernail Surfaces: A Study of Practical Use, Proceedings of 2020 International Conference on Advanced Information Networking and Applications(AINA), pp.1330-1340 (2020.4) . DOI: 10.1007/978-3-030-44041-1_113
- 3) Yumo Ouchi, Ryosuke Okudera, Yuya Shiomi, Kota Uehara, Ayaka Sugimoto, Tetsushi Ohki, Masakatsu Nishigaki: Study on Possibility of Estimating Smartphone Inputs from Tap Sounds, Proceedings of 2020 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference , pp.1425-1429 (2020.11).

他、計 7 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 19 件

【 招待講演数 】 計 2 件

【 報道等 】

・ 「誰？」揺らぐ個人認証（なりすましの脅威 イタチごっこ）、日本経済新聞 2021 年 1 月 24 日朝刊 26 面。

【 受賞・表彰 】

- 1) 情報処理学会コンピュータセキュリティシンポジウム 2020 優秀論文賞（受賞対象論文：水野慎太郎, 西垣正勝, 大木哲史: AutoPoCo: 消費電力を考慮したモデルベースファジングの自動化, コンピュータセキュリティシンポジウム 2020 論文集, pp. 368-375 (2020.10).)
- 2) 日本セキュリティ・マネジメント学会辻井重男セキュリティ論文特別賞（受賞対象論文：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).)

他、計 3 件

音声 & 音環境分析

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: https://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 (10名)、M1 (7名)

【 研究目標 】

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

- (1) 摂食・嚥下に関する行動の自動評価手法の研究・開発
- (2) 多人数音声会話の発話検出と認識
- (3) 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
- (4) 製造現場の効率化を目的とした作業動作の自動推定
- (5) 聴覚障害者支援用音認識装置・提示装置の開発
- (6) 音情報の活用による介護者支援装置の開発
- (7) 非言語・パラ言語情報に着目した母子コミュニケーションの分析

【 主な研究成果 】

(1) 食事行動の自動認識

口腔内で起きる食事行動を可視化することを目的として、合計5チャンネルからなる生体音収集システムを構築するとともに、それを用いて完全に非侵襲な方法で、咀嚼から嚥下に至る口腔内での行動を95%近い高い精度で可視化できることを示した。また、誤嚥の関連が疑われる食物の粉碎完了状態や食道入口部の食物残留についてもそれぞれ自動推定が可能であるとの見通しを得た。

一連の口腔内行動の可視化については数多くの研究発表を行い、指導学生が、情報処理学会全国大会奨励賞(Best paper award for young researcher of IPSJ national convention)および国際会議 IEEE LifeTech2020のExcellent Student Poster Award、並びに静岡大学学長表彰などを受賞した。また、粉碎完了推定や食道入口部付近の食物残留を検出する手法についてはそれぞれ特許申請を行った。

(2) 服薬行動の自動認識

民間大手製薬会社と共同で、音を使って服薬行動を自動検出する手法の検討を行った。結果として剣状突起周辺で生じる生体音に着目した全く新しい検出手法を開発し、当該企業と共同で特許申請を行った。

【 今後の展開 】

食事行動を中心とした人間行動のモニタリングを目的として、今後は音だけでなく画像や加速度情報の活用、さらにはデバイス自体の開発も含めた総合的な観点から研究に取り組む。一方、音の認識を行う際、現状では対象ごとに特化したモデルを構築する必要があるが、今後は音声や行動の認識で用いる音響モデルの汎用化に取り組むと考えている。

【 学術論文・著書 】 2件

- 1) "Tablet-Based Automatic Assessment for Early Detection of Alzheimer's Disease Using Speech Responses to Daily Life Questions," Yasunori Yamada, Kaoru Shinkawa, Masatomo Kobayashi, Masafumi Nishimura, Miyuki Nemoto, Eriko Tsukada, Miho Ota, Kiyotaka Nemoto and Tetsuaki Arai, *Frontiers in Digital Health*, 17 March 2021.
- 2) "Improvement of Throat Microphone Speech by Enhance Spectral Envelope using GMR-LPC based Method," Md. Easir Arafat, Masafumi Nishimura, Md. Ekramul Hamid, *International Journal of Advance Computational Engineering and Networking (IJACEN)*, Volume-8, Issue-5, pp.10-14, 2020.8.

【 特許等 】 3件

- 1) 評価装置、評価方法、及び評価プログラム, 特願 2021-24865. ([出願年月日]2021年2月19日)
- 2) 動作検知装置及び動作検知方法, 特願 2020-199496. ([出願年月日]2020年12月1日, 大手製薬企業との共同出願)
- 3) 評価装置, 及び評価プログラム、特願 2020-137947. ([出願年月日]2020年8月18日)

【 国際会議発表件数 】 7件

- 1) "Analysis of Acoustic Features Affected by Residual Food in the Piriform Fossa Toward Early-Detection of Dysphagia," Tomoki Hosoyama, Masahiro Koto, Masafumi Nishimura, Masafumi Nishida, Yasuo Horiuchi, Shingo Kuroiwa, *KES in Med* 2020, pp.171-178 (2020.6) 他6件.

【 国内学会発表件数 】 25件

【 招待講演件数 】 2件

- 1) “音声言語情報処理技術を活用した心身状態の理解,” 西村雅史, 情報処理学会第20回高齢社会デザイン研究会, 2021.3.
- 2) “音で知る心身の健康 ~食べることと話すこと~, ” 西村雅史, 2020年度音学シンポジウム, 電子情報通信学会信学技報 SP2020-2 (2020.6).

【 受賞・表彰 】 本人2件、学生8件

- 1) IEEE LifeTech2020 Excellent Student Poster Award (2020.5)
- 2) 日本コミュニケーション障害学会 第23回学会発表奨励賞 (2021.2)

指導学生の受賞(論文賞, 奨励賞など)

- 1) 情報処理学会第82回全国大会奨励賞 (Best Paper Award for Young Researcher of IPSJ National Convention) : 中村亮裕, “CTCとAttentionの併用による咀嚼と嚥下の自動検出” (2020.5)
- 2) IEEE LifeTech2020 Excellent Student Poster Award : Akihiro Nakamura, “Automatic Detection of the Chewing Side Using Two-channel Recordings under the Ear,” (2020.5)
- 3) 日本音響学会東海支部 第24回東海地区音声関連研究室合同修士論文中間発表会 質疑応答賞, 成田あゆみ (2020.8)
- 4) 第19回情報科学技術フォーラム FIT 奨励賞, 吉井謙太, “人型ロボットとの会話における軽度認知症者の発話特徴分析,” (2020.9)
- 5) 情報学シンポジウム2020 挑戦的研究賞 : 徐黄棟, “認知症患者及び軽度認知障害患者の心理検査における言語特徴分析,” (2020.12)
- 6) 日本コミュニケーション障害学会 第23回学会発表奨励賞 : 成田あゆみ, “母子相互作用場面における乳児の発声行動の分析,” (2021.2)
- 7) 情報処理学会 音声言語情報処理研究会 2020年度企業賞 : 鈴木貴仁, “咽喉マイクの大語彙音声認識のためのデータ拡張と知識蒸留,” (2021.3)
- 8) 静岡大学学長表彰 : 中村亮裕 (2021.3)

宇宙機械制御システムの実践的研究開発

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/>
https://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 (5名)

【 研究目標 】

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

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

【 主な研究成果 】

(1) 超小型衛星 STARS-Me2 の開発

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

(2) 超小型衛星 STARS-X の開発

超小型衛星 STARS-X プロジェクトは、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) の公募する「革新的衛星技術実証 3 号機」の実証テーマに採択されました。採択されたテーマは、「宇宙テザー技術を用いたデブリ捕獲の技術実証」です。STARS-X は、50kg 級衛星で、これまでの STARS プロジェクトの衛星と比較すると大型な衛星になります。今回のミッションは、宇宙空間でテザーを 1km 伸展し、その上をロボット (クライマー) が移動。そして、ネットによるデブリ捕獲実験を行います。

(3) 小型月着陸衛星 (SLIM) のプリプロジェクト化

小型月着陸衛星 (SLIM) は、2021 年度の打ち上げを目指して研究開発を進めています。着陸

手法はメインの脚1本が最初に接地、着陸衝撃を十分に吸収した後に、機体を横方向に倒して補助脚で支える方法です。メインの脚1本でレゴリス（月表面の砂）に衝突するような手法はこれまでになく、実験を含めてその妥当性を評価しています。

（４）火星衛星探査計画（MMX）の着陸シミュレーション

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

（５）月惑星等天体への着陸に関する基礎研究

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

【 今後の展開 】

静岡大学は、2014 年から超小型衛星開発に着手、これまでに6基の衛星を打ち上げています。これらの宇宙実験結果を踏まえて、さらに大型な軌道エレベーター衛星、また宇宙デブリ除去衛星を開発、世界に先駆けて宇宙技術実証を行っていくことを目標としています。STARS PROJECT の特徴は、機械制御システムの宇宙実験を実施していくことであり、宇宙空間でダイナミックに運動する衛星は、世界的にも独創的なものです。

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

【 学術論文・著書 】

- 1) Taro KAWANO, Yusuke MARU, Nobukatsu OKUIZUMI, Shujiro SAWAI, Masahiro NOHMI, “Study of Leg Arrangement for Stable Touchdown during Two-step Landing for SLIM”, Trans. JSASS Aerospace Tech. Japan, Vol. 18, No. 5, pp. 222-230, 2020, DOI: 10.2322/tastj.18.222, ISTS 特集,
- 2) Yamagiwa, et. al., ” Space Experimental Results of STARS-C CubeSat to Verify Tether Deployment in Orbit,” Acta Astronautica, (AA7818, PII: S0094-5765(19)31468-7), January 2020.

【 特許等 】

- 1) 発明の名称：人工衛星，出願番号：特願 2019-223065，発明者 能見公博，大井克己，大川庫弘，出願日：2019 年 12 月 10 日，特許権者 国立大学法人静岡大学。
- 2) 発明の名称：テザー収納ユニット及び人工衛星システム，出願番号：特願 2012-158243，発明者 能見公博，出願日：2019 年 10 月 30 日，特許権者 国立大学法人静岡大学。
- 3) 発明の名称：テザー収納ユニット及び人工衛星システム，国際出願，出願番号通知：PCT/JP2020//39272，発明者 能見公博，出願日：2020 年 10 月 29 日，特許権者 国立大学法人静岡大学。

【 国際会議発表件数 】

- ・ 11th European Cubesat Symposium など 11 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 宇宙科学技術連合講演会など 8 件

【 新聞報道等 】

- ・ 超小型衛星 STARS 衛星の記者発表。各社報道多数。

研究・教育・組織運営におけるDXと情報基盤

教授 長谷川 孝博 (HASEGAWA Takahiro)
情報科学専攻 (主担当：情報基盤センター及び
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： マルチメディア符号化、ワイヤレスネットワーク
専門分野：情報基盤、情報システム、情報セキュリティ
e-mail address: hasegawa.takahiro@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://www.cii.shizuoka.ac.jp>



【 研究室組織 】

教 員：長谷川 孝博

博士課程：D1 (1名)

修士課程：M2 (1名)

【 研究目標 】

高速通信を安全に利用できる大学情報基盤の各種情報システムの設計と運用、およびこれらのマネジメントに取り組んでいる。DX(デジタルトランスフォーメーション)とは、デジタル技術による業務の改革であり、組織の情報基盤の機能と性能に依存するところが大きい。本研究室では、大学の情報基盤を限られた資源(人・物・資金)の下で、効率的に運用できる各種情報システム開発や情報セキュリティのマネジメント研究に取り組んでいる。

- (1) 情報セキュリティと IT サービスのリスクアセスメント統合
- (2) 学術情報ネットワークの設計・構築・運用・マネジメント
- (3) 急加速したオンライン教育コンテンツの運用を支援するオンライン教育 DX
- (4) QR コードを用いたオフライン個人情報転送システム

【 主な研究成果 】

(1) 情報セキュリティと IT サービスのリスクアセスメント統合

ISMS と ITSMS のような複数の ISO マネジメントシステム規格を運用する場合の作業量は増大するため、省力化は課題である。省力化には、ISO マネジメントシステム規格の統合運用が鍵となる。本研究室では、情報セキュリティと IT サービスのリスクアセスメント統合によるモデルを提唱し、大学の情報基盤センターにおける実運用で稼働させるリスクアセスメントデータベースの開発と運用を通してその有効性を明らかにした。

(2) 低コストで安全な Web ホスティングサイト WWP <https://wpp.shizuoka.ac.jp>

大学や企業の情報発信の手段としてクラウドサーバの商用化が整い、安価に利用できるようになったが、その自由度の高さがゆえに、情報セキュリティ事故を防止するための保守運用のコストを軽視することはできない。本研究室では大学の情報部門がクラウドサーバ1台を集中管理することで、300以上のWebサイトをホスティングするWWPを開発した。4年以上の実運用を通じ、1サイト当たりの運用コストを80円/月以下に低減できた。WWPによれば、全てのユーザはサーバ管理から解放され、コンテンツの配信に専念できる。WWPのトップページには、WWPが包含する全てのサイトの最新情報が記事単位で掲載されるため、組織的な情報配信力にも優れている。

【 今後の展開 】

オンライン教育やオンライン業務の急増により多くの組織で、情報基盤の性能強化と機能強化が必要になっている。当研究室ではオンライン教育 DX を中核とした研究を進めていく予定である。また強化された学術機関情報ネットワークを用いた研究者データ管理基盤(GakuNin RDM)などの導入と活用の研究を展開する。その他、QR コードや電子掲示板システムなどの情報システムや、これらを安全に運行するための情報セキュリティの技術とマネジメント研究を継続する。

【 国際会議発表件数 】

1)Matsumura N., Nishigaki M., Hasegawa T. (2020) Risk Evaluation Model for Information Technology Services in Integrated Risk Assessment. In: Várkonyi-Kóczy A. (eds) Engineering for Sustainable Future.

【 招待講演件数 】

1) 学術情報基盤オープンフォーラム 2020 オンライン開催 (2020. 6. 9)
『オンライン教育の急加速を支え抜いたクラウド活用の真価』 長谷川孝博
https://www.nii.ac.jp/openforum/2020/day2_cloud3.html 発表動画視聴可能

環境と防災に関わるリスクアナリシス

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



【 研究室組織 】

教 員: 前田 恭伸
博士課程: Pooja Pragati Suresh (創造科技学院 D3)
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) リスクマネジメントにおける評価関数の比較分析
- (2) 自動運転車のサイバーリスクに関する分析
- (3) 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) リスクマネジメントにおける評価関数の比較分析

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

(2) プラスチックごみリサイクルに関するリスクの分析

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

(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（水資源・環境研究 2020, エコミュージアム研究 2021）。

【 今後の展開 】

短期的には、三つのテーマについて研究を行う。ひとつはプラスチックごみのリサイクルとそれに関するリスクの分析である。2019年大阪 G20 サミットでも海洋のプラスチックごみ汚染は大

きな問題として取り上げられたが、しかしそのリサイクルを適切に進めるためには、課題も多い。今後この問題にリスク分析のアプローチから研究を進めていく。二つ目は自動運転のリスクである。ICT に基づく安全運転支援機能には大きな期待が寄せられているが、そこにはサイバーセキュリティの問題もある。その点についてどう取り組めばいいか、検討を進める。三つ目は環境ボランティア研究である。これまでと同様に環境ボランティアを獲得するための情報システムを構築し、それによるボランティア募集の社会実験を行っていく。そして蓄積したデータを分析することにより、環境ボランティアへの参加者を増やすためにどうすればいいか、知見を集約していく予定である。ただし、COVID-19 の感染拡大により、そもそも人を集めること自体が難しい社会的状況にある。どのように研究を進めるか、慎重に検討を進める必要があるものと思われる。

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

【 学術論文・著書 】

- 1) 浅野敏久, 森保文, 前田恭伸, 犬塚裕雅, “瀬戸内海流域住民の環境保全と市民活動についての意識”, 水資源・環境研究. 33(1), 7-14 (2020).
- 2) 前田恭伸, 森保文, 浅野敏久, 犬塚裕雅, “市民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”, エコミュージアム研究. 15, 80-86 (2021).

【 国内学会発表件数 】

- ・環境科学会 2020 年会, 勉強会: 水辺の環境保全とヨシの活用・市民参加など計 2 件

【 受賞・表彰 】

- ・Society for Risk Analysis, Fellow (2020 年 12 月 15 日)

雷に伴う環境電磁工学

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 D3、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) 配電線及び送電線事故率予測精度の向上と効率的な対策
- (4) 電気設備と感電保護

【 主な研究成果 】

(1) 冬季雷性状の解明

わが国の日本海沿岸で冬季に生じる冬季雷は、エネルギーが大きい等の特徴を有していることが知られている。秋田県での実測結果に基づいて、後続雷の雷電流波形を検討した結果、波高値等のパラメータはヨーロッパの高構造物で得られた結果と大差はないことが判明した。

(Koji Michishita, Shohei Hayashi, Shigeru Yokoyama, Michihiro Matsui, Yasuhiro Miyama, Nobuyuki Honjo, "Peaks of return strokes and fast pulses on ICC of winter lightning initiated by upward propagating leaders in Japan", Electric Power Systems Research 196 (2021) 107182 doi.org/10.1016/j.epsr.2021.107182)

【 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。

【 国内学会発表件数 】

・電気学会 計9件

形状処理・知的光計測に関する研究

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



【 研究室組織 】

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

【 研究目標 】

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

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

【 主な研究成果 】

[CREST 採択、数的情報活用基盤、令和元年度採択課題]

設計の新パラダイムを拓く新しい離散的な曲面の幾何学

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

静岡大学三浦グループ (三浦憲二郎：主たる共同研究者)

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

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

【 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) K.T. Miura, S. Suzuki, S. Usuki, R.U. Gobithaasan, τ -curve -Introduction of Cusps to Aesthetic Curves, Journal of Computational Design and Engineering, 2020, 7(2), 155-164.
<https://doi.org/10.1093/jcde/qwaa014>.
- 2) Shin Usuki, Gaku Shibata, Kenjiro T. Miura, High-resolution nonfluorescent imaging with structured

- illumination for patterned surface measurement, April 2020 Measurement Science and Technology, <https://doi.org/10.1088/1361-6501/ab85d7>
- 3) Muhammad USMAN, Muhammad ABBAS and Kenjiro T. MIURA, Some engineering applications of new trigonometric cubic B'ezier-like curves to free-form complex curve modeling, Journal of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, 14(4), 2020, <https://doi.org/10.1299/jamdsm.2020jamdsm0048>
 - 4) Saifudin Hafiz Yahaya, M.S. Salleh, Kenjiro T. Miura, A. Abdullah, A.R.M Warikh, Z. Jano, An Extensive Analysis of Frequency and Transient Responses in S and C-Shaped Gears, Australian Journal of Mechanical Engineering, 2020. <https://doi.org/10.1080/14484846.2020.1756182>
 - 5) Sidra Maqsood, Muhammad Abbas, Gang Hu, Ahmad Ramli and Kenjiro Takai Miura, A Novel Generalization of Trigonometric Be'zier Curve and Surface with Shape Parameters and its Applications, Mathematical Problems in Engineering, Volume 2020, Article ID 4036434, 25 pages, <https://doi.org/10.1155/2020/4036434>
 - 6) Jun-ichi Inoguchi, Rushan Ziatdinov and Kenjiro T. Miura, A Note on Superspirals of Confluent Type, Mathematics 2020, 8, 762; <https://doi.org/10.3390/math8050762>
 - 7) Dan Wang, R.U. Gobithaasan, Tadatoshi Sekine, Shin Usuki, Kenjiro T. Miura, Interpolation of Point Sequences with Extremum of Curvature by Log-aesthetic Curves with G2 continuity, Computer-Aided Design and Applications, 2021, 8(2), 399-410, <https://doi.org/10.14733/cadaps.2021.399-410>
 - 8) Fenhong Li, Gang Hu, Muhammad Abbas, Kenjiro T. Miura, Generalized H-Bezier model: Geometric continuity conditions and applications to curve and surface modeling, Mathematics 2020, 8(6), 924; <https://doi.org/10.3390/math8060924>
 - 9) Samia BiBi, Muhammad Abbas, Kenjiro T. Miura and Md Yushalify Misro, Geometric Modeling of Novel Generalized Hybrid Trigonometric Bezier-Like Curve with Shape Parameters and Its Applications, Mathematics 2020, 8(6), 967; [doi:10.3390/math8060967](https://doi.org/10.3390/math8060967)
 - 10) Abdul Majeed, Muhammad Abbas, Kenjiro T. Miura, Mohsin Kamran, Tahir Nazir, Surface modeling from 2D contours with an application to craniofacial fracture construction, Mathematics 2020, 8, 1246; <http://dx.doi.org/10.3390/math8081246>
 - 11) Gang Hu, Huinan Li, Muhammad Abbas, Kenjiro T. Miura, Guoling Wei, Explicit continuity conditions for G1 connection of S- λ curves and surfaces, Mathematics, 2020, 8, 1359; <http://dx.doi.org/10.3390/math8081359>
 - 12) Mei Seen Wo, R. U. Gobithaasan, Kenjiro T. Miura, Kak Choon Loy, Sadaf Yasmeen, Fatimah Noor Harun, Log-aesthetic curves and their relation to fluid flow patterns in terms of streamlines, Journal of Computational Design and Engineering, 2020, 0(0), 1-14, [doi:10.1093/jcde/qwaa062](https://doi.org/10.1093/jcde/qwaa062)
 - 13) Sidra Maqsood, Muhammad Abbas, Kenjiro T. Miura; Abdul Majeed; Azhar Iqbal, Geometric Modeling and Applications of Generalized Blended Trigonometric Bezier Curves with Shape Parameters, Advances in Difference Equations, 550 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13662-020-03001-4>
 - 14) Abdul Majeed, Muhammad Abbas, Faiza Qayyum, Kenjiro T. Miura, Md Yushalify Misro, and Tahir Nazir, Geometric Modeling Using New Cubic Trigonometric B-Spline Functions with Shape Parameter, Mathematics 2020, 8, 2102; <https://doi.org/10.3390/math8122102>
 - 15) Kenjiro T. Miura, R.U. Gobithaasan, Peter Salvi, Dan Wang, Tadatoshi Sekine, Shin Usuki, Jun-ichi Inoguchi, Kenji Kajiwara, ek-curves: Controlled Local Curvature Extrema, The Visual Computer, 2021 (in press).

【 国際会議発表件数 】

- ・ International CAD Conference and Exhibition 1 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 精密工学会、日本機械学会設計工学・システム部門講演会、日本応用数理学会 2020 年度年会など 8 件

【 招待講演 】

- 1) Kenjiro T. Miura, "Log-aesthetic Curves and Surfaces Based on Similarity Geometry," 1st International Conference on Recent Advances in Mathematics (CORAM-2020: online), University of Education, Lahore, Pakistan, October 15, 16, 2020.

知的 IoT システム、情報協働栽培支援 AI

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： 知的 IoT システム、情報協働栽培支援 AI、
モバイルデータオフローディング
e-mail address: mineno@inf.shizuoka.ac.jp
homepage: <https://www.minelab.jp>



【 研究室組織 】

教 員：峰野 博史
博士課程：石渡 要介、チンチュ・ヴィスワン、市川 裕介、小池 誠、永井 幸政、倉 聖美、
河合 孔明、宮田 浩紀、小崎 成治、横谷 温子、ロヒム・ウンメ・ファウジア
修士課程： M2 (7名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

多種多様なモノの自然な連携や、仮想世界と物理世界の自然な調和を実現する通信技術や情報処理技術の創生、開発を基盤としたテーマを研究した。特に、先端 IoE (Internet of Everything) を駆使し、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』と、栽培データのようなマルチスケール・マルチモーダル・マルチテンポラルな経時データセットの知能化によってヒューマンインザループ構造を持った CPHS (Cyber Physical Human System) を目指す『情報協働栽培支援 AI 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の発展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) 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。

(2) 多様な環境に自律順応できる植物の顔色をうかがった水分ストレス推定技術の研究

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、深層学習や機械学習を相補的に組み合わせ、草姿画像と環境データから萎れ具合を高精度に推定できる仕組みを研究開発した。植物栽培のように経時変化する対象や不均衡になりがちな経時データについて計算量削減と高精度推定を両立する機械学習手法も研究開発した。

【 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、企業との共同研究等を通して、主体性を持ち、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のできる人材育成を意識している。

【 学術論文・著書 】 計6件

- 1)Umme Fawzia Rahim, Hiroshi Mineno, "Data Augmentation Method for Strawberry Flower Detection in Non-structured Environment Using Convolutional Object Detection Networks," Journal of Agricultural and Crop Research, Vol.8, No.11, pp.260-271 (Nov.2020). (ISI IF:1.241)
- 2)Umme Fawzia Rahim, Hiroshi Mineno, "Tomato Flower Detection and Counting in Greenhouses Using Faster Region-Based Convolutional Neural Network," Journal of Image and Graphics, Vol.8, No.4, pp.107-113, doi: 10.18178/joig.8.4.107-113 (Dec.2020).
- 3)後藤将弥, 水野涼介, 峰野博史, "植物体内水分の変化を考慮した灌水制御手法の提案," 情報処理学会論文誌コンシューマ・デバイス&システム (CDS), 10(3), pp.24-34 (6.Oct.2020).

- 4)Yosuke Ishiwatari, Takahiro Otsuka, Masahiro Abukawa, Hiroshi Mineno, “A Data Synchronization Method for a Vehicle Using Multimodal Data Features,” IJIS, Vol.11, No.3, pp.135-147 (Jul.2020).
- 5)Shun Shibata, Ryosuke Mizuno, Hiroshi Mineno, “Semi-supervised deep state-space model for plant growth modeling,” Plant Phenomics, 16 pages, doi: 10.34133/2020/4261965 (25.May.2020).
- 6)Yu Abiko, T. Saito, D. Ikeda, K. Ohta, T. Mizuno, H. Mineno, “Flexible Resource Block Allocation to Multiple Slices for Radio Access Network Slicing Using Deep Reinforcement Learning,” IEEE Access, doi:10.1109/ACCESS.2020.2986050 (22.Apr.2020). (IF:4.098, Q1)

【 解説・特集等 】 計 4 件

- 1)2020 年（令和 2 年）7 月 21 日：アグリバイオ 8 月号（北隆館）「植物の『しおれ』に基づく AI 灌水制御手法（峰野博史）」Vol. 4(9), 2020 pp. 13-17.
- 2)2020 年（令和 2 年）7 月 6 日：自動化推進（自動化推進協会）「甘いトマト栽培向け灌水 AI（峰野博史）」Vol. 49(2), pp. 4-5., など

【 特許等 】 計 2 件

- 1)特許 第 6839433 号, “萎え具合予測システム及び具合予測方法”（登録日:2021 年 2 月 17 日）
- 2)特願 2021-31824, “情報処理システム、教師データの生成方法、学習済みモデルの生成方法”

【 国際会議発表件数 】 計 4 件

- 1)Takaaki Kawai, Hiroshi Mineno, “Evaluation environment using edge computing for artificial intelligence-based irrigation system,” IEEE MSN 2020, 15.Oct.2020 (Online).
- 2)Gota Nakanishi, Hiroshi Mineno, “Examination of Image Features Considering Short-Term Changes in Plant Water Stress,” IEEE 8th GCCE, 15.Oct.2020 (Kobe, Japan).
- 3)Yukimasa Nagai, Jianlin Guo, Takenori Sumi, Philip Orlik, Hiroshi Mineno, “Hybrid CSMA/CA for Sub-1 GHz Frequency Band Coexistence of IEEE 802.11ah and IEEE 802.15.4g” The 6th International Workshop on Informatics (IWIN), 11.Sep.2020 (Online). (IWIN2020 Best Paper Award)
- 4)R. Mizuno, M. Goto, H. Mineno, “Prediction Method of Plant Irrigation Timing Considering Data Imbalance” 9th Int’l Conf. on Smart Cities and Green ICT Systems, 4.May.2020 (Online).

【 国内学会発表件数 】 7 件

- 1)内山, 原田, 田村, 永井, 峰野, “LPWA へ暗号技術を適用したセキュア農業 IoT システムの提案と性能評価,” 情処研報, Vol.2020-CDS-29, No. 2, pp. 1-7, 3. Dec. 2020. (学生奨励賞)
- 2)Y. Nagai, T. Sumi, J. Guo, P. Orlik, H. Mineno, “IEEE 802.19.3 Standardization for Coexistence of IEEE 802.11ah and IEEE 802.15.4g Systems in Sub-1 GHz Frequency Bands,” 情処研報, Vol.2020-CDS-28, No. 9, pp.1-8, 29. Sep. 2020. (優秀発表賞), 他 5 件

【 招待講演件数 】 計 7 件

- 1) “マルチモーダルデータを用いた革新的情報協働栽培への期待,” 情報論的学習理論ワークショップ (IBIS2020) K2 機械学習応用のフロンティア (Online), 25. Nov. 2020.
- 2) “IoT/AI を用いたトマトとの対話への挑戦,” 電子情報通信学会 革新的無線通信技術に関する横断型研究会 (MIKA) (新潟市西堀, ハイブリッド型), 9. Oct. 2020.
- 3) “情報科学の魅力と IoT/AI 研究の事例紹介,” 浜松湖南高校 大学出張講義 (浜松湖南高校), 1. Oct. 2020., 他 4 件

【 メディア報道等 】 計 2 件

- 1)2020 年(令和 2 年)11 月 24 日: Highlighting JAPAN「AI Assists Cultivation of Sweet Tomatoes」November 2020, pp. 24-25. 他 1 件

【 受賞・表彰 】 計 8 件

創造科学技術大学院院長表彰 (D2 永井幸政)、学長表彰 (B4 伴元輝)、情処学会第 83 回全大学生奨励賞 (B4 伴元輝、石坂拓海、登内啓悟)、情処 CDS 研究生奨励賞 (M2 内山仁、D2 永井幸政)、国際会議 IWIN2020 Best Paper Award (D2 永井幸政) 以上

大量の数値情報を集約して数学・英語教育に活用

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: M1 (1名)

【 研究目標 】

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

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

【 研究成果 】

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

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

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

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

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

- 1) 神谷 淳, 生野 壮一郎, 仲田 晋, 宮崎 佳典 著, 理工系のための微分積分学, ISBN 4-76-496010-9, 近代科学社 Digital (2020).
- 2) 宮崎 佳典, Vuong Hong Duc, 谷 誠司, 安 志英, 元 裕璟, CEFR Companion Volume に対応した日本語例文自動分類手法, 日本學報 第 125 輯(The Journal of Korea Association of Japanology), Vol.125, pp. 153-175 (2020).
- 3) 中野 愛実, 宮崎 佳典, 医学英語論文の読解ならびに作文学習支援システムの試作, 統計数理研究所共同研究レポート (2021), to appear.
- 4) 谷 誠司, 宮崎 佳典, 安 志英, 元 裕璟, CEFR 読解指標に基づいた日本語能力テストの分析: 日本大学生の受験データに基づいて, 常葉大学大学院紀要, (2021), to appear.

【 国際会議発表件数 】

- ・ Innovate Learning Summit 2020 など 6 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 情報処理学会第 83 回全国大会など 10 件

【 受賞・表彰 】

- ・ 中野 愛実, 宮崎 佳典, 田中 省作, 例示型英作文支援 Web アプリケーションの文法項目別提示法の提案と評価, 情報処理学会第 83 回全国大会, 2021 年 3 月, 学生奨励賞受賞
- ・ 中村 亮子, 宮崎 佳典, 法月 健, 田中 省作, オンライン英文リーディング学習のための学習者用語彙推定アルゴリズムの改良, 2020 年度 JSiSE 学生研究発表会 (東海地区), 2021 年 3 月, 優秀賞受賞
- ・ 加藤 駿弥, 宮崎 佳典, 中村 泰之, 田中 省作, 新谷 誠, 数式変形依拠公式提示アプリケーションの機能拡張への試み, 2020 年度 JSiSE 学生研究発表会 (東海地区), 2021 年 3 月, 優秀賞受賞
- ・ Cao Hoai Giang, 宮崎 佳典, 谷 誠司, CEFR 読解指標に基づく日本語例文の自動分類 Web アプリケーション開発について, 情報学シンポジウム 2020, 2020 年 12 月, ジュニア部門優秀発表賞受賞

計算集団動力学

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://wvp.shizuoka.ac.jp/ichinose/>
<https://sites.google.com/site/igenki/>



【 研究室組織 】

教 員 : 一ノ瀬 元喜
博士課程 : 鈴木 睦代 (創造科技院 D2)
修士課程 : M2 (2名)、M1 (3名)
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。協力同士が固まるためには、個体の移動が必要となるが、個体の単純な移動では移動先に再度裏切り者がいた場合、搾取されてしまうという問題が知られていた。そこで我々は適応的長距離移動というアイデアを考案し、これを進化シミュレーションに組み込んだ結果、裏切り者から遠く離れて移動できると協力の固まりと裏切りの固まりが分離し、協力が顕著に促進されることを発見した。先行研究では移動はランダムなものが主であり、現実のヒトの移動パターンとは大きなずれがあった。本研究では、この移動の非ランダム性に注目し、適応的な長距離移動というこれまでにないアイデアを持ち込み、共進化ゲームにおける移動の役割を大いに前進させた。

(2) アリロボット群の譲り合い交通ルールによる衝突の解消

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

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

- 1) T. Nagatani and G. Ichinose, Diffusively-coupled rock-paper-scissors game with mutation in scale-free hierarchical networks, *Complexity* 2020, 6976328, 2020.
- 2) A. Mamiya and G. Ichinose, Zero-determinant strategies under observation errors in repeated games, *Physical Review E* 102, 032115, 2020.
- 3) G. Ichinose, D. Miyagawa, J. Ito, and N. Masuda, Winning by hiding behind others: An analysis of speed skating data, *PLoS ONE* 15, e0237470, 2020.
- 4) T. Nagatani and G. Ichinose, Vehicular traffic through signals in hierarchical small-world directed networks, *Journal of the Physical Society of Japan* 89, 073001, 2020.
- 5) T. Nagatani and G. Ichinose, Diffusively-coupled prey-predator dynamics in scale-free and self-similar networks, *Journal of the Physical Society of Japan* 89, 064003, 2020..
- 6) D. Miyagawa and G. Ichinose, Cellular automaton model with turning behavior in crowd evacuation, *Physica A* 549, 124376, 2020.

【 国際会議発表件数 】

- 1) D. Miyagawa, G. Ichinose, E. Chiba, and H. Sayama, How Levy Flights triggered by presence of defectors affect evolution of cooperation in spatial games, *Proceedings of the 2020 Conference on Artificial Life (ALIFE 2020)*, 715-718, 2020.
- 2) A. Mamiya and G. Ichinose, Zero-determinant strategies under observation errors, *Proceedings of the 2020 Conference on Artificial Life (ALIFE 2020)*, 459-461, 2020.
- 3) D. Miyagawa, K. Okamoto, and G. Ichinose, Robustness of football passing networks against cascading failure, *NERCCS 2021: Fourth Northeast Regional Conference on Complex Systems*, 2021.

【 国内学会発表件数 】

- 1) 岡本光輝, 宮川大樹, 一ノ瀬元喜, 連鎖的崩壊に対するサッカーパスネットワークの耐性, 第10回スポーツデータ解析コンペティション, 2020.
- 2) 土屋智央, 宮川大樹, 一ノ瀬元喜, パスネットワークに基づくサッカーのモード分類, 第10回スポーツデータ解析コンペティション, 2020.
など9件

人間支援ロボティクス

准教授 伊藤 友孝 (ITO Tomotaka)
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、制御工学、人間工学
e-mail address: ito.tomotaka@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://ars.eng.shizuoka.ac.jp/~arslab/>



【 研究室組織 】

教 員: 伊藤 友孝

修士課程: M2 (2名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

ロボット技術を用いて人を効果的に支援することを目指して、ロボット制御の高度化や知能化の基礎研究の他、生産システムや福祉デバイスなどの応用開発に取り組んでいる。ビンピッキングや光沢塗装面の傷検査などの産業応用、屋外作作用の移動ロボットなどの生活空間で活動するロボットの開発に加え、脳血流計 (NIRS) や脳波計を用いた生体計測、高齢者の歩行計測と転倒要因の分析、歩行支援機器の開発などが近年の主な研究テーマである。

- (1) ビンピッキングのための三次元部品認識手法の開発
- (2) 山林管理ロボットの環境認識と制御
- (3) 回転脚型移動ロボットの開発
- (4) 高齢者の歩行計測と分析・見守りシステムの開発
- (5) ロボット杖などの歩行支援デバイスやリハビリ用デバイスの開発

【 主な研究成果 】

(1) ビンピッキングのための三次元部品認識システムの開発

近年、山積み状態の部品をロボットが自動的に認識して取り出し、効率的な作業を実現するビンピッキングシステムが注目されている。しかしながら、現状のシステムは高額で、多くの需要がある中小の工場に導入するにはハードルが高いという現状がある。本年度は、新規に採択された A-SAP 産学官金連携イノベーション推進事業 (<https://www.hai.or.jp/pvc/asap/>) のプロジェクトとして、ソフトウェア技術を用いてこの問題を解決する課題に取り組んだ。数値モデルを用いた部品認識法の工夫と深層学習との併用によって、安価なハードウェアでも効果的なシステムの構築が可能であることを示した。

(2) 広可変減衰レンジを有する小型 MRF デバイスの開発

近年、磁界を印加することで粘性が増加する磁気粘性流体 (MRF) の応用が注目を集めている。ブレーキやショックアブソーバー、福祉機器など応用領域は広いが、直動型の MRF デバイスは建造物の制震用や車両のダンパ用などのサイズや抵抗の大きいものほとんどである。そこで本研究では、初期抵抗が小さく、かつ広い可変減衰レンジを持つ、小型の直動型 MRF デバイスを開発することを目指して研究を行った。磁界の印加手法や流路、デバイスの構造などの検討を進めた結果、初期抵抗が 4 N と小さいにもかかわらず、磁界印加時の抵抗 (拘束力) が 200 N を超える広い減衰レンジを持つ小型のデバイスを製作することができた。さらに小型化を進めることが可能と考えており、次年度に改良を行う予定である。

(3) 転倒予防のための高齢者の歩行計測と分析

高齢者の転倒は寝たきりにつながる大きな要因の一つとなっており、QOL (生活の質) を維持する上で転倒予防は特に重要である。本研究では、センサ計測の技術とデータ解析技術を用い

て高齢者の歩行の様子を計測・分析することにより、転倒要因や転倒を予防するための方法を探ることを目的としている。本研究は、浜松医科大学と共同で、地域の高齢者福祉施設の協力を得て実施された。その結果、高齢者の歩行の特徴や二重課題が歩行に与える影響に関する重要な知見が得られた。なお、本研究は静岡大学および浜松医科大学の倫理委員会の許可を得て、計画通りに実施された。

【 今後の展開 】

これまで進めてきた各研究テーマについて、得られた知見を基に、より発展的な内容の研究に取り組む予定である。MRF デバイスに関しては、効果的なリハビリテーションを実現するためのシステムの開発や他の福祉機器への応用を、高齢者の歩行計測と分析に関しては見守りシステムへの発展などを検討していく予定である。

【 学術論文・著書 】

- 1) 稲垣, 鈴木, 渥美, 柘植, 松崎, 鳥居, 伊藤, 谷, “要介護ハイリスク高齢者の1年間の変化における握力と歩行機能, 転倒要因, 健康関連 QOL との関連性”, 日本転倒予防学会誌, 7/1, 27-35 (2020).
- 2) 伊藤 友孝, 兼子 翔輔, 賀 懌哲, “安定な歩行を支援するロボット杖の開発—特性評価とスマートフォンとの連携機能の開発—”, 地域ケアリング, 23/4, 75-80 (2021).

【 国内学会発表件数 】

- ・日本ロボット学会, 日本生体医工学会など3件

コンピュータシヨナルイメージングと三次元計測

准教授 臼杵 深 (USUKI Shin)

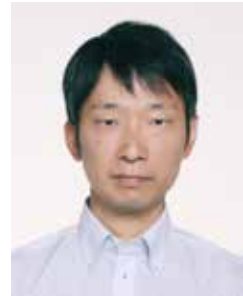
情報科学専攻 (主担当: 工学部 機械工学科及び

大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)

専門分野: 光工学、精密工学

e-mail address: usuki@shizuoka.ac.jp

homepage: <http://ktm11.eng.shizuoka.ac.jp/profile/usuki/index.html>



【 研究室組織 】

教 員: 臼杵 深

修士課程: M2 (2名)、M1 (2名)

【 研究目標 】

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

【 主な研究成果 】

低コヒーレンス干渉型構造化照明顕微鏡を開発した。振動や温度ドリフトが存在する 状況においても回折限界を超える高分解能を達成した。表面微細パターンの非蛍光観察においても高分解能化することが出来た一方で、アーチファクトの発生やパターンのピッチ誤差といった計測手法としての実用化における問題が確認された。フーリエタイコグラフィに基づいた空間周波数の逐次的更新アルゴリズムの導入、空間 光位相変調器による構造化照明の制御により問題を解決した。

【 今後の展開 】

光パターニング手法は例えば、光加工分野においてはフォトリソグラフィやレーザー微細加工、光計測分野においてはパターン投影法や構造化照明顕微法、光操作分野では光ピンセットやオプトジェネティクス、といったように様々な最先端光分野で利用可能である。ただし、一般的には分解能 (パターニング性能) とスピード (パターニング効率) がトレードオフの関係となっており、新規光パターニング技術開発が急務である。そこで本研究では、高速かつ高分解能な光パターニングを実現するための近接場位相共役レンズの開発に取り組む。

【 学術論文・著書 】

- 1) Dan Wang, R.U. Gobithaasan, Tadatoshi Sekine, Shin Usuki, Kenjiro T. Miura, Interpolation of Point Sequences with Extremum of Curvature by Log-aesthetic Curves with G2 continuity, Computer-Aided Design and Applications, Vol.18, Issue 2, pp.399-410, 2020.
- 2) K.T. Miura, S. Suzuki, S. Usuki, R.U. Gobithaasan, τ -curve -Introduction of Cusps to Aesthetic Curves, Journal of Computational Design and Engineering, Vol.7, No.2, pp.155-164, 2020.
- 3) Shin Usuki, Gaku Shibata and Kenjiro T. Miura, High-resolution nonfluorescent imaging with

structured illumination for patterned surface measurement, Measurement Science and Technology, Vol.31, No.8, 084003(7pp), 2020.

【 国際会議発表件数 】

- ・ Visual Computing 2020 など 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 精密工学会など 9 件

インタラクショndeザインによる人間と人工物の相互理解モデルの構築

准教授 大本 義正 (OHMOTO Yoshimasa)
情報学専攻 (主担当: 情報学部 行動情報学科
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、ヒューマンエージェントインタラクション、
インタラクショndeザイン、意図理解
e-mail address: ohmoto-y@inf.shizuoka.ac.jp
homepage: http://wjp.shizuoka.ac.jp/ohmoto/



【 研究室組織 】

教 員: 大本 義正 (学術院情報学領域准教授)

【 研究目標 】

意図伝達における認知的プロセスを解明するという科学的な目標と、その成果を人間と自然にインタラクション可能な人工物の実現という形で応用するという実際的な目標の二つを中心的な研究課題としている。特に、人間とのインタラクションを継続し、社会的関係を構築するエージェントをいかにして実現するのかを、実験を通じた構成論的なアプローチで取り組んでいる。

特徴的な点は、「他者(環境も含む)」との関わり合いがなくては、「自己(意図・意思を持つもの)」を確立することが難しいのではないかと考え、自分以外のものとの相互作用を通じて、時間発展を伴って影響を与え合う関係を確立する方法を探っているところである。

目標実現のために広範囲にわたる問題を分野横断的に実施している。研究対象は、大きく分けて、下記のような3つの分野である。

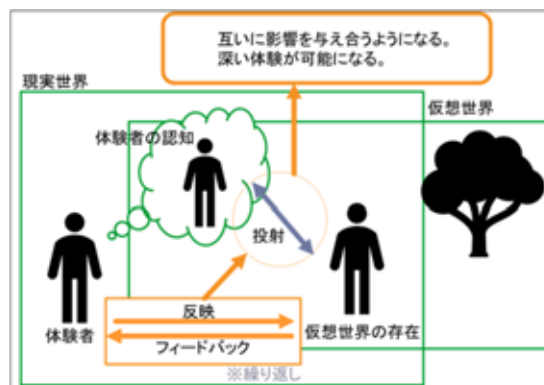
- (A) 画像処理・センサ情報処理を含む行動計測とその解釈に関する研究開発
- (B) 人間とインタラクションを行うエージェントの作成を通じたモデル検証
- (C) 心理実験を通じた人間の認知活動の分析による高次の知的処理の理解

これらを統合的に開発・利用することで、人間と長期的な社会的関係を築くことができるインタラクション可能な人工物を実現することを目指している。

【 主な研究成果 】

(1) 同調認知による没入的体験効果の向上

没入感の高い仮想空間は、現実で容易に得られない場面の技能や能力の習得に有用である。しかし、仮想空間で操作するアバターと現実空間での自分の間には、大きな文脈の違いが存在する。このような文脈の違いは没入的体験の効果を低減させてしまう。本研究では、人が一般的なコンテンツに体験を深めるときに行われている「投射」のしくみを引き起こすことを同調認知の誘発とし、それ実現する手法を提案した。本実験で扱う同調認知とは、体験者と操作アバターとの間で動きと内部状態の随伴的反映とフィードバックが繰り返されることによって生じる、体験者の操作アバターに対する同一視的認知である。人間とゲーム中の登場人物との文脈が異なる場面における没入的体験の効果を、人間・アバター・ゲーム環境の3者が統合的に同調していることを認知させることで、向上させることを目指した。



検証実験において、仮想空間において現実世界の操作者と操作するアバターとの文脈が異なる、ストーリー性をもったシミュレーションにおいて、操作アバターに対する操作者の同調認知の誘発を試みた。生理指標の値、インタラクションの行動指標、実験から得られた個人特性を複合的に分析したところ、操作アバターに対する同一視が誘発された可能性が示唆された。

(2) 社会感情的意図の交互推定を用いた協調問題解決への積極性誘発

人と話しながら共同で問題を解決するソフトウェアエージェントは、話し合いにより人の視野を広げ、効率的で質の良い問題解決を実現する点で有効である。しかし活発な話し合いを実現するための信頼できる社会的な関係を、人とエージェントの間に築くことは困難である。本研究では人の社会感情的な意図を推定しそれを基にエージェントの行動を生成することで、話しやすく信頼のある関係性を構築することを狙った。

本研究では認知的行動および社会感情的行動の統合の枠組みとして、能力や感情への信頼のベースである Integrity を当てはめた。研究目標に対するアプローチとして、協調エージェントの認知的行動に加え社会感情的行動についても時間的な一貫性を保つことで Integrity を促進させた上で、ユーザに対して適応的な行動を出力するモデルを提案した。

協調エージェントの社会感情的意図を固定したモデルと比較する実験を行った結果、参加者の Integrity、および Benevolence において有意に提案モデルの方が高い評価を得た。提案モデルにより Integrity が促進され、Integrity をベースとして協調エージェントの能力面や感情面に対する信頼が底上げされたことが示唆された。さらに、別のタスクでも協調したいという主観的な姿勢や、協調エージェントとの話し合いに注意を払って取り組む積極的な関与姿勢が引き出されたことが分かった。

【今後の展開】

上記いづれも、人間と人工物が継続的な関係を築くための基盤的な部分に関する知見を得られた。特に、仮想空間における仮想エージェントとの関係構築を実現するためのインタラクションの前提条件と、それを整えるための条件の一端を明らかにできたため、これを利用して、より長期かつ継続的な関係構築の方法と、そのような関係における特徴を明らかにし、人間と自然なインタラクションを行いながら、社会の中に溶け込むことができる人工物の作成を目指す。

【学術論文・著書】

- 1) Masato Kuno, Yoshimasa Ohmoto, Toyoaki Nishida. "Developing Positive Attitudes Towards Cooperative Problem Solving by Linking Socio-emotional and Cognitive Intentions", ACHI 2020, The Thirteenth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions. 419-427.
- 2) Yoshimasa Ohmoto, Masato Kuno, Toyoaki Nishida. "Improving Active Attitude for Interactive Decision-making with Multiple Agents by Increasing Personal Resource", 13th International Conference on Agents and Artificial Intelligence. 329-336 (2021).
- 3) Yoshimasa Ohmoto, Shigen Shimojo, Junya Morita, and Yugo Hayashi. "Investigating Clues for Estimating ICAP States based on Learners' Behavioural Data during Collaborative Learning", 17th International Conference on Intelligent Tutoring Systems, (accepted) (2021).

【国際会議発表件数】

- 1) The Thirteenth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions, November 21-25, Valencia, Spain (online)
- 2) 13th International Conference on Agents and Artificial Intelligence, February 4-6, 2021 (online)

【国内学会発表件数】

- 1) ヒューマンインタフェースサイバーコロキウム

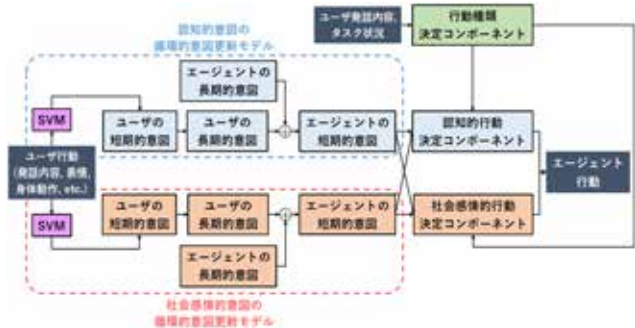


図2: 意図推定および行動決定の提案モデル

音声言語情報処理とその応用システムの研究

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



【 研究室組織 】

教 員: 甲斐 充彦

博士課程: エス・エム・ラウフン・ナハル (創造科技院 D3)

修士課程: M2 (3名)、M1 (2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。特に多様な環境への自動音声認識技術の応用を目的として、話し言葉から音声言語知識を持続的に獲得して利用する仕組みや、周囲の人や物の音が混在する多様な収録環境で聞き分ける仕組みを実現する。確率モデル、深層学習 (人工知能) 技術、パターン認識技術などを基盤として以下のような目標に取り組む。

- (1) 深層学習による大規模な音声言語資料や話し言葉からの音声言語知識や表現変換の自動獲得と、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への応用
- (2) 会議、講義や電話など実環境下での収録音声を対象とした、周囲の人や物の音が混在する環境に対して頑健なオンライン型の音声言語処理技術の開発
- (3) 脳波を利用した想起音声認識 (発声せずに頭で想像した音声の認識) の基礎技術の開発

【 主な研究成果 】

(1) End-to-end 型発音推定モデルによる未知語に強い音声ドキュメント検索システム開発

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、そのクエリの発話区間を検出する音声検索語検出 (STD) 技術の開発および改善を進めている。認識誤りや未知語に対する検出漏れを軽減するため、発音内容をダイレクトに推定するための End-to-end 型深層ニューラルネットワークの導入を考案し、検索精度を顕著に改善した。

(2) リアルタイム音声認識技術との連携によるライブ配信向け字幕修正支援システム開発

今日の最新の自動音声認識技術においても人名や専門用語など新しい語句の誤りが不可避であり、自動字幕化では人手修正が必要となる。前年度に引き続き字幕修正支援を低コストに実現するため、自動音声認識と STD 技術の併用による支援システムの改善を進め、特に単語単位デコードによる字幕出力と修正入力を考慮した仕組みで効果を実証した。

(3) 会議や講義環境を想定した自動音声認識のための注目話者音声の分離モデル開発

周囲の話者の音声や雑音、残響などが混入しやすい環境での自動音声認識の精度改善のため、周囲の音声や雑音残響音が混入する音声から注目する話者音声を分離する深層学習モデルの研究を進めてきた。今年度は大学講義室の収録を想定し、少量の講義室収録音声から収録環境を模擬した音声を生成する深層学習モデルを獲得し、比較的低コストに音声認識モデルを適応

する方法を新たに提案し、有効性を示した。

【4）脳波を用いた想起音声認識のための特徴抽出および深層学習モデルの開発】

脳波を手掛かりに頭の中で想起した言葉を認識する想起音声認識技術の開発を進めた。頭皮脳波（EEG）センサーは装着が容易という利点がある一方、筋電や外部ノイズの影響が極めて大きい。そこで、昨年度に引き続き音声処理技術の知見を取り入れた特徴抽出方法と深層学習モデルの開発を進めた。以前に提案した相対位相特徴と深層学習モデルを組み合わせ、想起された音素や調音（構音）の違いに注目した自動分類精度を顕著に改善できることを示した。

【今後の展開】

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の基盤技術研究は継続して進める。短期的には、近年開発してきた実環境向けの音声処理技術を実際の環境に適用するプロトタイプ開発を一層進め、ユーザによる評価の観点を含めて要素技術を最適化する技術の研究にも力を入れる。これには企業との共同研究によるデータ収録も活用する。また、近年進めている脳波による想起音声認識技術の研究では、他の認知タスクでの深層学習モデルの転移利用も含めて、特徴表現学習の観点での新たな技術開発を進める。

【国際会議発表】

- 1)R. Sakai, A. Kai and S. Nakagawa, “Classification of Imagined and Heard Speech Using Amplitude Spectrum and Relative Phase of EEG”, Proc. IEEE 3rd Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech 2021), pp. 377-379, March 2021, Nara, Japan.
- 2)T. Kurokawa, A. Kai and H. Kondo, “Effects of End-to-end ASR and Score Fusion Model Learning for Improved Query-by-example Spoken Term Detection”, Proc. Asia-Pacific Signal Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC 2020), pp.654-661, December 2020, New Zealand.
- 3)R. Nahar, A. Kai, “Effect of Data Augmentation on DNN-Based VAD for Automatic Speech Recognition in Noisy Environment”, Proc. IEEE 9th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2020), pp. 477-481, October 2020, Kobe.

【国内学会発表】

- 1) R. Nahar, A. Kai, “Efficient Channel Adaptation of ASR by DNN-based Data Augmentation using Re-recorded Paired data with Automatic Alignment Correction”, 日本音響学会 2021 年春季研究発表会講演論文集, 1-2P-3 (2021. 3. 10)

情報技術・情報を活用したパフォーマンス向上

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



【 研究室組織 】

教 員：永吉 実武
研 究 者：Konjenbang Anand (外国人研究者)
修士課程：M2 (1名)、M1 (4名)

【 研究目標 】

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

- (1) 組織的な「失敗からの学び」の成功要因に関する研究
- (2) チェックリストの有効性に関する研究
- (3) 視線計測による組織知・個人知の伝承
- (4) 多次元尺度構成法を用いた組織文化の可視化
- (5) 地域次世代経営者の効果的育成法に関する研究

【 主な研究成果 】

(1) 組織的な「失敗からの学び」の成功要因に関する研究

組織的な「失敗からの学び」を得意とする組織は多くはない。個人の失敗であれば、失敗を犯した当事者が反省し、注意することにより多くの同じ失敗を防止することが可能であるが、組織的な失敗の場合は、失敗を犯した当事者が反省しても、組織内の他の構成員が同じ失敗を犯してしまうことがある。これを防ぐためには、失敗の原因を作った当事者がその要因を追究し、他の組織構成員に伝達することを通じて失敗の再発を防止する必要がある。また、願わくば、新事業等の創出に結実することが望ましいと考えられる。本研究では、組織的な「失敗からの学び」が知の深化と探索からなる「両利きの経営」の実現に対する有効性を検証した。この結果、組織的な「失敗からの学び」は知の深化に対する有効性が高い一方で、知の探索に対しては有効性が低いことがわかってきた。

(2) チェックリストの有効性に関する研究

組織的な「失敗からの学び」の有効性を向上させるためには、当該活動から得た知見を組織内で共有することを通じて、当該失敗の再発を防止する必要がある。このためのツールとして、チェックリストに着目し、単純なエラーを防止することが可能であるかを検証することとした。本年度においては、本研究の初期段階として、新型コロナウイルス感染症感染拡大防止のために実施されているオンライン教育における課題提出を題材として、オンライン上にチェックリストを設けることが、課題提出に対してエラーを削減することに有効であるかについて調査および探索的な考察を行った。その結果、課題提出に際して、チェックリストへの記入を必須とする場合と任意とする場合について、チェックリストを設けない場合と比較して、双方とも有効であり、その有効性に大きな差がないことが分かった。

【今後の展開】

組織における「失敗からの学び」の文脈から、知識伝承に関する研究に展開する。

【国際会議発表】

- 1)Nikhil TIWARI, Sanetake NAGAYOSHI, “CUSTOMER SATISFACTION AND ITS IMPACT ON ORGANIZATION BEHAVIOR USING ONLINE REVIEWS: A CASE OF INDIAN RESTAURANTS IN JAPAN,” *The International Conference on Business, Economics and Information Technology 2021*, 2021.【Online】
- 2)Prashastravardana PRAHLAD, Sanetake NAGAYOSHI, “CAN MACHINE LEARNING TECHNIQUES BE USED TO IMPROVE THE ACCURACY OF FORECASTING IN THE APPAREL INDUSTRY?” *The International Conference on Business, Economics and Information Technology 2021*, 2021. 【Online】
- 3)Sanetake NAGAYOSHI, Jun NAKAMURA, “Organizational Learning from Failure Can Augment Ambidexterity: Evidence from Japan” *Proceedings of Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2020 IEEE International Conference, 2020. (5 頁)
- 4)Anand Konjengbam, Sanetake NAGAYOSHI, “Checklist as an Effective means of Information Delivery in On-Demand Learning” *Proceedings of Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2020 IEEE International Conference, 2020. (5 頁)
- 5)Sanetake NAGAYOSHI, Jun NAKAMURA, “Visualization of the Change Process of Organization Members? Unconscious Perception in Organizational Transformation” *Procedia Computer Science (2019)*, *24th International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems*, KES2020, 16-18 September 2020, Online, Elsevier, 2020. (9 頁)
- 6)Jun NAKAMURA, Sanetake NAGAYOSHI, Masahiko TERAMOTO “Extracting characteristics of plates, pots, and vases in molding process: an attempt of creating a simple model” *Procedia Computer Science (2020)*, *24th International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems*, KES2020, 16-18 September 2020, Online, Elsevier, 2020. (9 頁)
- 7)Sanetake NAGAYOSHI, Jun NAKAMURA, “How does SME Achieve Ambidexterity with Organizational-Learning-from-Failure Opportunity?” *Proceedings- Full Paper International Conference on Social Sciences Economics and Business*, SSEB2020, 22 August 2020, Online, 2020. (14 頁)
- 8)Jun NAKAMURA, Sanetake NAGAYOSHI, “Exploratory Molding Rhythms – Toward Skill Transfer in Pottery Art” *Proceedings- Full Paper Interdisciplinary Conference on STEAM Education*, STEAM2020, 22 August 2020, Online, 2020. (10 頁)

【国内学会発表】

- 1) 中村潤、永吉実武、「陶芸の成形プロセスと視線計測の関係 一壺を題材として」2020年度 人工知能学会全国大会（第34回）、一般社団法人人工知能学会 他6件

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

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
博士課程: Ihsan Ibrahim(創造科技院 D1)
修士課程: M2 (6名)、M1 (3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) 超大規模高度マルチエージェントシミュレーションのための高スケーラブル実行技術
- (2) 高速推論・オントロジーマッピング技術を基盤とした高度クエリ処理・近似とその応用技術
- (3) 合意形成支援や自動交渉エージェント実現のためのコア技術およびその応用技術の開発
- (4) これらの効率的実装のためのエージェント・プログラミング基盤の高度化技術の開発

【 主な研究成果 】

- (1) 合意形成支援や自動交渉エージェント実現のためのコア技術およびその応用技術の開発
合意形成や納得感のある AI との共存を実現するために、エージェントソフトウェア実装基盤を開発・拡張し、実世界上とサイバースペースを含めた空間内での活動・議論サポートおよび市民共創の場面への適用に向けた考察などを行った。(人工知能学会論文誌掲載、解説記事執筆など)
- (2) エージェント実装のためのプログラミング基盤・フレームワークの高度化技術の開発
エージェント間の協調・交渉・学習などといった高度な振る舞いを伴った活動を行う主体間での競合状況下における機構設計について、これまでに開発したエージェントソフトウェア・シミュレーション実装基盤をさらに拡張することで、交通最適化支援や SNS・ネットワークセキュリティ対策支援問題などに適用し、その解析をあわせて行った。(IEEE/IIAI AIT2020 受賞など)
- (3) 推論近似・オントロジーマッピング技術による高速・近似クエリ変換処理技術の開発と応用
最悪時に大きな計算負荷を伴う意味情報推論を用いた Linked Open Data へのクエリ実行手法を拡張し、異なる種類のクエリ実行への適用可能性を高める手法について、合意形成支援問

題などに適用するための検討と考察を行った。(人工知能学会全国大会単著発表など)

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

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

【 解説・特集等 】

(解説)

- 1)福田直樹, 福島 俊一, 伊藤 孝行, 谷口 忠大, 横尾 真, “複雑化社会における意思決定・合意形成のための AI 技術”, 人工知能学会誌, Vol. 34, No. 6, pp. 863--869, 2019.
- 2)白松 俊, 伊藤孝行, 福田直樹, 堀田竜士, 三井 実, 藤田桂英, “市民共創知研究会(CCI)--地域課題に立ち向かう知を AI 研究者と市民が共創する場--”, 人工知能学会誌, Vol. 34, No. 5, pp. 616--621, 2019.
- 3)川村 秀憲, 大知 正直, 清 雄一, 福田直樹, 横山 想一郎, “2050年の知能システム”, 情報処理, Vol. 61, No. 5, pp. 482--483, 2020.
- 4)福田直樹, “AI の研究最前線はあとでそれと分かるもの”, 電子情報通信学会 情報・システムソサイエティ誌, Vol. 25, No. 4, pp. 8--9, 2021.

【 国際会議発表件数 】

・ K. Sugiyama, and N. Fukuta: A Communication Destination Automatic Anonymization Mechanism Using Simulation-based Multi-Agent Learning, Proc. of IEEE/IIAI International Congress on Applied Information Technology(IEEE/IIAI AIT2020),2020 他, 合計 2 件

【 国内学会発表件数 】

・人工知能学会 全国大会、電子情報通信学会人工知能と知識処理研究会、情報処理学会 知能システム研究会など 11 件

【 受賞・表彰 】

・ (Honorable Mention Award:佳作論文賞) K. Sugiyama, and N. Fukuta: A Communication Destination Automatic Anonymization Mechanism Using Simulation-based Multi-Agent Learning, Proc. of IEEE/IIAI International Congress on Applied Information Technology (IEEE/IIAI AIT2020), 2020.
・ Distinguished Reviewer, The 18th International Semantic Web Conference (ISWC2019)
・ その他, 国際会議 The 19th International Semantic Web Conference (ISWC2020), シニアプログラム委員, 19th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS2020), the 29th International Joint Conference on Artificial Intelligence(IJCAI2020), The Thirty-Fifth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI2021)などのプログラム委員, 電子情報通信学会 人工知能と知識処理研究専門委員会委員長, 人工知能学会 市民共創知研究会主幹事, 情報処理学会知能システム研究会幹事, 国際論文誌 New Generation Computing 編集委員などを担当

計算機上での人の認知プロセスのモデル開発

准教授 森田 純哉 (MORITA Junya)
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: 認知科学、認知モデリング
e-mail address: j-morita@inf.shizuoka.ac.jp
homepage: <https://acml-shizuppi.net/>



【 研究室組織 】

教 員: 森田 純哉

修士課程: M2 (5名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

計算機上に人間の認知のモデルを構築し、構築されたモデルを応用することで、人間の行動変容を引き起こすアプリケーションを開発することを目指している。令和2年度に取り組んだテーマは下記の通りである。

- (1) データ圧縮プロセスとしての内発的動機づけの表現
- (2) 生得的な類似性表現と学習による活性の増加による音韻意識の獲得過程の表現
- (3) 新規な言語の獲得形成過程を観察するためのマイクロワールドの構築
- (4) 生体信号と同期する記憶のモデルの表現と感情誘導アプリケーションへの応用
- (5) 生体信号と同期する記憶のモデルの表現と Web 広告提示アプリケーションへの応用
- (6) 人工物への共感の生起条件をさぐるための実験環境の構築
- (7) 畳み込みニューラルネットワークの内部表現を可視化することによる学習対象の分析

【 主な研究成果 】

(1) データ圧縮プロセスとしての内発的動機づけの表現

人工エージェントに自律的な振る舞いを行わせる内発的動機づけの研究が盛んに行われている。旧来の手法は、強化学習エージェントに予測誤差最小化の原理を組み入れるものであった。エージェントは環境を探索する中で、逐次、次状態を予測し、その予測結果と観測の誤差を最小化することを目指す。そういった旧来の手法に対し、異なる表現のもとに類似の振る舞いをする手法を開発した。開発した手法は、環境から取得したデータから定型的なパターンを見つけ、そのパターンを圧縮する手法である。エージェントは圧縮可能なパターンを探索し、圧縮可能なパターンが枯渇したときに環境に対する探索を終了する。この手法は、旧来の予測誤差をベースにした手法と類似した振る舞いを生成しつつも、その表現はより具体的であり、実課題への展開が容易である。この手法のデモンストレーションをするためのシミュレーションを実施し、適切に動作することを確認した。

(2) 新規な言語の獲得形成過程を観察するためのマイクロワールドの構築

人間が操る言語の起源、進化の過程を探るために、マイクロワールド上で参加者に新規な言語を生成させる実験が行われている。しかし、旧来の研究は、設定される課題が協調課題に限定されていた。その中では、協調の中で互いの行動を調整するための人工言語が生成される。しかし、言語の起源を検討するためには、そのような人間関係が固定された状況だけでなく、ときには裏切りが生起する曖昧な環境での検討も必要と考えられる。本研究では、そのような裏切りと協調のジレンマが生じる状況での人工言語の創発を観察可能な実験課題を考案した。そして、実験で得られた結果を観察することで、設定される協調と裏切りのジレンマ構造が生成される言語の性質に影響することを示した。

【 今後の展開 】

基礎的な認知モデルの研究を進めるとともに、開発した認知モデルを組み入れたアプリケーションの開発を進める。基礎的な認知モデルの研究においては、人間から得られたデータの特性を再現するモデルの構築を進める。アプリケーション開発においては、実際の人間に利用させる実験を実施し、認知モデルと人間の相互作用に関する根本的なデザイン原理を追求する。

【 学術論文・著書 】

- 1) N. Inoue, J. Morita, “A behavioral task for exploring dynamics of communication system in dilemma situations”, *Artificial Life and Robotics*. (2021).
- 2) G. B. Raj, J. Morita, “Transferring a facial depression model to estimate mood in a natural web browsing task”, *Proceedings of 2020 International Conference on Pervasive Artificial Intelligence (ICPAI)* (2020).
- 3) Y. Kano, J. Morita, “The Effect of Experience and Embodiment on Empathetic Behavior toward Virtual Agents”, *Proceedings of the 8th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI 2020)*, 112-120 (2020).
- 4) J. Morita, K. Miwa, A. Maehigashi, H. Terai, K. Kojima and F. E. Ritter, “Cognitive Modeling of Automation Adaptation in a Time Critical Task”, *Frontiers in Psychology* (2020).
- 5) K. Nagashima, J. Morita, Y. Takeuchi, “Modeling intrinsic motivation in ACT-R: Focusing on the relation between pattern matching and intellectual curiosity”, *Proceedings of 18th International Conference on Cognitive Modeling* 167-173, (2020).
- 6) K. Itabashi, J. Morita, T. Hirayama, K. Mase, K. Yamada “Interactive Model-based Reminiscence Using a Cognitive Model and Physiological Indices”, *Proceedings of 18th International Conference on Cognitive Modeling* 93-99 (2020).
- 7) J. Nishikawa, J. Morita “The Cognitive Modeling of Errors During the Japanese Phonological Awareness Formation Process”, *Proceedings of 18th International Conference on Cognitive Modeling* 180-186 (2020).

【 解説・特集等 】

- 1) J. Morita, “Research work in the Applied Cognitive Modelling Lab”, *Impact*. (2020).

【 国内学会発表件数 】

・ HAI シンポジウム、認知モデル研究会、ヒューマンインタフェースサイバーコロキウム、日本認知科学会、人工知能学会汎用人工知能研究会、人工知能学会先進的学習科学と工学研究会、人工知能学会全国大会など 21 件

【 受賞・表彰 】

- 1) 井上直紀 (M2)、ヒューマンインタフェースサイバーコロキウム優秀発表賞 (2020.10) 「メッセージ付きジレンマゲームにおけるコミュニケーションシステムの変化を観察するオンライン実験」
- 2) 長島一真 (M1)、人工知能学会研究会優秀賞 (2020.6) 「ACT-R による内発的動機づけのモデル化」

ヒトの生理機能の計測・解析

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 (1名)

【 研究目標 】

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

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

【 主な研究成果 】

(1) 心拍変動性と QT 間隔変動性とを組み合わせた新しいダイナミック心電図モデルの開発

本研究では、従来の HRV モデルから新たに QTV を組み込んで拡張した新しいダイナミック ECG モデルを開発し、臨床で使用できるグラフィカルユーザーインターフェース(GUI)の設計によるソフトウェアの開発を目的とした。さらに機能性食品(GABA)によるヒトの HRV 及び QTV の神経生理的影響を調べ、その解析結果を用いて今回提案したダイナミック心電図信号モデルの有効性について検討した。その結果、提案したダイナミック心電図信号モデルでは、RR 間隔ごとに T 波の位置を調整することで HRV 間隔や QT 間隔を自在に変化させることが可能であった。この提案した GUI によるダイナミック心電図モデルは、医療教育において有用なツールとなる可能性を示した。さらに、機能性食品(GABA)によるダイナミック心電図モデルから、周波数解析より時間領域解析で有効であることを示した。

【 今後の展開 】

当研究室では、上記のようにヒトの生理機能の計測・解析ソフトの開発を行い、新しい分子生物学的な測定手法を取り入れて、機能性食品によるヒトのミクロな生理機能(リン脂質、DNA レベルの損傷、抗酸化作用の測定等)とマクロな生理機能(中枢神経系・自律神経系の測定などによる脳波、心拍変動性、脈波伝播時間、血圧等)を統合して評価できる研究を目指している。当面の今後の研

究展開としては、固相酵素免疫検定法（ELISA 法: Enzyme-linked immuno-sorbent assay）などの測定方法及びヒトの SNPs による分析方法を組み合わせるリアルタイムにヒトの生理機能の計測・解析を行う計画である。

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本栄養・食糧学会 2 件
- ・ 日本生理人類学会 1 件
- ・ 日本感性工学会 1 件
- ・ 電気学会 2 件

Slow Informatics

講師 山本 祐輔 (YAMAMOTO Yusuke)
 情報科学専攻 (主担当：情報学部 行動情報学科及び
 大学院総合科学技術研究科情報学専攻 情報学コース)
 専門分野： 情報アクセスシステム、Human-computer Interaction
 e-mail address: yusuke_yamamoto@acm.org
 homepage: <https://hontolab.org/>
<https://design.inf.shizuoka.ac.jp/>



【 研究室組織 】

教 員：山本 祐輔
 修士課程：M2 (4名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

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

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

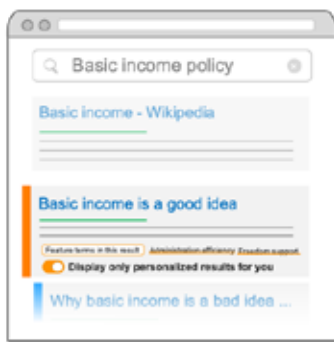
【 主な研究成果 】

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

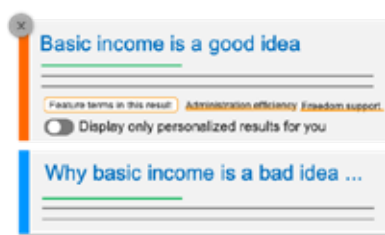


誰が言ったか分からないが、さも一般的な事実のように書かれている文章には注意を払う必要がある。そこで、ウェブページを見ているときに、機械学習技術を駆使して言葉を濁した表現を自動検出し、読み手に注意を促す Weasel Finder (いたち表現ファインダー) を開発した。不正確なウェブ情報の取得を防ぐには、ユーザがウェブコンテンツ中の誤った情報や紛らわしい情報の存在を認識し、注意深いウェブ探索の必要性を認識することも重要である。Weasel Finder は、言葉を濁した表現をハイライトすることで、注意深いウェブ探索を促進する。

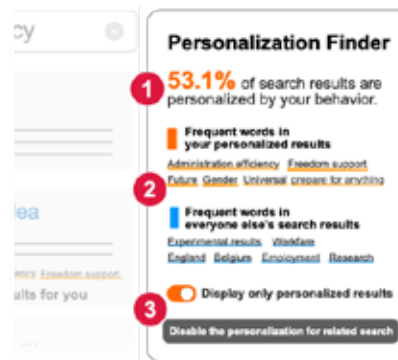
(2) 検索結果の隠れた個人最適化を顕在化させる PERSONALIZATION FINDER



(a) Highlighting of personalized search results on SERPs.



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



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

ウェブ検索結果ランキングにおいて、ユーザに最適化された検索結果とそうでない検索結果を可視化することで、フィルターバブルの影響を低減させるシステム PERSONALIZATION FINDERを開発した。既存のウェブ検索エンジンは、特に政治や経済のトピックでは個人の好みにあわせて提示される検索結果が調整されている。政治・経済トピックは先入観をなくして情報を閲覧しなければ、偏った意見を助長する恐れがある。PERSONALIZATION FINDER によって、批判的な情報閲覧行動が促進されることが期待される。

【 学術論文・著書 】

- 1) 齊藤史明, 山本祐輔: 「Weasel Finder: 文章表現の曖昧さ指摘による批判的なウェブ情報探索」, 人工知能学会論文誌, Vol. 36, No. 1, pp.WI2-H_1-13, January 2021.
- 2) 山本岳洋, 山本祐輔, 藤田澄男, 「信頼できる情報獲得に対する心がけとウェブ検索行動の分析」, 情報処理学会論文誌: データベース (TOD85), April 2020.

【 国際会議発表件数 】

- 1) Masaki Ueta, Tomoya Hashiguchi, Huu-Long Pham, Yoshiyuki Shoji, Noriko Kando, Yusuke Yamamoto, Takehiro Yamamoto and Hiroaki Ohshima: "Quiz Generation on the Electronic Guide Application for Improving Learning Experience in the Museum", Proceedings of the Third Workshop on Evaluation of Personalisation in Information Retrieval (WEPIR 2021), March 2021.
- 2) Yoshiyuki Shoji, Kenro Aihara, Martin J. Duerst, Noriko Kando, Takuya Nakaya, Hiroaki Ohshima, Takehiro Yamamoto and Yusuke Yamamoto: "Location-based Reminder for Memorizing What Visitors Learn at a Museum", Proceedings of the Third Workshop on Evaluation of Personalisation in Information Retrieval (WEPIR 2021), Online, March 2021.
- 3) Masaki Suzuki and Yusuke Yamamoto: "Analysis of Relationship between Confirmation Bias and Web Search Behavior", Proceedings of the 22nd International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services (iiWAS2020), Online, November 2020.
- 4) Suppanut Pothirattanachaiikul, Takehiro Yamamoto, Yusuke Yamamoto and Masatoshi Yoshikawa: "Analyzing the Effects of "People also ask" on Search Behaviors and Beliefs", Proceedings of the 31st ACM Conference on Hypertext and Social Media (HT 2020), pp.101-110, Florida, US, July 2020.
- 5) Yusuke Yamamoto and Takehiro Yamamoto, "Personalization Finder: A Search Interface for Identifying and Self-controlling Web Search Personalization", Proceedings of the 20th ACM/IEEE on Joint Conference on Digital Libraries (JCDL 2020), August 2020.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 情報処理学会など 14 件

【 受賞・表彰 】

- ・ DEIM 2021 注目研究賞
- ・ 情報学研究データリポジトリ (IDR) ユーザフォーラム 2020 企業賞
- ・ ACM/IEEE-CS JCDL 2020 Vannevar Bush Best Paper Award
- ・ 公益財団法人浜松電子工学奨励会 2020 年度高柳研究奨励賞

(4) ナノマテリアル部門

部門長 近藤 淳

1. 部門の目標・活動方針

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

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

2. 教員名と主なテーマ

- ・ 脇谷 尚樹：気相法による機能性セラミックス薄膜の創成
- ・ 近藤 淳：表面波を用いたセンサ・アクチュエータの研究
- ・ 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
- ・ 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
- ・ 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
- ・ 間瀬 暢之：グリーンケミストリーとプロセス化学に基づいた有機化学における反応・合成手法の開発と応用
- ・ 奥谷 昌之：光機能性酸化物薄膜の形成と応用
- ・ 田中 康隆：リチウムイオン二次電池の有機電解質合成
- ・ 富田 靖正：無機機能性材料開発・二次電池への応用
- ・ 中村 篤志：複合酸化物・ナノカーボン材料応用
- ・ 鳴海 哲夫：創薬を指向したケミカルバイオロジー研究
- ・ 松田 靖弘：溶液中およびゲル中の高分子の構造解析
- ・ モラル ダニエル：Si ナノ構造を用いたドーパント原子デバイス
- ・ 佐藤 浩平：ペプチド・タンパク質合成手法の開発と応用

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2020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。

佐藤教員 ペプチドヒドラジドの反応性を利用した難溶性ペプチドの新規可溶化技術を開発した。本技術を応用することで、抗 HIV 薬の標的タンパク質のひとつである HIV-1 プロテアーゼの完全化学合成を達成した。

中村教員 新規ナノマテリアルの創製と生体応用技術の開発を中心に研究を展開している。(1) ナノカーボン・グラフェンコンポジット材料の開発と医療・環境分野への応用、(2) 二次元層状材料の CVD 成長、(3) グラフェン FET バイオセンサの開発、(4) 酸化物ナノ構造による酵素模倣システムの構築、(5) フレキシブル・ウェアラブルアクチュエータ&センサの開発、(6) プリンテッドエレクトロニクスバイオセンサシステムの構築。

近藤教員 (1) オンラインソフトを利用した弾性表面波センサ計測システムの構築、(2) 局在表面プラズモン共鳴センサと弾性表面波センサの集積化に関する研究、(2) 連続ウェーブレット変換と機械学習を利用したインピーダンス負荷弾性表面波センサの応答解析。

脇谷教員 (1) 磁場中での PLD 法による自発的な相分離の駆動力について実験と計算の両面から知見を得た。(2) シリコン基板に直接エピタキシャル成長する新しいバッファ層を見いだした。(3) ポーラスシリコンを基板に用いた新しい薄膜ガスセンサーを作製した。

(2) 招待講演

- ① 佐藤浩平, 専攻間東西研究交流セミナー(2020.10.12)
- ② 佐藤浩平, 第 14 回超領域研究会(2020.12.3)
- ③ N. Wakiya, T. Kawaguchi, N. Sakamoto, H. Suzuki, “Preparation and property of thin film gas sensor for combustive gases”, ICONN2021 (2021.2.1)
- ④ J. Kondoh, “Fundamentals and Applications of Surface Acoustic Wave Sensors,” IEEE International Ultrasonics Symposium, Short Course (2020.9.7)
- ⑤ J. Kondoh, “Towards Passive Liquid Sensor using Shear Horizontal Surface Acoustic Wave Devices,” International Conference on Electronics, Photonics and Smart Technologies (ICePHaST’20) (2020.11.18.)
- ⑥ T. Firmansyah, G. Wibisono, E. T. Rahardjo, J. Kondoh, “Ultrasonically assisted tunable localized surface plasmon resonance and its multisensor application,” ICONN2021 (2021.2.3)

(3) 受賞等

- (1) 脇谷 尚樹, 日本セラミックス協会フェロー表彰(2020.6.5)
- (2) J. Kondoh, IEC 1906 Award.

気相法による機能性セラミックス薄膜の創成

教授 脇谷 尚樹 (WAKIYA Naoki)
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: セラミックス薄膜、セラミックプロセッシング
e-mail address: wakiya.naoki@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/ceramics/>



【 研究室組織 】

教 員: 鈴木 久男、脇谷 尚樹、坂元 尚紀、川口 昂彦
研 究 員: ジーワン・クマーラ
博士課程: スリーラマ・ジャンシー・ラクシュミー (創造科技院 D2、私費)
修士課程: M2 (3名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

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

- (1) 磁場中での PLD 法による自発的な相分離に関する研究
- (2) シリコン基板上にエピタキシャル成長する新しいバッファ層に関する研究
- (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

【 主な研究成果 】

(1) 磁場中での PLD 法による自発的な相分離に関する研究

A サイト過剰組成チタン酸ストロンチウム薄膜の相分離に関しては自発的な相分離時の薄膜表面における結晶構造の変化を RHEED 観察で捉えるとともに、フェイズフィールド法を用いたシミュレーションにより自発的な相分離の再現に成功しつつある。

(2) シリコン基板上にエピタキシャル成長する新しいバッファ層に関する研究

シリコン基板上にエピタキシャル成長する酸化物として、YSZ が知られているが、Si と YSZ は格子定数のミスマッチが大きい。そこで、格子定数のミスマッチの小さい新しいバッファ層としてネオジミア安定化ジルコニア (NdSZ) を見いだした。一方、NdSZ と Si との格子定数のミスマッチが小さすぎると陰イオン副格子における格子整合も同時に生じて (221) 配向も生じるため、中程度の格子定数のミスマッチが望ましいことが明らかになった。また、この NdSZ バッファ層上には直接ペロブスカイト構造の (La, Sr)CoO₃ がエピタキシャル成長することも明らかになった。

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

基板の表面から垂直な孔が延びているポーラスシリコンを基板に用いることでこの上に作製した亜鉛フェライトやニッケルフェライト薄膜が可燃性ガスに対するガスセンサー特性を調べた。その結果、通常のシリコン基板上の薄膜よりもポーラスシリコン基板上の薄膜の方が高いセンサー特性を有することが明らかになった。

【 今後の展開 】

国際および国内の共同研究を進展させ、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) “ダイナミックオーロラ PLD 法により作製したセラミックス薄膜の磁場誘起スピノーダル分解”, 脇谷尚樹, *J. Soc. Inorg. Mater. Jpn.*, **28** (2021) 92-98.
- 2) “Molecular Design Effects of Alkoxide-derived Precursor Solution on Low-Temperature Crystallization of Cubic Garnet type Li Ion Conductor”, Tomoya Ohno, Jeevan Kumar Padarti, Yoshimasa Hayashi, Shigeto Hirai, Takeshi Matsuda, Takahiko Kawaguchi, Naonori Sakamoto, Naoki Wakiya, Takashi Arai, Hisao Suzuki, *Mater Lett.*, **283** (2021) 128747 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2020.128747>
- 3) “Epitaxial growth of neodymia stabilized zirconia on Si(001) substrate using dynamic aurora PLD”, Jhansi Lakshmi Sreerama, Haruki Zayasu, Eiji Hamada, Takahiko Kawaguchi, Naonori Sakamoto, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya, *J. Ceram. Soc. Jpn.*, **128** (2020) 693-699
DOI: <http://doi.org/10.2109/jcersj2.20095> 【10 月】
- 4) “Wide range lattice parameter control by aliovalent substitution to the rare-earth site in cubic garnet $\text{Li}_{6.75}(\text{La}_{1-x}\text{Sm}_x)_3\text{Zr}_{1.75}\text{Ta}_{0.25}\text{O}_{12}$ ”, Takahiko Kawaguchi, Ken Sugihara, Naonori Sakamoto, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya, *J. Ceram. Soc. Jpn.*, **128** (2020) 700-705 DOI: <http://doi.org/10.2109/jcersj2.20098>
- 5) “Preparation of flat cross section of thin films by perforation fracture method”, Naonori Sakamoto, Ayaka Shimamoto, Takahiko Kawaguchi, Naoki Wakiya, Hisao Suzuki, *J. Ceram. Soc. Jpn.*, **128** (2020) 706-709
DOI: <http://doi.org/10.2109/jcersj2.20099>
- 6) “Dynamic Aurora PLD with Si and Porous Si to Prepare ZnFe_2O_4 Thin Films for Liquefied Petroleum Gas Sensing”, Hiroki Ishigami, Takahiko Kawaguchi, Naonori Sakamoto, Shenglei Che, Nobuyoshi Koshida, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya, *J. Ceram. Soc. Jpn.*, **128** (2020) 457-463
DOI: [10.2109/jcersj2.20010](http://doi.org/10.2109/jcersj2.20010) 【8 月】

【 国際会議発表件数 】

- 1) S. J. Lakshmi, E. Hamada, H. Zayasu, T. Kawaguchi, N. Sakamoto, K. Shinozaki, H. Suzuki, N. Wakiya, “Epitaxial Growth of $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{CoO}_3$ (LSCO) on Si Substrate by using Neodymia Stabilized Zirconia Single Buffer Layer”, ICONN2021 (2021.2.1)
他 2 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 石上 大貴, 川口 昂彦, 坂元 尚紀, 篠崎 和夫, 鈴木 久男, 脇谷 尚樹
“ポーラスシリコン基板上への Ni-Zn フェライト薄膜の作製とガスセンサー特性評価”
第 39 回電子材料研究討論会
他 2 6 件

【招待講演件数】

- 1) N. Wakiya, T. Kawaguchi, N. Sakamoto, H. Suzuki, “Preparation and property of thin film gas sensor for combustive gases”, ICONN2021 (2021.2.1)

【新聞報道等】

- 1) 中日新聞 (2021. 1. 21)

【受賞・表彰】

- 1) 脇谷 尚樹、日本セラミックス協会フェロー表彰 (2020. 6. 5)

【指導学生の受賞】

- ・ 修士課程学生 : 3 件

表面波を用いたセンサ・アクチュエータの研究

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://www.shizuoka.ac.jp/kondoh-lab/>



【 研究室組織 】

教 員：近藤 淳

博士課程：Teguh Handoyo (創造 D3・9 月修了)、叶 浩司(創造 D3)、Teguh Firmansyah (創造 D2)

修士課程：M2 (3 名)、M1 (4 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(LSPR)、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) 横波型弾性表面波(SH-SAW)デバイス上に金微粒子(AuNPs)を作成することにより、LSPR スペクトルをSH振動により制御できること、SH-SAWとLSPRの同時測定により多機能センサが実現できることを見いだした。
- (2) 大型構造物ヘルスマニタリングを目指したインピーダンス負荷SAWセンサの応答をWavelet解析した結果、減衰の仕方が周波数により異なることや損傷に依存することを明らかにした。また、周波数に対する減衰定数を用いた機械学習により損傷評価できることを明らかにした。
- (3) SH-SAWセンサの応答から位相と振幅を求める方法としてオンラインソフトウェアの利用を試みた。その結果、測定した時間応答にヘテロダイン法を適用することにより位相を、時間応答から振幅を求められることが分かった。今後の課題はセンサ応答のAD変換をどのようにするかおよび回路による位相検出方法との比較である。
- (4) 短時間アニーリングと急冷法を組み合わせた金微粒子作成法を用い、金微粒子の微小電極を用いた電気化学センサへの集積化を行った。その結果、LSPRスペクトルとインピーダンススペクトルの同時測定を行うことができた。一方、微小電極上の微粒子が電気二重層容量に影響することを見いだした。これを解決することが今後の課題である。
- (5) ガラス/液体層/圧電結晶を伝播する弾性波(Lamb波)の位相速度の測定により、周波数により異なるモードが伝播していることを明らかにした。

(6) 液滴を用いた音速測定と位置測定を両立するには、液滴搬送による形状変化を小さくしなければならぬ。この解決策として新しい表面処理方法を適用し、その有効性を確認した。

【 学術論文 】

- 1)S. Suzuki and J. Kondoh, “Cantilever damage evaluation using impedance-loaded SAW sensor with continuous wavelet analysis and machine learning,” Jpn. J. Appl. Phys. (accepted).
- 2)J. Kondoh, K. Nakayama, and I. Kuznetsova, “Study of frequency dependence of shear horizontal surface acoustic wave sensor for engine oil measurements”, Sensors and Actuators A, Vol. 325, 112503 (accepted).
- 3)T. Firmansyah, G. Wibisono, E. T. Rahardjo, and J. Kondoh, “Multifunctional and sensitivity enhancement of hybrid acousto-plasmonic sensor fabricated on 36XY-LiTaO₃ with gold nanoparticles for detection of permittivity, conductivity, and refractive index,” ACS Applied Materials & Interfaces, Vol. 13, pp. 13822-13837 (2021).
- 4)N. Maekawa and J. Kondoh, “Development of measurement system using online software for shear-horizontal surface acoustic wave sensor,” Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 60, Number SD, SDDC02 (2021).
- 5)I. Kuznetsova, A. Smirnov, V. Anisimkin, S. Gubin, M. A. Signore, L. Francioso, J. Kondoh, and V. Kolesov, “Inkjet Printing of Plate Acoustic Wave Devices,” Sensors, Vol. 20, 3349 (2020).
- 6)T. Handoyo and J. Kondoh, “Enhancement of ultrathin localized surface plasmon resonance sensitivity using sequential temperature treatment for liquids sensing,” Sensors and Actuators A, Vol. 307, 112006 (2020).
- 7)Y. Terakawa and J. Kondoh, “Numerical and experimental study of acoustic wave propagation in glass plate/water/128YX-LiNbO₃ structure,” Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 59, No. SK, SKKC08 (2020).
- 8)S. Kobayashi and J. Kondoh, “Feasibility study on shear horizontal surface acoustic wave sensors for engine oil evaluation,” Sensors, Vol. 20, 2184 (2020).

【 国際会議発表件数 】

- ・ ICePHaST20 など計 3 件 (内 1 件は Short Course での講演)

【 国内学会発表件数 】

- ・ 電子情報通信学会超音波研究会などで計 19 件

【 受賞・表彰 】

- ・ The International Electrotechnical Commission (IEC) 1906 Award (圧電センサの標準化に関する新しいワーキンググループ“IEC TC49/WG13 Sensor devices and systems”の初代 convenor および 2 つの圧電センサの標準化に関するプロジェクトリーダーとしての貢献)

酸化物超伝導材料のナノエンジニアリング

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、国際会議発表1、2)。

(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(2020 秋季応用物理学会発表)。

(3) 新規希土類混晶化超伝導材料および添加材料の探索

希土類として Ho, Dy を用いた酸化物超伝導薄膜が優れた電流輸送特性を有すること、また、La と Zr 共添加膜が結晶成長を促進することを下記らかにした(2020 秋季応用物理学会発表)。

(4) 高温超伝導薄膜材料用新規人工ピニング材料の探索

磁場中ピニング力の向上を目指し、新規ダブルペロブスカイト酸化物材料を添加した超伝導薄膜の特性について解析し、優れたピニング力を有することを明らかにした 2020 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) Simultaneous achievement of high J_c and suppressed J_c anisotropy by hybrid pinning in $YBa_2Cu_3O_7$ three-phase-nanocomposite film, T. Horide, K. Torigoe, M. Ishimaru, R. Kita, S. Awaji, K. Matsumoto, Supercond. Sci. Technol. 33 (2020) 105003- 105010.
- 2) Overcoming optimization constraint for J_c by hybrid pinning in $YBa_2Cu_3O_7$ films containing nanorods, T. Horide, K. Torigoe, R. Kita, S. Awaji, K. Matsumoto, Jpn. J. Appl. Phys. 60 (2021) 023001.

【 国際会議発表件数 】

- 1) Enhancement of critical current densities for Ce, Hf and La doped $GdBa_2Cu_3O_y$ thin films fabricated by fluorine-free MOD method, T. Hatano, J. Fukui, R. Kita, O. Miura (Applied Superconductivity Conference 2020, Tampa Convention Center, CA, USA)

【 国内学会発表件数 】

- 1) Ba_2YbNbO_6 および Ba_2LuNbO_6 ナノロッドを導入した YBCO 膜の磁束ピンニング特性、吉田 悠雅、堀出 朋哉、喜多 隆介、松本 要 (第 67 回応用物理学会春季学術講演会、2020 年 3 月 19 日、上智大学)
- 2) ダブルペロブスカイト Ba_2LuNbO_6 ナノロッドを導入した $YBa_2Cu_3O_{7-y}$ 薄膜の構造解析、権藤 匡哉、吉田 将司、石丸 学、堀出 朋哉、松本 要、喜多 隆介 (日本顕微鏡学会第 76 回学術講演会、2020 年 5 月 25 日、大阪国際交流センター)
- 3) フッ素フリーMOD-REBCO 膜作製における Zr 及び RE 共添加効果、向坂 名留仁、喜多 隆介、波多野 大志、三浦 大介 (第 81 回応用物理学会秋季学術講演会、2020 年 9 月 9 日、オンライン開催)
- 4) LPA-MOD を用いた REBCO 超伝導薄膜作製における溶液濃度依存性、笹口 昂紀、喜多 隆介、波多野 大志、三浦 大介 (第 81 回応用物理学会秋季学術講演会、2020 年 9 月 9 日、オンライン開催)
- 5) FF-MOD 法を用いた Gd 系超伝導薄膜における Ho, Dy 混晶化効果、木村 謙太、喜多 隆介、波多野 大志、三浦 大介 (第 81 回応用物理学会秋季学術講演会、2020 年 9 月 9 日、オンライン開催)
- 6) 透過電子顕微鏡法によるダブルペロブスカイト Ba_2LuNbO_6 ナノロッドを導入した $YBa_2Cu_3O_{7-y}$ 薄膜の極微構造解析、権藤 匡哉、吉田 将司、石丸 学、堀出 朋哉、松本 要、喜多 隆介 (第 81 回応用物理学会秋季学術講演会、2020 年 9 月 9 日、オンライン開催)

有機低分子・高分子凝集体の構造と物性

教授 久保野 敦史 (KUBONO Atsushi)
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: 機能性有機材料、高分子薄膜
e-mail address: kubono.atsushi@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~takubon/>



【 研究室組織 】

教 員: 久保野 敦史、松原 亮介 (工学領域電子物質科学分野・助教)

修士課程: M2 (1名)、M1 (2名)

学 部 生: B4 (5名)

【 研究目標 】

有機・高分子材料は分子造の多様性や分子配向制御による物性向上・新物性の発現などによる新たな応用展開が期待されているが、再現性や耐久性などの点で高いハードルが存在している。そこで、有機・高分子材料における新たな展開のための基礎作りを目標とし、有機低分子および高分子凝集体の高次構造制御ならびにその形成過程解析、および得られた凝集体の物性に関する研究を中心に、以下の項目について実験と理論の両面から検討を行っている。

- (1) 真空蒸着有機薄膜における高次構造形成機構素過程の解析
- (2) 蒸着重合法による高分子薄膜の作製と特性評価 (防食性、圧電性、電気特性など)
- (3) 非液晶性棒状分子の界面配向
- (4) 液晶表示素子の界面物性評価
- (5) ゴルーゲル転移過程の粘弾性評価

【 主な研究成果 】

(1) 真空蒸着を用いた分子配向・積層構造制御 (分子の積木細工)

長鎖分子の垂直配向した連続膜が層状成長する様子を in-situ 観察するとともに、原子間力顕微鏡から層状成長の妥当性を検証した。また真空中での分子温度に関する新規測定法を開発した。

(2) 蒸着重合ポリアゾメチン薄膜における光配向

蒸着重合により様々なポリアゾメチン薄膜を作製したところ、成膜中の偏光紫外光により分子が配向し、熱処理と共に配向性が変化することを明らかにした。

(3) 真空蒸着における気体分子温度の計測

真空蒸着において基板に飛来する分子の温度を、熱フィラメントとの熱交換による微小温度変化を計測することで計測する手法を開発し、各条件における分子温度を解析した。一般には真空断熱膨張を仮定して蒸発源温度と等しいと考えられてきた分子の温度が、実際にはチャンパー内壁との衝突などによりエネルギーを失うことで、蒸発源よりも数°C以上低いことを明らかにした。また、従来は薄膜形成過程に及ぼす温度の影響として基板温度のみが考慮され、入射分子温度の影響は無視されていたが、水晶振動子を用いた詳細な解析から入射分子温度の役

割を明確にすることができた。

【 今後の展開 】

有機・高分子材料の物性に関するこれまでの研究を継続するとともに、新しい研究テーマに対しても積極的に取り組みたい。その際には、学内外の研究者（企業を含む）との共同研究にも力を入れたい。また、物性発現の基礎的なメカニズムの解明が無機材料等に比べて遅れていることを考慮し、大学においては企業とは異なる観点で基礎的な研究を行う必要があることを鑑み、理論と実験を両輪とした研究を遂行していきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) 分子の薄膜化技術（八瀬清志編著）（久保野敦史，分担）コロナ社，第2章「有機結晶学入門」（2.2 高分子、2.3液晶），第3章「有機薄膜成長の基礎」，第6章「有機薄膜の作製法」（6.3.2 蒸着重合），第7章「有機薄膜の構造・分子配向の観察法」（7.5 光学顕微鏡，7.6.10 偏光蛍光法，7.9.2 昇温脱離法，コラム：その場観察），2020.
- 2) 2020版薄膜作製応用ハンドブック（権田俊一監修）（松原亮介，久保野敦史，分担）NTS，2020.
- 3) Electrical properties of crosslinking aliphatic polyurea thin films prepared by Vapor Deposition Polymerization (Takaaki Tanaka, Akira Tsuji, Akifumi Shimoyama, Munetaka Hayakawa, Ryosuke Matsubara, Atsushi Kubono) Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 59, No. 3, pp. 036502(1-7) (2020).
- 4) Hyperspectral Molecular Orientation Mapping in Metamaterials (Meguya Ryu, Yoshiaki Nishijima, Shinya Morimoto, Naoki To, Tomoki Hashizume, Ryosuke Matsubara, Atsushi Kubono, Jingwen Hu, Soon Hock, Saulius Juodkazis and Junko Morikawa), Appl. Sci. Vol. 11, No. 4, pp. 1544-1556 (2020).

【 解説・特集等 】

- 1) 巻頭言－桃栗三年柿八年M&BE三十年－（久保野敦史），応用物理学会有機分子・バイオエレクトロニクス分科会誌, Vol. 31, No. 1, p. 1 (2020).
- 2) 巻頭言－伝える・伝わる－（久保野敦史），応用物理学会有機分子・バイオエレクトロニクス分科会誌, Vol. 32, No. 1, p. 1 (2021).

【 特許等 】

- ・ 1件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、高分子学会、液晶学会、繊維学会など10件

【 招待講演件数 】

- 1) 電気学会調査専門委員会

【 受賞・表彰 】

- 1) 田畑諒（M1）：繊維学会年次大会優秀発表賞（2020）

ナノマテリアルのケミカルプロセッシング

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



【 研究室組織 】

教 員：鈴木 久男
博士課程：D1 (1名)
修士課程：M2 (3名)
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、CSD (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。さらに近年では、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) ガラス基板上への圧電体薄膜の低温合成 (透明圧電ナノデバイスへの応用)
- (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) ガラス基板上への圧電体薄膜の低温合成 (透明圧電ナノデバイスへの応用)

これまでは、Si 基板上の圧電体薄膜について、ストレスエンジニアリングにより機能性の向上を図る研究を続けてきた。 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。近年では、Si 基板上だけではなく透明圧電デバイスの創製に繋がる TFT ガラス基板上への圧電体薄膜の形成が望まれる。そこで本研究では、550°C 以下でのガラス基板上での圧電体薄膜の低温合成を目指している。これが可能となれば、HAPTICS を含めた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 付近での低温結晶化を実現した。また、シード層の分子設計も試みることで、低温結晶化だけでな

く電気特性の向上も目指している。さらに、前駆体溶液中に結晶性の粒子を分散させたスラリーからの厚膜化も目指して研究を続けている。

【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】

来年度からは電子工学研究所客員教授として論文執筆に注力するとともに、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し、圧電体薄膜のデバイス化と工業化を目指す。さらに、全世界で求められるエネルギー分野への応用を目指したエネルギー材料の研究を引き続き試みて行く。

【学術論文・著書】

- 1) "Transient Liquid Phase Sintering of High Purity Mullite for High-Temperature Structural Ceramics: Mullitization of grain-boundary glassy phase by uniformly dispersed ultrafine alumina", Takeshi Kumazawa and Hisao Suzuki, *Ceramics International*, in press
- 2) "Improvement in sinterability and high-temperature mechanical properties by grain boundary design for high purity mullite ceramics: Crystallization of grain-boundary glassy phase", Takeshi Kumazawa and Hisao Suzuki, *Journal of the Ceramic Society of Japan* 128 [10] 685-692 (2020)
- 3) "Molecular Design Effects of Alkoxide-derived Precursor Solution on Low-Temperature Crystallization of Cubic Garnet type Li Ion Conductor", Tomoya Ohno, Jeevan Kumar Padarti, Yoshimasa Hayashi, Shigeto Hirai, Takeshi Matsuda, Takahiko Kawaguchi, Naonori Sakamoto, Naoki Wakiya, Takashi Arai, Hisao Suzuki, *Mater Lett.*, 283 (2021) 128747

その他 5件

【国際会議発表件数】

- 1) Keynote; "Impact of Molecular Design from Metal Alkoxides for Nanoparticles and Thin Films –Molecular Design for Garnet-type Solid Electrolyte and Perovskite type Ferroelectric Thin Films–", Hisao Suzuki Virtual International Conference on Sustainable Energy and Environmental Technologies (V-ICSEET-2020), November 2nd, 2020, Reva University, Bengaluru, India

【国内学会発表件数】

・日本セラミックス協会、粉体工学会、粉体粉末冶金協会など10件

【招待講演件数】

- 1) Keynote; "Impact of Molecular Design from Metal Alkoxides for Nanoparticles and Thin Films –Molecular Design for Garnet-type Solid Electrolyte and Perovskite type Ferroelectric Thin Films–", Hisao Suzuki Virtual International Conference on Sustainable Energy and Environmental Technologies (V-ICSEET-2020), November 2nd, 2020, Reva University, Bengaluru, India

【受賞】

- 1) 日本セラミックス協会功労賞
- 2) 日本セラミックス協会フェロー表彰

シリサイド系半導体とナノ構造材料プロセス

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



【 研究室組織 】

教 員 : 立岡 浩一

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

修士課程 : M2 (2名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

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

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

【 主な研究成果 】

(1) シリサイド系ナノシート束の作製と微細構造及び熱電特性評価

Si 基板上に成長した CaSi_2 マイクロウォールを MgCl_2 及び Mg とともに熱処理を施す事により基板に根ざした Mg_2Si ナノシート束を作製し、その発光スペクトルを測定した。内部に超格子を内包したナノシート束が得られ、新たな PL ピークがみられた。またそのラマンピークが低波数側へシフトした (Jpn. J. Appl. Phys. 60, SBBK07 (2021))。また粉末状の Mg_2Si ナノシート束を作製し、微細構造、熱電特性を評価した。見かけ上厚さ $1\mu\text{m}$ の Mg_2Si シートはさらに薄いナノシートに容易に剥離した。さらに $\text{MnSi}_{1.7}/\text{Si}$ ナノコンポジット ナノシート束の微細構造を評価した (2020 年度日本材料科学会学術講演大会)。今後これらのナノシート束の熱電発電機への応用を試みる。

(2) Mg_2SiO_4 シリケートの微細構造及び発光特性評価

生体適合性のある Mg_2SiO_4 ナノシート束を作製し、微細構造およびその発光特性を調べた。この粉末から 5 eV 以上のエネルギー領域にて新たな CL 発光ピークがみられた。これらのピークはバルクでは観測されない発光ピークであり、今後医療分野、環境分野への応用を試みる。

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書等 】

1) Fine structural and photoluminescence properties of Mg₂Si nanosheet bundles rooted on Si substrates, Tomoya Koga, Ryo Tamaki, Xiang Meng, Yushin Numazawa, Yosuke Shimura, Nazmul Ahsan, Yoshitaka Okada, Akihiro Ishida, and Hirokazu Tatsuoka, Jpn. J. Appl. Phys. 60, SBBK07 (2021)

【 国際会議発表件数 】

・SSDM2020 など3件

【 国内学会発表件数 】

・2020年度日本材料科学会学術講演大会など3件

【 招待講演件数 】

1) 応用物理学会東海支部55周年記念講演— 東海ニューフロンティアリサーチワークショップ

【 受賞・表彰 】

・古賀友也（総合科学技術研究科修士1年）2020年度日本材料科学会学術講演大会 若手奨励賞（ポスター発表部門），2020年7月

光化学の医学および生命科学への応用

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



【 研究室組織 】

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

【 研究目標 】

主に、がんを低侵襲かつ低コストで治療できる光線力学的療法 (光治療) の治療効果向上を目的とした研究を行なっている。従来機構の課題を解決するため、治療原理の根本的見直しを続け、酸素に依存しない電子移動光増感剤を研究している。さらに、がん組織がわずかに酸性であることを利用した光増感剤の活性制御に挑戦している。また、光増感剤を利用した細菌やウイルスに対する光殺菌の基礎研究を行っている。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電子移動光増感剤の開発
- (2) がん組織選択的に作用する光増感剤の開発
- (3) ポルフィリン多量体における分子内エネルギー移動および電子移動の解析
- (4) 光殺菌 (抗菌光線力学的療法) におけるメカニズムの解明
- (5) 生体内光増感物質が示す光毒性防護機構獲得の解明 (生命における分子進化)
- (6) ポルフィリンの高次励起状態における緩和過程の解明

【 主な研究成果 】

(1) 光増感剤の活性制御 1: pH による活性制御

副作用なく、がんを選択的に治療できる光増感剤を開発する目的で、ポルフィリンを中心に励起状態の失活と回復に基づく活性の OFF→ON 制御を研究してきた。これまで報告したポルフィリン P(V) 錯体に導入する電子ドナーを改良することで、弱酸性条件でほぼ完全に活性制御 (OFF→ON) することに成功した (特許出願)。また、水溶性のフリーベースポルフィリンへ電子ドナーを導入した光増感剤により、水素イオン濃度による活性の OFF→ON 制御のみならず、増強作用を報告した (ACS Omega, 2020)。これらの光増感剤は、正常組織内のような中性条件では、分子内電子移動で光励起状態が失活するが、がん細胞内のようなわずかに酸性度が高い環境でスイッチが入り、タンパク質や細胞内還元物質を光誘起電子移動や活性酸素生成で酸化損傷できることを明らかにした。

(2) 光増感剤の活性制御 2: 会合体形成とターゲット認識による活性制御

がん光治療用薬剤候補として、上記のようにポルフィリンの P(V) 錯体の研究を続けている。ポルフィリンの P(V) 錯体は、低酸素条件でも電子移動で生体分子を酸化損傷できるため、光線力学的療法における新たなメカニズムとして期待できる。昨年度に引き続き、ポルフィリン P(V) 錯体の自己会合 (濃度消光で活性 OFF) とタンパク質認識 (凝集が解離して活性 ON) を利用して活性制御可能となる光増感剤を研究した。今年度は、分子の会合状態を詳細に評価し、基礎的なメカニズムを解明した。

(3) 抗菌光線力学的療法の基礎研究

光治療は、がんのみならず、微生物感染や消毒にも応用できる。光治療は、物理的治療法であるため、多剤耐性菌にも有効であり、ウイルス感染への応用も研究されている。今年度は、

従来知られている光増感剤のメチレンブルーとその誘導体が示す光毒性機構を物理化学的に解明した成果を報告した (ACS Omega, in press)。微生物が作るバイオフィームは低酸素状態であるが、従来薬は酸素が必須とされてきた。しかし、酸素がなくても金属イオン等があれば作用できることを速度論的な解析で明らかにした。

(4) 分子内励起子移動と電荷分離状態のダイナミクス

ポルフィリンやその多量体は、上記の光治療のみならず、人工光合成に用いる光増感剤としても重要である。今年度は、亜鉛ポルフィリン (モノマー) を用い、第二励起状態からの緩和過程を解析し、励起状態の寿命と分子構造の関係を明らかにした。また、ポルフィリン P(V) 錯体の三量体を合成し、時間分解蛍光と時間分解 ESR スペクトルの測定により、励起状態からの分子内エネルギー移動と電子移動の過程を明らかにした。

【 今後の展開 】

がん光治療の研究では、低酸素状態でも活性を維持できる電子移動光増感剤を中心に研究を進める。引き続き、これまでに成功した自己会合と解離、pH 変化によるプロトン化を利用した活性制御を応用し、がん組織選択的に作用できる光増感剤を開発する。特に、わずかな pH の差で鋭敏に活性が変わる光増感剤の開発を目指して、分子の設計と合成、物性評価を行う。ポルフィリン以外にも今年度 (昨年 9 月) に我が国で薬事承認された光免疫療法に用いられているフタロシアニン等の重要な光増感剤が知られている。そこで、新たな光増感剤について、幅広く作用機序の研究を進める。ポルフィリンの多量体についてもがん細胞への取り込みが有利である等の特徴があり、物理化学的な作用機序と取り込みや代謝等の生物学的な過程との関係から評価を進める。

【 学術論文・著書 】

- 1) Kazutaka Hirakawa, Syunsuke Takai, Hiroaki Horiuchi, Shigetoshi Okazaki, "Photooxidation activity control of dimethylaminophenyl-tris-(*N*-methyl-4-pyridinio)porphyrin by pH", ACS Omega, 42, 27702-27708 (2020).
- 2) Kazutaka Hirakawa, Yusuke Onishi, Dongyan Ouyang, Hiroaki Horiuchi, Shigetoshi Okazaki, "pH-Dependent photodynamic activity of bis(6-methyl-3-pyridylmethoxy)P(V)tetrakis(*p*-methoxyphenyl)porphyrin", Chemical Physics Letters, 746, 137315 (2020).
- 3) Kazutaka Hirakawa, Mariko Yamada, Shigetoshi Okazaki, Morihiko Hamada, Yasuhiro Kobori, "Electrostatic interaction with anionic polymer activates berberine photosensitizer", Photomedicine and Photobiology, 41, 4-7 (2020).
- 4) Kazutaka Hirakawa, "Electron transfer-supported photodynamic therapy", in: Photodynamic Therapy- from Basic Science to Clinical Research, ed. by N. Inada, Intech Open, DOI: 10.5772/intechopen.94220, (2020).
- 5) Kazutaka Hirakawa, Mizuho Mori, "Phenothiazine dyes induce NADH photooxidation through electron transfer: kinetics and the effect of copper ions", ACS Omega, in press (2021).
- 6) Riku Hirata, Kazutaka Hirakawa, Naotaka Shimada, Kazunori Watanabe, Takashi Ohtsuki, "Fluorescence lifetime probes for detection of RNA degradation", Analyst, 146, 277-282 (2021).

【 解説・特集等 】

- 1) Kazutaka Hirakawa, Shigetoshi Okazaki, Hirotake Murakami, Naohiro Kanayama, "Development of cancer-selective and effective photosensitizers through electron transfer mechanism", The Journal of Japan Society for Laser Surgery and Medicine, 41, 349-355 (2021).

【 特許等 】

- 1) 平川和貴、大西悠介、山岡慎弥、「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」、特願 2020-141012、出願日：2020 年 8 月 24 日。

【 国内学会発表件数 】

・第 42 回日本光医学・光生物学会、2020 年光化学 web 討論会、第 30 回日本光線力学学会学術講演会、第 101 日本化学会春季年会など 8 件

ナノ物質の原子構造・物性の第一原理計算

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: <https://train1.eng.shizuoka.ac.jp/fujima/>



【 研究室組織 】

教 員: 藤間 信久、星野 敏春 (静岡大学 名誉教授)

博士課程: 村上 拓 (創造科技学院 D2)

修士課程: M2 (1名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

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

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

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

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

【 主な研究成果 】

- (1) Mg 合金の特異な構造の 1 つである長周期積層型規則 (LPSO) 構造において、最近、仙台高専の今野らが明らかにした Mg-Al-Y 合金の構造について、クラスターを構成する溶質元素間の相互作用エネルギーを計算することにより、そのクラスターの発現メカニズムについて明

らかにした。また、溶質元素間相互作用エネルギーを原子間ポテンシャルに置き換え、分子動力学計算を行うことにより、簡単なモデルによりクラスターの構造が再現しうること示した。

- (2) 第一原理分子動力学計算により、 γ -アルミナを基本構造とするアモルファスアルミナの空孔構造とそのまわりの局所電荷分布、および水酸基の1つをCOO-Na化したセルロースシートの構造と電子状態を明らかにし、新たな蓄電電極材料としてのアモルファスアルミナ/CNFにおける電気2重層等の蓄電メカニズムを提案した。
- (3) Al合金中における種々の不純物(1s~4d元素)の振る舞いについて、歪による効果をKanzaki力を用いたモデルにより歪の長距離振動性を明らかにした。これはAl合金、特に母体Alと原子半径が異なる溶質を含む合金の平衡状態図を理論的に明らかにする基本データになるものである。

【今後の展開】

- (1) Mg-Al-Y LPSO 構造合金中のAl-Yクラスター間の構造やクラスター濃化層の構造について、Al-Yペア間の2体-2体相互作用エネルギーの計算と、Al-Yペア形成によるMgの積層欠陥生成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) COO-金属を含むセルロースシートについて、添加する金属イオンによる電子状態の変化を明らかにし、蓄電材料としてふさわしいCNFの開発へとつなげる。
- (3) Alとの原子半径の差が大きい溶質を含むAl合金について、不純物の溶解度限等、具体的な熱力学所量を計算し、平衡状態図の構築につなげる。

【学術論文】

- 1) AlO₆ clusters' electric storage effect in amorphous alumina supercapacitors,
M. Fukuhara, T. Kuroda, F. Hasegawa, T. Hashida, M. Takeda, K. Konno, N. Fujima, Sci. Rep. 11, 1699-1-6 (2021).
- 2) Amorphous cellulose nanofiber supercapacitors,
M. Fukuhara, T. Kuroda, F. Hasegawa, T. Hashida, M. Takeda, N. Fujima, M. Morita, T. Nakatani, Sci. Rep. 11, 1699-1-6 (2021).

【国内学会発表件数】

- ・日本金属学会他 3件

【新聞報道等】

- 1) 東北大学プレスリリース「セルロースナノファイバー(CNF)による蓄電体の開発」(2021. 3. 23)

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

教授 間瀬 暢之 (MASE Nobuyuki)

光・ナノ物質機能専攻 (主担当: グリーン科学技術研究所
グリーンエネルギー研究部門)

(副担当: 工学部 化学バイオ工学科及び大学院総合科学技術研究科)

専門分野: 有機化学、グリーンケミストリー、プロセス化学

e-mail address: mase.nobuyuki@shizuoka.ac.jp

homepage: <https://wwp.shizuoka.ac.jp/mase/>



【研究室組織】

教 員: 間瀬 暢之、佐藤 浩平 (工学部助教)

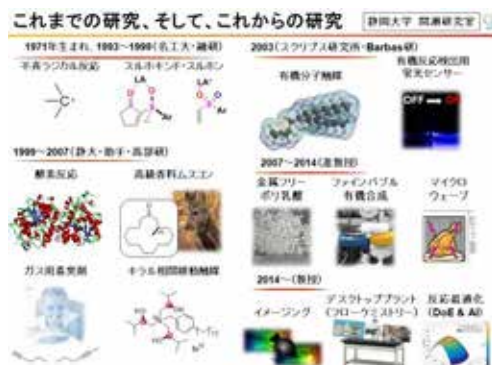
博士課程: Hoque Mohammed Jabelul (創造科技学院 D3)

修士課程: M2 (3名)、M1 (1名)

学 部 生: B4 (4名)

【研究目標】

豊かな生活を持続する上でグリーンサステナブルケミストリーの概念、すなわち「物質を設計し、合成し、応用するときには有害物を使わない／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 CO₂ 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ている。本

研究成果が化学産業の持続的発展に貢献できることを信じ、今後も研究を続ける。

【 学術論文・著書 】

- 1)"Pendant Alkoxy Groups on N-Aryl Substitutions Drive the Efficiency of Imidazolylidene Catalysts for Homoenoate Annulation from Enal and Aldehyde" Kyan, R.; Sato, K.; Mase, N.; Narumi, T., *Angew. Chem. Int. Ed.* **2020**, *59* (43), 19031-19036. <https://doi.org/10.1002/anie.202008631>
- 2)"Stereoselective synthesis of Gly-Gly-type (E)-methylalkene and (Z)-chloroalkene dipeptide isosteres and their application to 14-mer RGG peptidomimetics" Okita, H.; Kato, Y.; Masuzawa, T.; Arai, K.; Takeo, S.; Sato, K.; Mase, N.; Oyoshi, T.; Narumi, T., *RSC Adv.* **2020**, *10* (49), 29373-29377. <https://doi.org/10.1039/d0ra06554d>
- 3)"Highly effective volatile organic compound dissolving strategy based on mist atomization for odorant biosensors" Terutsuki, D.; Mitsuno, H.; Sato, K.; Sakurai, T.; Mase, N.; Kanzaki, R., *Anal. Chim. Acta* **2020**, *1139*, 178-188. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2020.09.043>
- 4)"Fine-Bubble-Slug-Flow Hydrogenation of Multiple Bonds and Phenols" Iio, T.; Nagai, K.; Kozuka, T.; Sammi, A. M.; Sato, K.; Narumi, T.; Mase, N., *Synlett* **2020**, *31* (19), 1919-1924. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1705948>
- 5)"Late-Stage Solubilization of Poorly Soluble Peptides Using Hydrazone Chemistry" Sato, K.; Tanaka, S.; Wang, J. Z.; Ishikawa, K.; Tsuda, S.; Narumi, T.; Yoshiya, T.; Mase, N., *Org. Lett.* **2021**, *23* (5), 1653-1658. <https://doi.org/10.1021/acs.orglett.1c00074>
- 6)間瀬暢之, 武田和宏, 佐藤浩平「マイクロリアクター/フロー合成による 反応条件を最適化した導入と目的に応じた実生産への適用 ~事例をふまえた現状と課題 / 不具合を避けるための設備設計~ (分担執筆) 第2部 マイクロリアクター/フロー合成技術を用いた実用化事例; 第3章 プロセスの連続化と反応条件の最適化事例, 2020/04.

【 国内学会発表件数 】 11件

- 1)土居瑞希・佐藤浩平・鳴海哲夫・河岸洋和・間瀬暢之「グリーンものづくり：植物成長調節剤フェアリー化合物のフロー合成による連続生産」日本化学会第101春季年会、A19-2pm-07、2021/3/20
- 2)藤本准子・齋藤祐介・水上友人・佐藤浩平・鳴海哲夫・間瀬暢之「グリーンものづくり：モノリス触媒を用いたフロー有機合成」日本化学会第101春季年会、A19-4am-01、2021/3/22
- 3)金 拓哉・佐藤浩平・鳴海哲夫・武田和宏・間瀬暢之「マイクロ波フロー化学：機械学習による反応条件迅速最適化手法の開発」日本化学会第101春季年会、A19-4am-02、2021/3/22

【 招待講演件数 】 4件

- 1)間瀬暢之「静岡大学からのお便り：1年間研究して、ちょっと分かったこと ~機械学習最適化フロー合成~」フロー・マイクロ合成研究会、WEB開催、2020/6/12
- 2)間瀬暢之「お願い：学術変革領域研究への申請に向けて」R024電磁波励起反応場委員会 設立総会、オンライン開催、2020/11/13
- 3)間瀬暢之「デスクトッププラントの開発：フロー型マイクロ波合成装置と機械学習による反応条件最適化」第14回日本電磁波エネルギー応用学会研究会、オンライン開催、2021/1/22
- 4)間瀬暢之「有機化学者が取り組むケモインフォマティクスによるフロー反応条件最適化」日本化学会第101春季年会、S04-3am-03、オンライン開催、2021/3/21

【 新聞報道等 】 1件

- 1)化学工業日報「故きを温ね新しきを知るマイクロ波化学」日本化学会第101春季年会_特別企画の特集記事 (2021/03/12)

複合酸化物・ナノカーボン材料応用

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



【 研究室組織 】

教 員 : 中村 篤志
 修士課程 : M2 (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基礎研究から産業応用までを目的として研究を行っている。様々な社会的ニーズに応える新規ナノマテリアルの創製から、生体応用技術の開発まで、幅広く研究を展開している。

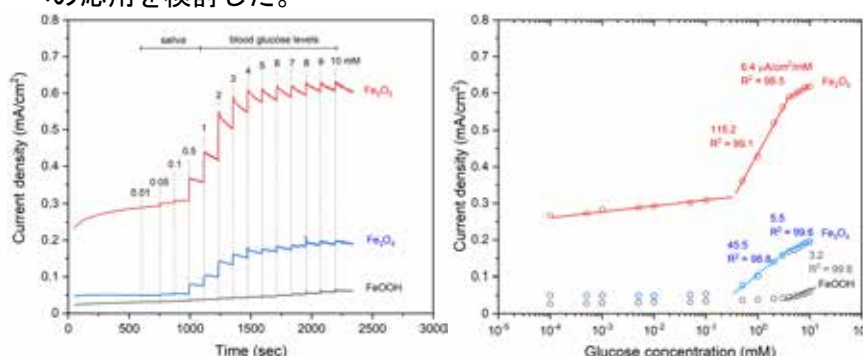
当面の研究目標を以下に列記する。

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

【 主な研究成果 】

(1) 酸化物ナノ構造による酵素模倣システムの構築

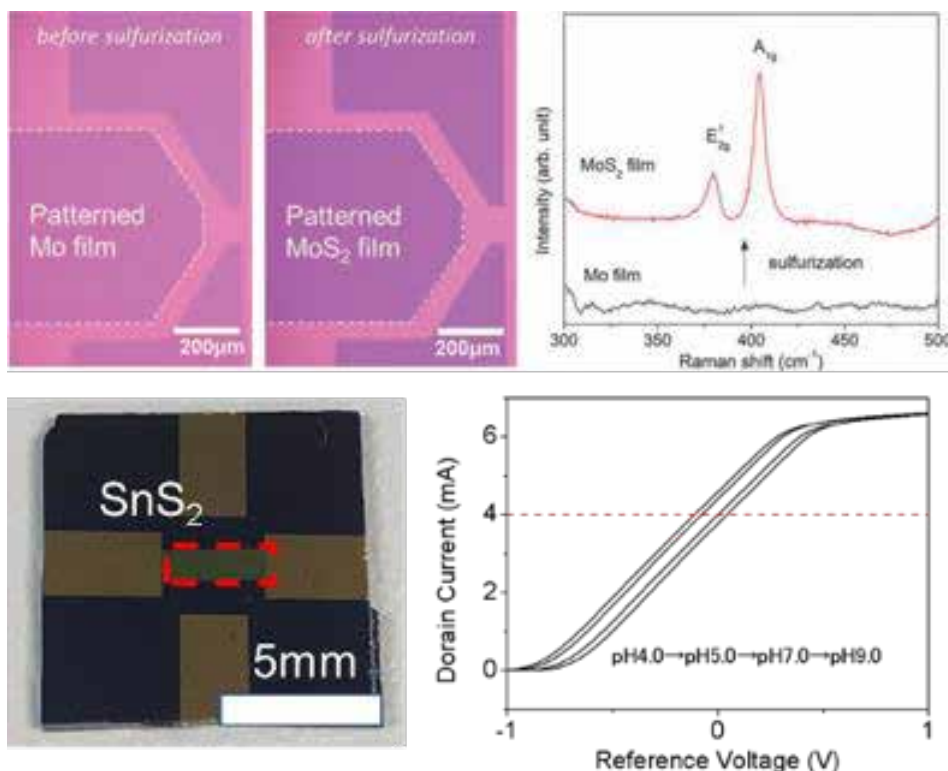
酵素模倣性を示す酸化鉄ナノロッドアレイの合成とそれを用いた非酵素型グルコースセンサーへの応用を検討した。



	Fe ₂ O ₃	R ²	感度[$\mu\text{A}/(\text{cm}^2 \cdot \text{mM})$]	触媒面積
	0.01mM~2mM	99.1	115.2	48cm ²
	3mM~8mM	98.5	6.4	
	Fe ₃ O ₄	R ²	感度[$\mu\text{A}/(\text{cm}^2 \cdot \text{mM})$]	触媒面積
	0.01mM~2mM	98.8	45.5	56cm ²
	4mM~8mM	99.6	5.5	
	FeOOH	R ²	感度[$\mu\text{A}/(\text{cm}^2 \cdot \text{mM})$]	触媒面積
	0.5mM~3mM	98.9	2.5	9.8cm ²
	5mM~10mM	99.8	3.1	

(2) 二次元層状材料の CVD 成長

触媒を用いないグラフェン層の直接成長技術を確立した。高品質化に成功し、FET の作製ならびにバイオセンサ応用に展開した。新規に二硫化モリブデン (MoS₂)、二硫化スズ (SnS₂) 薄膜の大面积結晶成長に展開した。本成長方法の新規性は、基板にあらかじめモリブデン、スズ薄膜を所望のデバイスパターンに蒸着により堆積させ、その後 CVD チャンバー内で硫化を行うことで、大面积で、転写プロセスが不要となり、安価で高品質なセンサ材料を提供することが出来る点である。



【 今後の展開 】

我々は上記のように結晶成長技術を駆使した新しい材料の創製と応用を目指している。当面の今後の研究展開としては、人体ならびに生物を模倣したセンサ応用に力を注いでいきたいと考えている。

【 学術論文・著書 】

- 1) R. Shinzawa, A. Otsuka, A. Nakamura, “Growth of glassy carbon thin films and its pH sensor applications”. SN Applied Sciences, 1(2), 171, (2019). <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0181-5>.
- 2) N. Yoshii, A. Nakamura, S. Hosaka, J. Temmyo, “Controlled Structure of Zinc Oxide by Means of Side Flow Type MOCVD”. ECS Transactions, 16(12), 3–11, (2019). <https://doi.org/10.1149/1.2985837>.
- 3) A. Nakamura, S. Kawakami, “An actuator–sensor hybrid device made of carbon-based polymer composite for self-sensing systems”. AIP Advances, 9(6), 065311, (2019). <https://doi.org/10.1063/1.5100110>.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、発光型／非発光型ディスプレイ合同研究会など 5 件

創薬を指向したケミカルバイオロジー研究

准教授 鳴海 哲夫 (NARUMI Tetsuo)
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：工学部 化学バイオ工学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)
専門分野： 医薬品化学、有機合成化学、ペプチド化学
e-mail address: narumi.tetsuo@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/tenarumi/>



【 研究室組織 】

教 員：鳴海 哲夫

博士課程：喜屋武 龍二 (創造科技院 D3)、児玉 有輝 (創造科技院 D2)、
竹内 伶音 (創造科技院 D1)

修士課程：M2 (2名)、M1 (2名)

学 部 生：B4 (4名)

【 研究目標 】

我々は、独創性の高い分子設計技術、拡張性のある有機合成技術を基盤として、創薬を指向した生理活性分子や機能性分子の創製研究を中心に、有機合成における新たな方法論の開拓や創薬を指向した実用的反応の開発、そしてこれらを応用したケミカルバイオロジー研究を展開している。当面の目標を以下に列記する。

- (1) 等価置換に基づくペプチドミメティックの創製研究
- (2) HIV 細胞侵入過程を標的とした創薬研究
- (3) 新規アゾリウム塩の創製と有機分子触媒としての応用
- (4) アミロイド線維を標的とするケミカルバイオロジー研究

【 主な研究成果 】

(1) クロロアルケン型ペプチド結合等価体の β -ターン誘起能の発見

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 RGG ペプチドミメティックを合成し、その構造を精査した結果、クロロアルケン型ペプチド結合等価体は、 β -ターン構造を誘起することを明らかにした。また、クロロアルケン骨格を含む β -ターンミミックの単離・結晶構造解析に成功し、計算化学的に解析したところ、天然型とは異なる非共有結合性相互作用が構造安定化に寄与していることを明らかにした。本研究成果は、クロロアルケン型ペプチド結合等価体の新たな可能性を見出したものであり、ペプチド創薬研究の進展に資するものである。

(2) 水素移動を制御するペンタントアルコキシ型 NHC 触媒の創製

これまでに我々は NHC 触媒の反応性制御に重要な N-アリール基に着目し、その構造最適化によって NHC 触媒の高活性化に成功しており、N-アリール基が律速段階に寄与する構造因子になることを明らかにしている。今回は触媒活性を向上させる方法論開拓の一環として、律速段階の水素移動を加速するために、N-アリール基にルイス塩基性官能基を導入した新規触媒を設計・合成し、触媒活性の向上に成功した。さらに詳細な反応機構解析の結果、設計した触媒

構造に導入したルイス塩基性官能基が律速段階に寄与することを速度論的実験と分光学的手法により明らかにした。本研究成果は、触媒活性がしばしば問題となる NHC 触媒の分子設計において、高性能触媒の創出に有用な方法論を開拓したものであり、有機触媒研究の進展に資するものである。

【 今後の展開 】

我々はオリジナルな有機分子を駆使した分子科学研究を展開し、HIV、アルツハイマー病、がんなどの難治性疾患を標的とした実践的な創薬研究に力を注いでいる。分子のチカラを最大限に引き出し、さらに深化させることで、人類の健康と福祉に有機化学で貢献していきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) H. Okita, Y. Kato, T. Masuzawa, K. Arai, S. Takeo, K. Sato, N. Mase, T. Oyoshi, T. Narumi “Stereoselective synthesis of Gly-Gly-type (E)-methylalkene and (Z)-chloroalkene dipeptide isosteres and their application to 14-mer RGG peptidomimetics”, RSC Advances 10, 29373-29377 (2020).
- 2) R. Kyan, K. Sato, N. Mase, T. Narumi “Pendant Alkoxy Groups on N-Aryl Substitutions Drive the Efficiency of Imidazolylidene Catalysts for Homoenoate Annulation from Enal and Aldehyde”, Angewandte Chemie-International Edition 59, 19031-19036 (2020).
- 3) T. Iio, K. Nagai, T. Kozuka, A. M. Sammi, K. Sato, T. Narumi, N. Mase “Fine-Bubble–Slug-Flow Hydrogenation of Multiple Bonds and Phenols”, Synlett 31, 1919-1924 (2020).
- 4) K. Sato, S. Tanaka, J. Wang, K. Ishikawa, S. Tsuda, T. Narumi, T. Yoshiya, N. Mase “Late-Stage Solubilization of Poorly Soluble Peptides Using Hydrazone Chemistry”, Organic Letters 23, 1653-1658 (2021).

【 国内学会発表件数 】

- ・ The 57th Japanese Peptide Symposium、日本薬学会第 141 回年会（広島）、日本化学会 第 101 春季年会など 14 件

【 招待講演件数 】

- ・ 浜松医科大学大学院特別講義（2020. 10. 31）

【 新聞報道等 】

- 1) 日本最大の化学ポータルサイト Chem-station スポットライトリサーチ「水素移動を制御する精密な分子設計による NHC 触媒の高活性化」
<https://www.chem-station.com/blog/2020/12/nhc.html>

溶液中およびゲル中の高分子の構造解析

准教授 松田 靖弘 (MATSUDA Yasuhiro)
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：工学部 化学バイオ工学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)
専門分野： 高分子溶液学、生体親和性高分子
e-mail address: matsuda.yasuhiro@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://www.shizuoka.ac.jp/matsuda-yasuhiro/>



【 研究室組織 】

教 員：松田 靖弘

修士課程： M2 (3名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

高分子は固体状態だけではなく、溶解した溶液状態、溶媒を含んだゲルの状態でも使用されている。これらの状態での高分子の構造を知るとは実用上も重要である。具体的には以下に示す研究テーマに取り組んでいる。

- (1) 増粘多糖類・キサンタンの熱変性・再性に伴う構造解析
- (2) 環境調和型高分子ポリ乳酸の結晶状態制御によるゲル化
- (3) 高生体親和性高分子の高分子間会合体の特性解析
- (4) 高分子表面耐擦傷性向上を目的としたハードコート液の構造評価
- (5) 極性高分子界面構造の解明

【 主な研究成果 】

(1) 増粘多糖類・キサンタンの熱変性・再性に伴う構造解析

食品用の増粘剤として用いられているキサンタンは二重らせん構造を持つ多糖類である。この二重らせん構造は加熱によって解れ、冷却によって巻き戻る。それに伴い増粘作用も変化するため、変性・再性構造の解明は重要である。これまでにキサンタンの濃度、分子量を変化させることで多様な変性・再性体を形成することを示した。2020年度は主に塩酸、クエン酸による酸性条件での挙動を調べた。

(2) 環境調和型高分子ポリ乳酸の結晶状態制御によるゲル化

ポリ乳酸はカーボンニュートラルで環境調和型の高分子である。ポリ乳酸は種々の結晶形を有することでも知られ、結晶形を制御することで容易にゲル化させることが可能である。2020年度にはポリ乳酸がゲル化する過程を解明するために静的・動的な光散乱測定等を行った。

(3) 高生体親和性高分子の高分子間会合体の特性解析

ポリエチルオキサゾリンは高い生体親和性を有する高分子であり、ポリメタクリル酸と高分子間会合体を形成するためにドラッグデリバリーシステム等への応用が期待されている。2020年度は主に溶液を酸性・塩基性に複数回変化させた際の変化を調べた。

(4) 高分子表面耐擦傷性向上を目的としたハードコート液の構造評価

ポリカーボネートのような透明性の高いエンジニアリングプラスチックも表面の擦傷性は低いため、表面でシラン系化合物を反応させて硬いコート膜を作って実用している。このコート液が反応のごく初期においてどのような構造を形成するか調べている。2020年度は主に拡散波分光測定を用いてハードコート液中の構造を評価し、学術雑誌に論文が掲載された。

(5) 極性高分子界面構造の解明

極性高分子は電気双極子間の相互作用が強いために特異的な界面構造を有する。2020 年度はナイロン 6 および Poly(vinyl trifluoroacetate) の構造を調べた論文が学術雑誌に掲載された。

【 今後の展開 】

溶液中、ゲル中においても高分子鎖は多様な相互作用を受けて、複雑な構造を形成している。それらの解明は実用上重要なだけでなく、高分子の構造を知る学術的な意味も大きい。我々は当面、前述のテーマを推し進めることで、溶液中、ゲル中における高分子の構造解明に寄与していきたいと考えている。

2020 年度は新型コロナウイルスの影響で学会発表の機会が極端に制限されていたが、徐々にオンライン発表の機会が増えて来ており、2021 年度においては可能な限り研究成果を発信していきたい。

研究成果の(1)、(2)、(4)に関しては、修士課程を修了した学生の成果を取りまとめて、学術雑誌に論文として投稿していきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) “Interfacial phase of nylon 6 strongly adsorbed on alumina particles” Matsuda, Yasuhiro. Okuda, Kazuki. Tasaka, Shigeru. Polymer Journal (2020) 52, 1121-1127..
- 2) “Characterization of Colloidal Particles Formed in Plastic Coating Solution at Room Temperature” Matsuda, Yasuhiro. Akao, Ryo. Nakazawa, Masaki. Ando, Hideyo. Tasaka, Shigeru. Journal of Coatings Technology and Research (2020) 17, 1343-1349.
- 3) “Ferroelectric behavior in paracrystalline Poly(vinyl trifluoroacetate)” Barique, Mohammad Abdul. Matsuda, Yasuhiro. Tasaka, Shigeru. Journal of Polymer Engineering (2021) 41, 19-26.

【 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 17 件
- ・“塩酸およびクエン酸溶液中におけるキサントンの熱変性・再性” 2020 年度高分子基礎物性研究会・高分子計算機科学研究会・高分子ナノテクノロジー研究会 合同討論会 ○松田 靖弘・藤井 孝紀・齋木 領河・吉場 一真 オンライン発表 (2020 年 11 月 4 日)
- ・“ポリ乳酸多孔質体の形成初期過程解明及び制御” 2020 年度高分子基礎物性研究会・高分子計算機科学研究会・高分子ナノテクノロジー研究会 合同討論会 ○石間駿一・松田靖弘・田坂茂・高原淳 オンライン発表 (2020 年 11 月 4 日)

ペプチド・タンパク質合成手法の開発と応用

助教 佐藤 浩平 (SATO Kohei)

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： 有機合成化学、ペプチド化学、タンパク質化学

e-mail address: sato.kohei@shizuoka.ac.jp

homepage: <https://www.shizuoka.ac.jp/sato-kohei/>



【 研究室組織 】

教 員：間瀬 暢之 (グリーン科学技術研究所教授)、佐藤 浩平

博士課程：田中 晶子 (創造科技院 D2)

修士課程：M1 (1名)

【 研究目標 】

ペプチド・タンパク質をはじめとする生体分子を対象とした有機合成化学を基盤技術と位置づけ、タンパク質化学合成を高効率化する新規方法論の開発、生理活性タンパク質の完全化学合成と高機能誘導体合成への応用、合成タンパク質をケミカルプローブとして利用するケミカルバイオロジー研究を展開している。これら研究方針のもと、主に次の研究テーマに取り組んでいる。

- (1) 難溶解性ペプチド可溶化法の開発
- (2) ペプチド鎖伸長時のアスパルチミド形成抑制法の開発
- (3) エステル連結ユビキチンの機能解明を指向したプローブ分子の開発
- (4) 抗ウイルス薬の新規評価系の開発
- (5) 医薬品候補タンパク質の化学合成と高機能化

【 主な研究成果 】

(1) 難溶解性ペプチド可溶化法の開発

一般にタンパク質を化学合成する際、タンパク質一次配列をいくつかのペプチド鎖に分割して固相合成により合成し、これらペプチド鎖を液相で化学選択的に縮合するという戦略が採用される。後者の縮合反応は水系溶媒中で実施されることから、ペプチド性合成中間体の水溶性は、中間体の精製効率や反応効率に影響する重要なファクターである。合成標的タンパク質の一次配列によって、中間体ペプチドの水溶性が低いために取り扱いが困難となるケースがあり、ペプチドの水溶性向上による可溶化技術が求められている。この課題に対して、ペプチドの共通構造であるC末端カルボキシル基に着目し、汎用性の高いペプチド可溶化法を開発した。すなわち、多数の水溶性官能基を有する化合物にホルミル基を導入した分子を水溶性タグとして用い、ペプチドC末端ヒドラジド上に還元的アルキル化により選択的に導入した。水溶性タグを導入したペプチドは高い水溶性を示し、難溶解性ペプチドを水系溶媒に溶解することに成功した。タグ化ペプチドを用いてその後のペプチド連結反応を実施し全長のポリペプチドへと導いた後に、水溶液中硫酸銅(II)を作用させるとアルキルヒドラジドの酸化的加水分解が進行し、水溶性タグを選択的に除去できることが明らかとなった。本手法を用いてヒト免疫不全ウイルス(HIV-1)プロテアーゼの完全化学合成を達成した。

(2) ペプチド鎖伸長時のアスパルチミド形成抑制法の開発

ペプチド合成法の主流であるFmoc法でAspを含むペプチドを合成する際、主鎖アミド結合と側鎖カルボキシル基の間で環化したアスパルチミド体が副生することがしばしば問題となる。固相合成で汎用されるAsp側鎖保護基であるt-Buエステルよりも嵩高いエステルを用いることでアスパルチミド形成を抑制できると報告されているが、立体障害のためにペプチド鎖

への導入効率の面や価格の面 (t-Bu エステルの 15 倍以上) で課題がある。そこで、Asp 側鎖をエステルよりも化学的に安定なヒドラジドとすることでアスパルチミド形成を抑制し、ペプチド鎖伸長後にカルボン酸へと変換することを計画した。まず、Fmoc-Asp(NHNHR)-OH を合成し、Fmoc 法にてペプチド鎖中に導入した。伸長完了したペプチド鎖を固相担体から切り出し、酸化剤で処理したところ側鎖ヒドラジドの加水分解が進行し、天然型の Asp に変換可能なことが明らかとなった。

【 今後の展開 】

今回のペプチド可溶化技術では水溶性タグ導入部位がタンパク質 C 末端に制限されるため、Asp/Glu 側鎖をヒドラジド化することで導入可能部位を拡張し、本手法の汎用性拡大を図る。ユビキチン誘導体の合成過程で、ポリペプチドが難溶解性を示すことが明らかとなったため、この誘導体合成に今回開発したペプチド可溶化技術を応用し、高効率なユビキチン誘導体合成法の基盤構築を目指す。Asp(NHNHR) 体から Asp に変換可能なことが明らかとなったため、今後は本誘導体のアスパルチミド形成抑制能を評価する。

【 学術論文・著書 】

- 1) K. Sato, S. Tanaka, J. Wang, K. Ishikawa, S. Tsuda, T. Narumi, T. Narumi, T. Yoshiya, N. Mase, “Late-stage Solubilization of Poorly Soluble Peptides Using Hydrazide Chemistry”, *Org. Lett.* 23, 1653–1658 (2021).
- 2) Y. Kuritani, K. Sato, H. Dohra, S. Umemura, M. Kitaoka, S. Fushinobu, N. Yoshida, “Conversion of levoglucosan into glucose by the coordination of four enzymes through oxidation, elimination, hydration, and reduction”, *Sci. Rep.* 10, 20066 (2020).
- 3) T. Iio, K. Nagai, T. Kozuka, A. M. Sammi, K. Sato, T. Narumi, N. Mase, “Fine bubble–slug flow hydrogenation of multiple bonds and phenols” *Synlett* 31, 1919–1924 (2020).
- 4) D. Terutsuki, H. Mitsuno, K. Sato, T. Sakurai, N. Mase, R. Kanzaki, “Highly effective volatile organic compound dissolving strategy based on mist atomization for odorant biosensors”, *Anal. Chim. Acta* 1139, 178–188 (2020).
- 5) H. Okita, Y. Kato, T. Masuzawa, K. Arai, S. Takeo, K. Sato, N. Mase, T. Oyoshi, T. Narumi, “Stereoselective synthesis of Gly-Gly-type (E)-methylalkene and (Z)-chloroalkene dipeptide isosteres and their application to 14-mer RGG peptidomimetics”, *RSC Adv.* 10, 29373–29377 (2020).
- 6) R. Kyan, K. Sato, N. Mase, T. Narumi, “Pendant Alkoxy Groups on N-Aryl Substitutions Drive the Efficiency of Imidazolylidene Catalysts for Homo-enolate Annulation from Enal and Aldehyde”, *Angew. Chem. Int. Ed.* 59, 19031–19036 (2020).
- 7) 間瀬暢之, 武田和宏, 佐藤浩平, “第 2 部 マイクロリアクター/フロー合成技術を用いた実用化事例; 第 3 章 プロセスの連続化と反応条件の最適化事例”, マイクロリアクター/フロー合成による反応条件を最適化した導入と目的に応じた実生産への適用 ~事例をふまえた現状と課題 / 不具合を避けるための設備設計~, サイエンス&テクノロジー株式会社 (2020 年)

【 国内学会発表件数 】

- ・ 第 57 回ペプチド討論会、日本化学会第 101 春季年会など 15 件

【 招待講演件数 】

- 1) 第 14 回超領域研究会 (2020. 12. 3)
- 2) 専攻間東西研究交流セミナー (2020. 10. 12)

【 受賞・表彰 】

- 1) 田中 晶子 (D2)、第 10 回 CSJ 化学フェスタ 2020 優秀ポスター発表賞 (2020. 10. 20) 「ペプチドヒドラジドを利用した新規水溶性タグ導入法の開発」

(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 18 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、COVID-19 感染による社会経済のダメージとその補償による主要各国の財政基盤の脆弱化、ナショナリズムの台頭による内向き志向が一部の国では具体化・顕著化され、その影響が波及する中で世界情勢の不安定さは増大傾向にある。化石エネルギーの需給状況は原油価格が落ち着いたものの、世界的に未だ化石燃料への依存度は高い。先進各国においては再生可能エネルギーの開発・実用化が進むものの、水素エネルギーの社会実装は大きくは進んでいない。従来型天然ガスの価格低下からシェールガスの開発は足踏み状態にある。一方、大気中二酸化炭素濃度は上昇を続け、地球温暖化と考えられる異常気象が顕在化している。その様な中で、カーボンニュートラルの必要性が強く認識され世界的に社会実装へと舵が切られている。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、『室温作動のメタン化反応場で拓く産業排出 CO₂ の革新的資源化プロセスの学理と実理(科研費基盤 A、R2 年～R5 年)』、『半導体レーザー維持プラズマの高効率化機構の解明と宇宙推進機への応用(科研費基盤 A、平成 30 年～R3 年)』、『非対称構造を有するベアリングレスモータの設計手法確立とインテリジェント化(科研費基盤 B、R2 年度～R4 年度)』、『超効率的嫌気廃水処理を誘導する微生物電子共生系の解明(科研費基盤 B、平成 30 年～R2 年)』さらに、SATREPS 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム『地方電化及び副産物の付加価値を目指した作物残渣からの革新的油脂抽出技術の開発と普及』の国際規模での展開や、NEDO 先導研究プログラム/未踏チャレンジ 2050 「メタンチオール経由で CO₂ をオレフィン化する革新的物質変換系の開拓」がベテランおよび若手教員により進められており、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ものである。

2. 教員名と主なテーマ

- ・ 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
- ・ 孔 昌 一 : 超臨界流体物性測定およびナノ炭素材料の創製
- ・ 島 村 佳 伸 : 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：産業プロセス排出 CO₂ の資源化のための触媒プロセス開拓
- ・ 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、パワーメカトロニクス
- ・ 岡島いづみ：亜臨界・超臨界流体利用技術の開発
- ・ 菊池将一：表面改質を用いた多機能金属材料の開発
- ・ 真田俊之：分散性混相流の微細構造解明と産業応用
- ・ 藤井朋之：先進材料の開発とその強度と破壊
- ・ 松井信：レーザーを用いた宇宙工学への応用
- ・ 本澤政明：流体機能の応用に向けた研究
- ・ Mobedi Moghtada：Heat transfer enhancement
- ・ 渡部綾：Redox 性格子 S 種を活用したアルカン物質変換に関する研究

3. 主な研究活動

(1) コロナ禍にも関わらず国際学会発表 22 件以上、国内学会発表 113 件以上を発表した。また論文数 77 編以上を発表した。科研費基盤 A を 2 件、基盤 B を 3 件、基盤 C を 2 件、挑戦的研究開拓 1 件、挑戦的萌芽研究 2 件 (以上、代表者としての獲得件数)、企業との共同研究 20 件以上、また大型の研究費である NEDO から 4 件の研究費を得るなど、研究活動を活発に実施した。研究代表者としての獲得研究費は約 500,000 千円 (研究期間総額として) である。

招待公演 (合計 4 件以上)

- ・ Very High Cycle Fatigue Property of Carbon Fiber Reinforced Quasi-isotropic Laminate Obtained by Ultrasonic Fatigue Testing Method, Yoshinobu Shimamura, Takuya Hayashi, Keiichiro Tohgo, Tomoyuki Fujii, APCFS2020, (2020), Jeju, Korea
- ・ B. Guennec, T. Ishiguri, M.O. Kawabata, S. Kikuchi, A. Ueno and K. Ameyama, Size effect issue on the fatigue properties of Ti-6Al-4V designed in heterogeneous harmonic structure, TMS2021 (2021 年 3 月 17 日)
- ・ “超臨界流体を用いた金属微粒子コーティング”、2020 年度第 1 回乾燥分科会 (一社) 日本粉体工業技術協会 乾燥分科会、オンライン (2020 年 11 月 27 日)
- ・ 粉末冶金を利用した周期構造制御による多機能金属材料の創製、広島大学デジタルものづくり教育研究センター 材料 MBR プロジェクト講演会 (2020 年 12 月 10 日)

報道

- ・ 新聞 排ガスから化学原料・材料 静岡大福原教授 室温メタネーション (2020 年 10 月 15 日)
- ・ 新聞 循環炭素社会への挑戦⑧ 有望なメタネーション コスト低減で実用へ (2020 年 11 月 18 日)
- ・ ラジオ Today's Focus「メタネーション」とは？今後の可能性は？ (2021 年 2 月 3 日)

(2) 国際連携

- ・ 令和 3 年 3 月 5 日 The 7th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2021 の開催に協力した。
- ・ JST 二国間交流事業共同研究「インド国河川における医薬品汚染と薬剤耐性微生物の動態評価」の研究支援を受ける。またコロナ禍でオンラインによる研究交流も実施された。

(3)受賞

- ・2020年度石油学会奨励賞(学術部門)受賞
- ・日本複合材料学会論文賞
- ・令和2年度日本材料学会生体・医療材料部門委員会 研究奨励賞
- ・2020年度レーザー学会学術講演会第41回年次大会優秀ポスター発表賞
- ・浜松いわた信用金庫 産学連携大賞

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を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

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: Jabir Mohd Din (創造科技院 D2)、本庄 雅宏 (創造科技院 D2)

修士課程: M2 (1名)、M1 (2名)

学 部 生: B4 (3名)

【 研究目標 】

研究目標は以下の通りである。

- (1) 微生物の細胞内外への電子授受機構の理解とエネルギー生産への応用
- (2) 微生物生態系の形成機構の解明とリデザインに向けた挑戦

【 主な研究成果 】

(1) 微生物の細胞内外への電子授受機構の理解とエネルギー生産への応用

微生物燃料電池から分離した *Desulfovibrio* sp. HK-II 株が、 Fe^{3+} および硫酸呼吸時において、蓄電性ミネラル (Mackinawite) を生産することを明らかにした。蓄電性ミネラル生成に意義として、細胞外に蓄電性物質を生成することでエネルギー貯留場として機能させている可能性が推察された。しかし、硫酸還元細菌が細胞外へ電子を渡すという報告例は未だ少ない。そこで本研究では、HK-II 株の細胞外電子伝達機構の解明を目的とした。まず、細胞外電位が HK-II 株の代謝に及ぼす影響が解析された。電子供与体として酢酸を用いた。その理由は、硫酸呼吸下では電子供与体の乳酸は酢酸までにしか変換されないものの、電極呼吸下では電子供与体として酢酸を利用でき、かつ、硫酸還元が生じない為である。負の電極電位では電流生産は生じず、+0.1 V 〜 +0.6 V (vs SHE) では酢酸の消費と電流生産が確認され、+0.3 V から +0.4 V および +0.6 V において EET の促進が示唆された。予想に反して、ヘム染色によるタンパク質の発現パターンは電位による差異は確認されなかった。その為、EET 機構の全体像を把握する為、ゲノム情報から推定された EET 関連タンパク質の転写量解析およびトランスクリプトーム解析を進めている。さらに、HK-II 株が生産する RBM を用いて微生物電子共生系の解析を実施した。RBM の添加により、酢酸の消費速度とメタンの生成速度の向上が確認された。この結果は、群集内での電子移動が円滑であることを示唆している。そこで群集構造を比較する為、16S rRNA 遺伝子アンプリコンシーケンス解析を実施した。その結果、RBM によって特異的な群集構造へと変化していることが統計学的に示された。その為、RBM は EET の活性化に伴う嫌気微生物群の代謝活性、引いては嫌気廃水処理の向上に有益と示唆された。

(2) 微生物生態系の形成機構の解明とリデザインに向けた挑戦

本研究では、地球規模での物質循環から環境浄化・ヒトの健康に至るまで、様々な領域で関与している微生物生態系の制御を最終目的とし、その形成メカニズムの解明を目的としている。自然界における微生物生態系は、多種多様な微生物が相互に作用しつつ構成されており、また、それ故に形成メカニズムを直接的に取り扱うことは現時点において極めて困難である。その為本研究では、3種類の微生物を混合し人工モデル微生物生態系を構築し、その形成メカニズムの解明を目指した。

供試した異なる属種の3菌株全てはフェノールを唯一の炭素源として生育可能である。そこで、フェノールを用いて3菌株混合の連続集積培養系を構築した。このメリットは、連続集積培養系がフェノールを安定して分解しているかどうかで、システム全体の機能が維持されているかを判別可能であること、また、システム全体の機能と供試微生物の動態を解析することにより、形成メカニズムの解明に至る糸口を見つけられるのではないかと想定した。

その結果、3菌株間で代謝ネットワークが形成され、ある株はフェノールとカテコールの分解を担い、他の株は主として代謝産物を利用している様子が浮き彫りになった。このような代謝ネットワークが形成せれる要因として微生物間相互作用に着目した。実際の培養系で相互作用を直接的に測定することは現時点では不可能である。そこで数理モデルを構築し、実際の共存時と近似状態における共存点を解析した。その結果、約5000点の共存状態の内、実際の共存時と近似状態はその0.05%以下であり、かつ、複数の相互作用状態が示唆された。本結果は、相互作用の揺らぎが代謝ネットワーク形成に寄与していることを示唆している。一方で、代謝ネットワーク固定状態では相互作用の固定化が想定される。しかし、固定化状態で安定性が維持されるのか、見逃している作用があるのかは今後の解析が必要である。

【 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 】 下記を含めて合計6編

- 1) Fatma Azwani Abdul Aziz, Kenshi Suzuki, Masahiro Honjo, Koki Amano, Abd Rahman Jabir Bin Mohd Din, Yosuke Tashiro, and Hiroyuki Futamata* 2021 Coexisting mechanisms of bacterial community are changeable even under similar stable conditions in a chemostat culture. *J. Biosci. Bioeng.* 131(1):77-83. doi:10.1016/j.jbiosc.2020.09.009
- 2) Hidehiro Ishizawa, Minami Tada, Masashi Kuroda, Daisuke Inoue, Hiroyuki Futamata, and Michihiko Ike. 2020 Synthetic bacterial community of duckweed: A simple and stable system to study plant-microbe interactions. *Microbes Environ.* 35(4): doi:10.1264/jsme2.ME20112.
- 3) Fatma Azwani Abdul Aziz, Kenshi Suzuki, Koki Amano, Ryota Moriuchi, Hideo Dohra, Yosuke Tashiro, Hiroyuki Futamata* 2020 Draft genome sequence of phenol-degrading *Variovorax boronicumulans* strain c24. *Microbiology Resource Announcements*. Sep 10;9(37):e00597-20. doi: 10.1128/MRA.00597-20.
- 4) Takaki K, Tahara YO, Nakamichi N, Hasegawa Y, Shintani M, Ohkuma M, Miyata M, Futamata H, Tashiro Y. 2020 Multilamellar and multivesicular outer membrane vesicles produced by a *Buttiauxella agrestis tolB* mutant. *Appl. Environ. Microbiol.* 86(20):e01131-20. doi: 10.1128/AEM.01131-20
- 5) Fatma Azwani Abdul Aziz, Kenshi Suzuki, Ryota Moriuchi, Hideo Dohra, Yosuke Tashiro, Hiroyuki Futamata* 2020 Draft genome sequence of phenol-degrading *Variovorax boronicumulans* strain HAB-30. *Microbiology Resource Announcements* DOI: 10.1128/MRA.01478-19 2020 9(7) e01478-19.

【 国内学会発表 】

- ・日本農芸学会など8件

【 受賞・表彰 】

- ・農芸化学会中部支部大会中部支部学術奨励賞 バイオフィルム由来膜小胞による免疫応答促進 高原翠夏人, 平山悟, 中尾龍馬, 二又裕之, 田代陽介 2020年9月27日(名古屋大学 on Web)

超精密な機械の実現を目指して

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: <https://ars.eng.shizuoka.ac.jp/~oiwa/>



【 研究室組織 】

教 員：大岩 孝彰

博士課程：1名 (創造科技院)

修士課程：M2 (3名)、M1 (ABP 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。

(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適用し、キャリブレーション (校正) に関する研究、ジョイントとリンクの運動誤差&熱的伸縮の補正、およびフレーム部の弾性変形と熱的変形の補正などに関する研究を行っている。

(3) 光ファイバを用いた多自由度微小運動誤差計測システムの研究

直線運動機構の運動の真直度誤差やアッペ誤差を補正するために多自由度微小運動誤差計測が重要である。本研究ではセンサターゲットを円筒面として一方向から多方向の微小運動誤差計測とその高感度化を達成する。

(4) 2自由度パラレルメカニズムを用いたレーザ追尾式三次元座標計測システム

従来のレーザトラッカーで用いられているジンバル構造ではなく、球面で支持された2自由度パラレルマニピュレータを応用した高精度なレーザ測長追尾式トラッカーの開発を行っている。

【 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。

【 解説・特集等 】

- 1)大岩孝彰：特集 精密位置決め技術の最新動向と要素技術を活かした設計への展開 Part1 最新の位置決め技術 総論 超精密位置決め技術の最新技術トレンドと利用動向，機械設計，日刊工業新聞社，Vol. 64, No. 9, (2020), pp. 2-8.
- 2)大岩孝彰，勝木雅英：超精密位置決めにおけるアンケート調査-精密メカトロニクスと精密計測に関するアンケート調査-，精密工学会誌，86, 10 (2020), pp. 735-740.
- 3)大岩孝彰：超精密位置決め技術のトレンドと展望，自動化推進，49, 4 (2020) pp.

【 産業界向けの講演・講習 】

- ・大岩孝彰：ボルト締結の基礎，公益財団法人浜松地域イノベーション推進機構先端精密技術研究会・都田アソシエイツ・ソフトウェア産業振興研究委員会合同講習会，2021年3月26日，対面とWEBのハイブリット開催

多孔質体理論を用いた熱及び物質移動

教授 桑原 不二朗 (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 不二朗、 佐野 吉彦 (総合科学研究科准教授)
博士課程: Yi Yuan (創造科技院 D2)、 Zheng Zihao (創造科技院 D2)
修士課程: M2 (5名)、M1 (6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) 多孔質理論を用いた乾燥現象の解明
- (4) 伝熱機器形状に対する最適化の適用

【 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) 食品乾燥現象の解明

高ビ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。

(4) 最適化理論を用いた熱設計

様々な目的関数に対して、熱的最適化における傾向を明らかにした。

【 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)Yuan Yi, Fujio Kuwahara, Xiaohui Bai, Akira Nakayama, Similarity solutions for local thermal non-

- equilibrium boundary-layer flows in a fluid-saturated porous medium, *Transport in Porous Media*, volume 134, pages 117–137 (2020).
- 2) Yuan Yi, Xiaohui Bai, Fujio Kuwahara, Akira Nakayama, Analytical and numerical study on thermally developing forced convective flow in a channel filled with a highly porous medium under local thermal non-equilibrium, *Transport in Porous Media* volume 136, pages 541–567 (2021).
 - 3) Xiaohui Bai, Yuan Yi, Fujio Kuwahara, Akira Nakayama, A unified treatment for local thermal nonequilibrium free, forced, and mixed convective boundary layer flows over an arbitrarily shaped nonisothermal body in a fluid saturated porous medium, *ASME Trans. J. Heat Transfer*. Jun 2020, 142(6): 062601.
 - 4) Wenhao Zhang, Yuan Yi, Xiaohui Bai, Akira Nakayama, A local thermal non-equilibrium analysis for convective and radiative heat transfer in gaseous transpiration cooling through a porous wall, *Int. J. Heat and Mass Transfer*, Volume 162, December 2020, 120389.
 - 5) Xiaohui Bai, Yuan Yi, Cunliang Liu, Wenhao Zhang, Akira Nakayama, A simple conjugate analysis and its comparison with experiment for heat transfer problems associated with hot gas flows in a partially transpiration-cooled channel, *Int. J. Heat and Mass Transfer*, Volume 165, Part B, February 2021, 120729.
 - 6) Zihao Zheng, Xiaohui Bai, Fujio Kuwahara, Akira Nakayama, Three-dimensional designing of octet-truss structures with controlled thermal anisotropy, *ASME Trans. J. Heat Transfer*, Sep. 2020, 142(9): 094502.
 - 7) Zihao Zheng, Yuan Yi, Xiaohui Bai, Akira Nakayama, Functionally graded structures for heat transfer enhancement, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Volume 173, July 2021, 121254.
 - 8) Xiaohui Bai, Zihao Zheng, Akira Nakayama, Heat transfer performance analysis on lattice core sandwich panel structures, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Volume 143, November 2019, 118525.
 - 9) Xiaohui Bai, Zihao Zheng, Cunliang Liu, Akira Nakayama, Metal frame structures with controlled anisotropic thermal conductivity, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Volume 148, February 2020, 119064

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本伝熱シンポジウム他 2 件

超臨界流体物性測定およびナノ炭素材料の創製

教授 孔 昌一 (KONG Chang Yi)

環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 工学部 化学バイオ工学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)

専門分野: 加圧流体、熱力学物質性質、炭素ナノ材料

e-mail address: kong.changyi@shizuoka.ac.jp

homepage: <http://cheme.eng.shizuoka.ac.jp/chemsys/koulab.html>



【 研究室組織 】

教 員: 孔 昌一、三宅 浩史 (工学部助教)

博士課程: JIAOJIAO MA (創造科技学院 D2)、FANGBO YAO (創造科技学院 D1)、

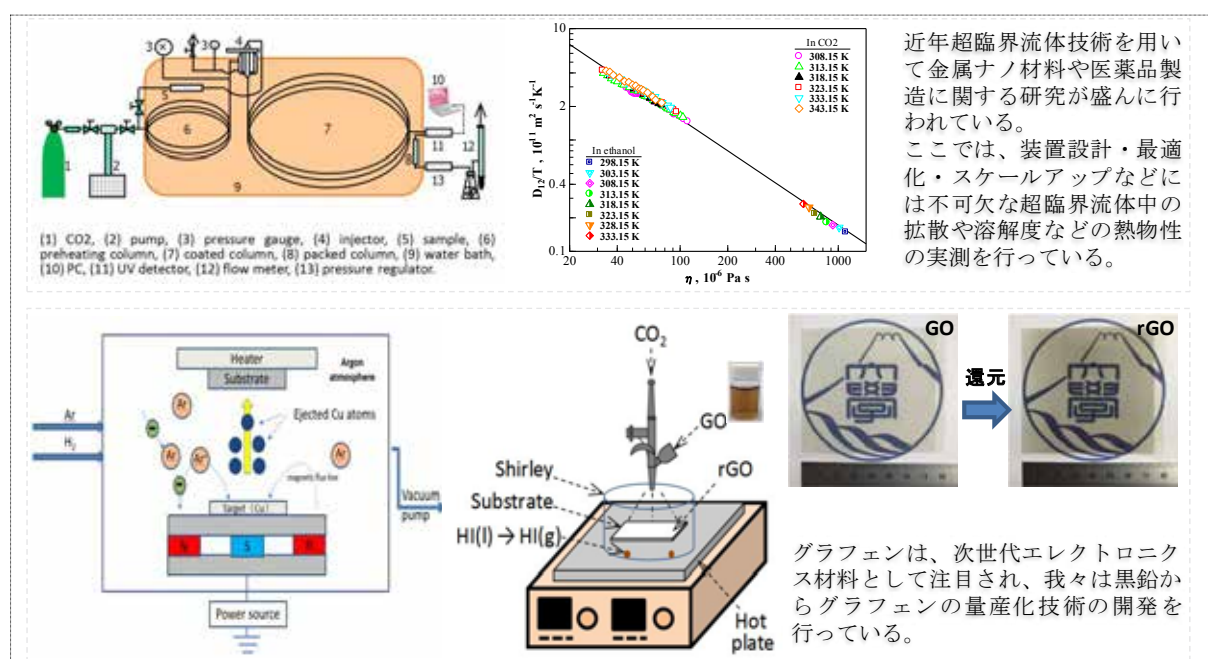
GUOXIAO CAI (創造科技学院 D1)

修士課程: M2 (2名)、M1 (2名)

【 研究目標 】

持続可能な社会の構築には、地球環境汚染問題の改善やエネルギーの有効利用の実現が、今後も急務となっていくと考えられる。温度・圧力は臨界温度・臨界圧力を超えた流体は、超臨界流体であり、有害な有機溶媒や溶媒性能が物足りない有機媒体の代わりとして期待され、その応用分野は近年急速に広がりつつある。本研究室では、加圧流体中の輸送物性および平衡物性の実測および理論に関する基礎研究を行うと共に、エネルギーの有効利用に関わる次世代高機能性材料の創製を目的とした応用研究も行っている。一方、二次元炭素材料グラフェン (sp^2 結合によりハニカム構造を形成し、C 原子 1 層分厚さをもつ) は高熱伝導性・高電気伝導性・高機械的・高光学的特性をもち、次世代エレクトロニクス材料として注目されている。本研究室では、酸化還元法について研究を行い、低温かつ高品質なグラフェンや多孔体炭素材料の創製技術の開発も試みる。当面の研究目標を以下に列記する。

(1) 加圧流体中における各種溶質の拡散係数の測定と相関、(2) 流体クロマトグラフィーを用いた部分モル体積、密度、溶解度の測定と相関、(3) 酸化グラフェンの合成、(4) 環境に優しい還元型グラフェンの創製とその応用展開、(5) 多孔質炭素材料の創製とその応用展開



【 主な研究成果 】

(1) 加圧流体クロマトグラフィーを用い、薬物の拡散係数と部分モル体積の測定

超臨界二酸化炭素や加圧有機溶媒中における分子量の大きな脂質の拡散係数と部分モル体積を、CIR法を用いて幅広い温度・圧力範囲で正確に測定し、相関を行った。

(2) 多孔体の材料の創製法の開発

黒鉛から酸化することにより、酸化グラフェンを合成した。それから、マイクロ波低温処理により環境に優しい多孔質還元型酸化グラフェンの作製法を新規開発した。

【 今後の展開 】

地球環境汚染問題の改善を目指し、環境に優しい新もの作り技術の開発が急務となっていくと考えられる。亜臨界・超臨界流体・ガス膨張液体などの加圧流体は有害な有機溶媒や性能が物足りない有機溶媒の代わりとして用いられ、その応用研究は近年急速に広がりつつある。今後もグリーンケミストリーである亜臨界・超臨界流体・ガス膨張液体技術について継続して研究していく。具体的には液体から超臨界状態まで幅広い粘度範囲での輸送物性・平衡物性に関する基礎研究と多孔体炭素材料創製に関する応用研究について勢力的に行う。同時に、外部資金の獲得や企業との共同研究にも力を入れたいと考えている。

【 学術論文・著書 】

- 1) H. A. Jabri, Y. Hayashi, K. Miyake, R. Yashiro, Y. Hirota, Y. Uchida, C. Y. Kong, N. Nishiyama, Preparation of Zn incorporated SSZ-13 zeolite nanoparticles with improved catalytic performance for methanol to light olefins reactions, *Microporous and Mesoporous Materials*, 2, 103, 2020 (IF=4.5).
- 2) Y. Toyama, K. Miyake, Y. Shu, K. Moroto, J. Ma, T. Zheng, S. Tanaka, N. Nishiyama, C. Fukuhara, C. Y. Kong, Solvent-free synthesis of Fe/N doped hierarchal porous carbon as an ideal electrocatalyst for oxygen reduction reaction, *Materials Today Energy*, 17, 100444, 2020 (IF=5.6).
- 3) K. Moroto, K. Miyake, Y. Shu, Y. Toyama, J. Ma, S. Tanaka, N. Nishiyama, C. Fukuhara, C. Y. Kong, Fabrication of NiS_x/C with a tuned S/Ni molar ratio using Ni²⁺ ions and Amberlyst for hydrogen evolution reaction (HER), *International Journal of Hydrogen Energy*, 45, 24567-24572, 2020 (IF=4.5).

他5件

【 特許 】

・ 出願番号：特願 2021-33377（出願日：2021年3月3日）、多孔質還元型酸化グラフェンの製造方法、孔昌一、マー ジャオ ジャオ（整理番号：20034KU103）。

【 国際会議発表件数 】

- 1) J. Ma, F. Yao, C. Y. Kong, A new approach of reduced graphene oxide with a porous structure by a microwave-assisted one-pot method for high capacitance supercapacitor, 6 International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN 6th, Virtual Conference), February 01 - 03, 2021.

他2件

【 国内学会発表件数 】

・ 化学工学会、高圧力学会など8件

先進複合材料の強度と破壊、金属疲労

教授 島村 佳伸 (SHIMAMURA Yoshinobu)
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：工学部 機械工学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)
専門分野： 複合材料工学、材料強度学、材料力学
e-mail address: shimamura.yoshinobu@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://mechmat.eng.shizuoka.ac.jp>



【 研究室組織 】

教 員：島村 佳伸、東郷 敬一郎（副学長・理事）、藤井 朋之（工学部准教授）

博士課程：Devendran Thirunavukarasu（創造科技学院 D3）

修士課程：M2（2名）、M1（5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系の創製とその力学特性に関する研究
- (3) 超音波疲労試験機を用いた高強度金属の超高サイクル疲労に関する研究
- (4) 超音波疲労試験機を用いた炭素繊維強化プラスチックの超高サイクル疲労試験法の開発

【 主な研究成果 】

(1) カーボンナノチューブ集合体の複合材料応用に関する研究

電子物質科学科 井上翼教員と共同で、カーボンナノチューブ集合体（シートならびに紡績糸）の複合材料応用に関する研究を実施した。本年度はカーボンナノチューブ糸の細径化と熱処理がそのカーボンナノチューブの引張特性に及ぼす影響について主に検討した。

(2) セルロースナノファイバー系の創製とその力学的特性に関する研究

セルロースナノファイバー分散液から湿式紡績によるセルロースナノファイバー系の創成に関する研究を実施した。

(3) 超音波疲労試験機を用いた高強度金属の超高サイクル疲労に関する研究

超音波ねじり疲労試験機を用いたフレッチング疲労試験手法の開発を継続して実施した。また、平均ねじり応力が作用可能な超音波ねじり疲労試験機を用いた高強度鋼の疲労試験を実施した。

(4) 超音波疲労試験機を用いた炭素繊維強化プラスチックの超高サイクル疲労試験法の開発

本研究室で開発した、超音波引張圧縮疲労試験機を用いた軸荷重疲労試験手法により、炭素繊維強化プラスチック積層板の超高サイクル域までの軸荷重疲労試験を実施した。

【 今後の展開 】

カーボンナノチューブ集合体を用いた高強度ナノ複合材料に関する研究開発を今後もすすめて、カーボンナノチューブが持つポテンシャルを最大限に活用できる複合材料の開発を目指していきたい。また社会の安全・安心を保つため、金属材料、先進複合材料の疲労に関する研究により社会貢献を果たしていきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) カーボンナノチューブ無撚糸の引張特性の解析モデルの提案とカーボンナノチューブの引張特性の推定, 島村佳伸, 山口雄大, 東郷敬一郎, 藤井朋之, 井上翼, 材料, 69(12), pp.847-854 (2020)
- 2) Investigation of Physical and Mechanical Properties of Nano-pulverized Cellulose Nanofiber Preform Sheets for CNF Thermoset Nanocomposites Application, Devendran Thirunavukarasu, Yuta Saito, Yoshiobu Shimamura, Keiichiro Tohgo and Tomoyuki Fujii, Wood Science and Technology, 54(5), pp.1349-1362 (2020)
- 3) Effects of High-Temperature Thermal Annealing on Properties of Aligned Multi-walled Carbon Nanotube Sheets and Their Composites, Tran Huu Nam, Ken Goto, Yoshinobu Shimamura, Yoku Inoue, Go Yamamoto, Keiichi Shirasu, Toshiyuki Hashida, Composite Interfaces, 27(6), pp.569-586 (2020)
- 4) Mechanical Characterization on Solvent Treated Cellulose Nanofiber Preforms Using Solution Dipping-Hot Press Technique, Devendran Thirunavukarasu, Yoshiobu Shimamura, Keiichiro Tohgo and Tomoyuki Fujii, Nanomaterials, 10(5), 841 (2020)

他 5 件

【 国際会議発表件数 】

- 1) Very High Cycle Fatigue Property of Carbon Fiber Reinforced Quasi-isotropic Laminate Obtained by Ultrasonic Fatigue Testing Method, Yoshinobu Shimamura, Takuya Hayashi, Keiichiro Tohgo, Tomoyuki Fujii, APCFS2020, p.94, (2020), Jeju, Korea (Invited)

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本機械学会 1 件

【 招待講演件数 】

- 1) APCFS2020 (2020. 11. 3)

【 受賞・表彰 】

- 1) 日本複合材料学会論文賞 (2020年6月19日授与決定)” Mechanical Properties of Cross-ply and Quasi-isotropic Composite Laminates Processed Using Aligned Multi-walled Carbon Nanotube/Epoxy Prepreg”

塑性加工における材料挙動・損傷・破壊の解明

教授 早川 邦夫 (HAYAKAWA Kunio)

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: 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 (D3)、Arunagiri Azhagar (D2)

修士課程: M2 (2名)、M1 (4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) Ni-Ti 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) 金属および高分子材料の摩擦攪拌接合技術の開発

【 主な研究成果 】

(1) 異方損傷モデルによる冷間鍛造における延性破壊の予測手法の研究

冷間鍛造における延性破壊の予測精度向上と損傷現象の解明を目的とし、異方損傷モデルを開発した。延性破壊の主要な機構であるせん断方向の割れを表現できる様な改良を施し、実際の加工部品における割れの予測に適用した。

(2) 電解作用を用いた超硬合金のミーリング加工

超硬合金冷間鍛造金型を高速・高精度・高品位に加工する技術を開発するため、電解機械複合加工について注目している。電解現象を利用することで、超硬合金の切削抵抗を大幅に低減できた。さらに、複合加工する場合に超硬合金の結合剤である Co が電解作用により除去され、効率的な加工ができていたことがわかった。

(3) Ni-Ti 合金の切削加工特性の解明に関する研究

機能性金属材料である NiTi 合金の切削加工後の寸法精度や切削加工面の品質等の特性が良好でない原因として、超弾性がこれらの切削加工特性に大きな影響を与えることが解明された。

(4) 冷間鍛造における環境対応潤滑剤の性能評価および性能向上

冷間鍛造に用いられる環境対応潤滑剤の潤滑性評価のための試験法について、速度依存性を正確に予測することを目的とした実験および解析を実施した。また、チタン合金の温間鍛造のためのトライボロジー評価試験法を開発し、それにより、酸化膜のトライボロジー特性の調査を行った。

(5) 金属および高分子材料の摩擦攪拌接合技術の開発

摩擦攪拌接合を金属と高分子材料の接合に適用した。ツール先端形状、貫入深さ、回転数、移動速度の接合特性に及ぼす影響を実験的に調査した。継手効率を引張り試験で評価した。

【 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) Kavirajan, S., Archana, J., Harish, S., Navaneethan, M., Ponnusamy, S., Hayakawa, K., Kubota, Y., Shimomura, M., Hayakawa, Y., Effect of densification technique and carrier concentration on the thermoelectric properties of n-type $\text{Cu}_{1.45}\text{Ni}_{1.45}\text{Te}_2$ ternary compound, CrystEngComm, 22 (2020), 8100-8109.
- 2) Hiroo Shizuka, Katsuhiko Sakai, Hao Yang, Kazuki Sonoda, Tetsuo Nagare, Yuji Kurebayashi and Kunio Hayakawa, Difficult Cutting Property of NiTi Alloy and Its Mechanism, J. Manuf. Mater. Process, 44 (2020), 124-138.
- 3) Yang H, Sakai K, Shizuka H, Kurebayashi Y, Hayakawa K, Nagare T., Effect of cutting speed on shape recovery of work material in cutting process of super-elastic NiTi alloy, International Journal of Automation Technology, 151 (2021), 24-33.
- 4) 渡邊敦夫・早川邦夫・藤川真一郎・竹下達視・古谷美佳・フランジ部品外周側面部の斜め亀裂の予測に対する 異方損傷モデルの適用, 塑性と加工, 62-722 (2021), 31-36.

【 国際会議発表件数 】

- ・ 5th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2020, March 5, 2021, Shizuoka, Japan, 2件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本塑性加工学会 2020 年度第 1 回東海支部発表会, 日本塑性加工学会第 71 回塑性加工連合講演会, 日本鉄鋼協会第 180 回講演大会, 計 6 件

【 受賞・表彰 】

- ・ 日本塑性加工学会 論文賞, 異方損傷モデルによる冷間鍛造における延性破壊の予測手法の提案, (渡邊敦夫, 早川邦夫, 藤川真一郎, 志賀則幸, 塑性と加工 60-703 (2019), 221-227), 2020 年 6 月

環境負荷の小さな冷凍機および流体機械の研究

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://wvp.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 (7名)、M1 (5名)

学 部 生: B4 (7名)

【研究目標】

冷凍空調システムは生活や工業プロセスになく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) 表面張力測定による冷媒圧縮機内の油中冷媒溶解度センサの開発

冷媒圧縮機では、潤滑やシールのために冷凍機油が用いられるが、冷凍機油は一般的に冷媒と相溶性を持つため、冷媒の溶解が冷凍機油の特性に大きな影響を及ぼす。したがって、圧縮機における冷凍機油中の冷媒溶解度の検出は重要であり、また、圧縮機の信頼性を確保するために、圧縮機内の油面レベルの検出も望まれている。本研究では、冷媒の溶解により大きく変化する表面張力に注目し、径の異なる2本のキャピラリーを適用した最大泡圧法により、冷媒溶解度と油面レベルの同時計測が可能なセンサの開発を行い、また、PVE油/R32混合物について、冷媒溶解度と表面張力との関係を明らかにした。

(2) 冷媒圧縮機内におけるショート現象に関する基礎研究

地球温暖化を防止するため、GWPの小さなHFO冷媒の使用が検討されているが、これらの冷媒は安定性に乏しく、R1123は高温・高圧下で高い着火エネルギーを与えると、自己分解反応により急激な圧力上昇を引き起こす。冷媒圧縮機内において、自己分解反応を引き起こす要因はモータ巻き線のショートであり、本研究では、冷媒圧縮機内においてモータ巻き線のショートを意図的に発生させ、ショート発生時の通電エネルギー等を調査した。その結果、主巻き線両端のショートは不均化反応を引き起こすのに十分なエネルギーが発生することや、副巻き線のショートでは、低容量のオーバーロードプロテクタを起動時のバイパス回路とともに適用すれば、大きなエネルギーの発生を防げることなどがわかった。

(3) 磁性ナノオイルの冷媒圧縮機への適用に向けた基礎検討

冷媒圧縮機の効率向上には、圧縮機内摺動部の潤滑性向上に加え、冷媒漏れの低減が重要である。本研究では、冷凍機油に粒径がナノオーダーの強磁性微粒子を添加した磁性ナノオイルを、冷媒圧縮機の摺動部に磁性を持たせて局所的に留め、サイクルへの油流出を防ぐとともに、潤滑性向上・冷媒漏れ低減を同時に達成することを試みた。2種類のテストピースによるモデル試験を行い、漏れに対してはベースオイルと比較して低減効果があることを実証し、摩擦についても粘度を考慮した比較では低減効果があることを示した。

【 今後の展開 】

冷凍空調用圧縮機およびサイクルに関する研究を継続する。また、冷凍サイクルにおける測定装置の開発の他、冷凍装置へのナノ流体の適用を目的とした基礎研究を継続して行う。

【 学術論文・著書 】

- 1) Mitsuhiro Fukuta, Takeru Sotani, Masaaki Motozawa, Leakage and Friction Characteristics at Sliding Surface of Tip Seal in Scroll Compressors, Int. J. of Refrigeration, 125, 104-112, 2021.
 - 2) Mitsuhiro FUKUTA, Shota MORISHITA, Katsuya NISHIHATA, Masaaki MOTOZAWA, Naoya MAKIMOTO, Quality measurement of refrigerant two-phase flow in refrigeration cycles, Flow measurement and instrumentation, 77, 101880, 2021.
 - 3) Mitsuhiro FUKUTA, Junki SUMIYAMA, Masaaki MOTOZAWA, Weerachai CHAIWORAPUEK, Wettability of metal surface with oil/refrigerant mixture, Int. J. of Refrigeration, 119, pp.131-138, 2020.
- ほか 2 件

【 国際学会発表件数 】

- ・ W. Rakpakdee*, M. Motozawa, M. Fukuta, W. Chaiworapuek, Heat Transfer of Magnetic Fluid Flow through Ceramic Foam Porous Media under Magnetic Field, Proceedings of The 31st International Symposium on Transport Phenomena, Honolulu(Online), (2020-Oct-13-16)

【 国内学会発表件数 】

- ・ Kai IYODA, Katsuya NISHIHATA, Mitsuhiro FUKUTA, Masaaki MOTOZAWA, Atsuya SASAKI, Naoya MAKIMOTO, A Study on Quality Measurement in Refrigeration Cycle (Quality Measurement of Two-Phase Flow by Applying Multiple Narrow Tubes), 2020 年度日本冷凍空調学会年次大会, B212.
 - ・ イドエイジ, 福田充宏, 本澤政明, 冷媒圧縮機内の微小隙間における漏れ状態の検出, 2020 年度日本冷凍空調学会年次大会, A112.
- 他 4 件

【 招待講演件数 】

- 1) 企業での工学講座 2 件
- 2) 国家試験検定講習会 3 件

【 新聞報道等 】

- ・ 浜松いわた信用金庫産学連携大賞の報道 静岡新聞(2021. 3. 13) 中日新聞(2021. 3. 14)

【 受賞・表彰 】

- ・ 浜松いわた信用金庫 産学連携大賞(2021. 3. 11)

亜臨界・超臨界流体利用技術の開発

准教授 岡島 いづみ (OKAJIMA Idzumi)
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
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: 化学工学、超臨界流体工学
e-mail address: okajima.izumi@shizuoka.ac.jp



【 研究室組織 】

教 員: 岡島 いづみ
修士課程: M2 (3名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

水や二酸化炭素、アルコール等の環境低負荷溶媒を用いる環境調和型プロセスの開発を目的とし、これらの溶媒を亜臨界・超臨界状態または過熱蒸気状態として反応場とする、プラスチックのリサイクルやバイオマスの利活用等に関する研究に取り組んでいる。主なテーマは以下の通りである。

- (1) 熱可塑性プラスチックの加溶媒分解による原料生成
- (2) 海洋バイオマスからのエネルギー資源生成
- (3) プラスチック複合材料の加溶媒分解によるリサイクル
- (4) 含油バイオマスからの油分抽出

【 主な研究成果 】

(1) 熱可塑性プラスチックの加溶媒分解による原料生成

近年、使用済みプラスチックの投棄等による海洋ごみの問題が取り上げられている。海洋ごみの原因として問題視されている廃プラスチックの一つに漁網が挙げられるが、経年劣化や紫外線劣化による繊維の強度低下、海藻等の付着物の除去に手間がかかるなどの問題からリサイクルが難しいとされている。そこで、高温高压の液体水である亜臨界水を用いた漁網素材のナイロンの加水分解によるモノマー原料生成に取り組んでいる。本年度は、ナイロンが水溶性オリゴマーやモノマーまで分解し固体として残留しない条件を明らかにし、その中でもモノマー生成率を向上させるため、または反応時間の短縮を達成するための触媒の検討を行った。

また、廃プラスチックが外界に放出されても自然に分解が進むように、生分解性ポリマーの導入も検討されている。しかし生分解性ポリマーの中には生分解速度が非常に遅く、固体として残留する時間が非常に長いという問題を有するものもある。そこで、生分解性ポリマーを亜臨界水または加圧過熱水蒸気により処理し、可能性のあるリサイクル手法を検証した。その結果、原料モノマーとして高収率で生成する条件と、土壌中で生分解が進行しやすくなる分子量まで低下させることができる条件をそれぞれ明らかにし、ケミカルリサイクルによる生分解性ポリマーの複数の再利用方法を確立できる可能性を示した。

(2) 海洋バイオマスからのエネルギー資源生成

二酸化炭素排出量削減の観点から、石油由来のエネルギーからカーボンニュートラルな自然由来のエネルギーへの転換が期待されている。その中で、自然エネルギーとしてバイオマスを原料とする場合、油化やガス化といった化学反応が必要であり、特に海洋バイオマスは含水率が高いこと等から、亜臨界水や超臨界水等の水を反応場とした油分生成または燃料ガス生成を試みている。本年度は、海洋バイオマスの一つであるコンブのモデル物質としてアルギン酸カルシウム等を用いて、亜臨界水または過熱水蒸気を反応場とした際の反応機構の解明を行った。

その結果、アルギン酸カルシウムについては、アルギン酸部の分解・油分生成反応機構と、反応場におけるカルシウムの挙動を明らかにし、油分生成率を上昇させるためのプロセス検討に必要な情報を得ることができた。

【 今後の展開 】

数種類のプラスチックの加水分解反応の結果をもとに、更なる反応条件の検討によってより効率的な反応条件の確立を目指す。また今年度対象としたプラスチック以外のリサイクルが困難なプラスチック等について、亜臨界・超臨界流体を用いたモノマー原料化によるケミカルリサイクル技術の確立を目指す。また海洋バイオマスへのガス化による水素やメタン等の燃料ガス生成等、エネルギー資源化のための反応条件の最適化を目指す。また研究テーマ（４）含油バイオマスからの油分抽出について、超臨界二酸化炭素や二酸化炭素膨張液体を抽剤とした、米糠やヒマワリ種子等の含油率の高いバイオマスからの不純物の少ない油分抽出条件の確立や抽出速度解析及び抽出モデルの確立等を行う。

【 学術論文・著書 】

- 1) I. Okajima, T. Kanie, T. Sako, “Silicone Resin Coating of Micro-Sized Ferrite Particles Using Supercritical Carbon Dioxide”, *Polymers*, 12, 2012, 1-15 (2020)
- 2) T. Goto, M. Kishita, Y. Sun, T. Sako, I. Okajima, “Degradation of Polylactic acid Using Sub-Critical Water for Compost”, *Polymers*, 12, 2434, 1-14 (2020)
- 3) C. Y. Kong, K. Sugiura, S. Natsume, J. Sakabe, T. Funazukuri, K. Miyake, I. Okajima, S. Badhulika, T. Sako, “Measurements and correlation of diffusion coefficients of ibuprofen in both liquid and supercritical fluids”, *The Journal of Supercritical Fluids*, 159, 104776-1-104776-9 (2020)
- 4) I. Okajima, H. Okamoto, T. Sako, “Efficient aramid fiber monomerization using alkaline subcritical water”, *Polymer Degradation and Stability*, 187, 109547-1-9 (2021)

【 解説・特集等 】

- 1) 佐古猛、岡島いづみ、“亜臨界・超臨界流体を用いた廃プラスチックのリサイクル”（展望「特集 リサイクル ～つくる責任つかう責任～」）、*高分子*、69、11、567-569 (2020)

【 国内学会発表件数 】

- ・ 化学工学会第 51 回秋季大会、化学工学会第 86 年会など 6 件

【 招待講演件数 】

- 1) 2020 年度第 1 回乾燥分科会 (2020. 11. 27)

表面改質を用いた多機能金属材料の開発

准教授 菊池 将一 (KIKUCHI Shoichi)

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: 材料強度学、金属疲労、表面改質

e-mail address: kikuchi.shoichi@shizuoka.ac.jp

homepage: <https://scholar.google.co.jp/citations?user=JDyyTcYAAAAJ&hl=ja>



【 研究室組織 】

教 員 : 菊池 将一

修士課程 : M2 (2名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

各種機械構造物の疲労破壊防止を目的とし、複数の特性を高機能化させた「多機能金属材料」の創製に関する研究に取り組んでいる。粉末冶金や表面改質、大気圧プラズマなど、異なる分野の概念の導入による独自の処理プロセスの開発を研究の一方針とし、主に次の研究テーマに取り組んでいる。

- (1) ハイエントロピー合金の組織制御および疲労特性解明
- (2) 周期構造制御によるチタン粉末焼結体の多機能化
- (3) 大気圧プラズマを用いた NH₃ フリー窒化法の開発
- (4) 各種ピーニング技術による金属材料の疲労特性改善

【 主な研究成果 】

(1) ハイエントロピー合金の組織制御および疲労特性解明

近年、従来とは異なる発想で開発された高エントロピー合金 (High-entropy alloy: HEA) が注目されている。HEA とは、5 種類以上の元素をほぼ等しい割合で混ぜ合わせた合金であり、HEA の定義を満たす元素の組合せは多岐にわたる。その多様性から各元素の相互作用による特性発現は「カクテル効果」と呼ばれており、各元素が有する特性からは想像し得ない特異な性質を発揮する。そこで、動的な力学特性に優れる金属材料の開発を目標に、HEA の微視組織を 3 次元的に周期構造制御した新材料の創製に着手している。これまで異なる直径の HEA 粉末を焼結することにより、ネットワーク状の微細結晶粒組織が粗大結晶粒を取り囲む周期構造制御に成功している。

(2) 大気圧プラズマを用いた NH₃ フリー窒化法の開発

窒化処理は、鉄鋼材料の摩擦摩耗特性の改善に有効である。窒化処理には幾つかの方法があるが、いずれも NH₃ ガスや真空炉の使用が必須であるため、環境面や生産面において課題が残されている。そこで、窒素雰囲気にて大気圧プラズマを鋼表面に照射する表面改質プロセスを提案し、NH₃ フリー窒化法の確立を目的とした研究を行っている。窒素雰囲気制御下で大気圧プラズマをクロムモリブデン鋼に照射することにより、NH₃ ガスを用いることなく窒化層を形成させることに成功した。さらに、保護層 (不働態皮膜) を有するステンレスにも同様の効果が発現することを明らかにした。

【 今後の展開 】

これまでの異径粉末焼結に関する知見をベースに、類似組成の低エントロピー合金 (例えばステンレス鋼) も導入して「エントロピー (原子の乱雑さ)」の 3 次元周期構造制御にも取り組む。このような新規開発 HEA 材料に対して「その場連続損傷計測」を行うことにより、3 次元周期構造 HEA における特異な損傷発生・進行メカニズムを明らかにすることを目指す。

NH₃ フリー窒化については、①印加電圧、②照射ノズル径、③鋼-照射ノズル間距離が NH₃ フリー窒化挙動の支配因子であると考えられるため、最も窒素拡散現象が助長されるプロセス条件を探索する。また、現行の処理システムでは被処理面がダメージを受けるため、構造用金属材料への適用が難しい。そのため、放電方式を変更することにより、被処理鋼の平滑面を維持したまま硬質な窒化層を形成させることを目指す。この目標を達成できた場合には、疲労試験などの動的な力学特性に及ぼす NH₃ フリー窒化の影響について検討を加える。

【 学術論文・著書 】

- 1) B. Guennec, T. Ishiguri, M. O. Kawabata, S. Kikuchi, A. Ueno, K. Ameyama, “Investigation on the durability of Ti-6Al-4V alloy designed in harmonic structure via powder metallurgy: fatigue behavior and specimen size parameter issue”, *Metals* 10, 636-657 (2020).
- 2) S. Kikuchi, A. Ueno, H. Akebono, “Combined effects of low temperature nitriding and cold rolling on fatigue properties of commercially pure titanium”, *Int. J. Fatigue* 139, 105772 (2020).
- 3) S. Takesue, S. Kikuchi, Y. Misaka, T. Morita, J. Komotori, “Rapid nitriding mechanism of titanium alloy by gas blow induction heating”, *Surf. Coat. Technol.* 399, 126160 (2020).
- 4) H. Hirai, H. Kurita, S. Gourdet, K. Fujita, K. Nakazawa, S. Kikuchi, “Effect of TiB orientation on four-point bending fatigue properties of TiB-reinforced Ti-3Al-2.5V alloy treated with heat extrusion”, *Eng. Fract. Mech.* 238, 107284 (2020).
- 5) S. Kikuchi, S. Suzuki, Hiroyuki Akebono, “Microstructural characterization and wear behavior of sintered compacts fabricated from plasma-nitrided commercially pure titanium powder”, *Mater. Trans.* 61, 2284-2291 (2020).
- 6) Y. Nakai, S. Kikuchi, K. Osaki, M. O. Kawabata, K. Ameyama, “Effects of rolling reduction and direction on fatigue crack propagation in commercially pure titanium with harmonic structure”, *Int. J. Fatigue* 143, 106018 (2021).
- 7) T. Yoshimura, M. Iwamoto, T. Ogi, F. Kato, M. Ijiri, S. Kikuchi, “Peening natural aging of aluminum alloy by ultra-high-temperature and high-pressure cavitation”, *Appl. Sci.* 11, 2894 (2021).

他 5 編

【 解説・特集等 】

- 1) 菊池将一, 中井善一, “調和組織を有するチタン系材料の下限界近傍における疲労き裂伝ば特性”, *チタン*, 68, 142-146 (2020).

他 1 編

【 国際会議発表件数 】

- 1) TMS2021, March 17, 2021, Virtual Presentation

他 1 件

【 国内学会発表件数 】

・日本材料学会第 69 期学術講演会など 18 件

【 招待講演件数 】

- 1) TMS2021 (2021. 3. 17)
- 2) 2020 年度第 3 回化学工学会科学装置材料部会表面改質分科会 (2021. 1. 26)
- 3) 広島大学デジタルものづくり教育研究センター材料 MBR プロジェクト講演会 (2020. 12. 10)

【 受賞・表彰 】

- 1) 菊池将一、令和 2 年度日本材料学会生体・医療材料部門委員会 研究奨励賞賞 (2021. 3. 15)
「粉末冶金を利用した金属系生体材料の高機能化に関する研究」

他 5 件.

分散性混相流の微細構造解明と産業応用

准教授 真田 俊之 (SANADA Toshiyuki)
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：工学部 機械工学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)
専門分野： 流体工学、混相流
e-mail address: sanada.toshiyuki@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://ars.eng.shizuoka.ac.jp/~ttsanad/index.html>
<https://wpp.shizuoka.ac.jp/multiphase/>



【 研究室組織 】

教 員：真田 俊之、水嶋 祐基 (学術院工学領域)
博士課程：楠野 宏明 (創造科技院 D3)、古市 肇 (創造科技院 D1)、
笠井 雄真 (創造科技院 D1)
修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

気泡や液滴の詳細挙動といった混相流の微細構造を解明し、産業への応用を目標としている。応用分野として、化学プラントや蒸気発電プラントが挙げられる。また基礎研究を行うだけでなく、これらの研究で培った知見を活かして、様々な実用的な流体工学問題に取り組む。さらに流体の物理的作用を積極的に使用し洗浄液無しの技術の確立に向けた基礎研究と実際の洗浄工程への応用に挑戦する。主に次の研究テーマに取り組んでいる。

- (1) 複数気泡挙動、気泡境界層のモデリング
- (2) 高速液滴衝突挙動の解明
- (3) PVA ブラシ洗浄機構の解明
- (4) 微細構造への効率的な液体侵入法の開発
- (5) 極限状態での液膜厚さや圧力測定法の開発

【 主な研究成果 】

(1) 鉛直線上を上昇する2気泡間に働く揚力の解明

鉛直線上を上昇する2気泡の挙動について、数値解析によって、気泡に働く揚力を解明した。気泡表面での渦度生成によって形成される境界層を、並列計算を駆使することで数値的に再現し、その境界層が移流され形成した後流域での後方気泡の変形、移動、圧力場、渦度場について検討を行なった。解析より、後流の圧力の影響によって後方気泡は接近するが、その後に条件によって複数の挙動を示すことなどが明らかとなった。それぞれの挙動について、その詳細メカニズムを明らかにした。その結果、従来の実験で確認されていた挙動の物理を説明可能にただだけでなく、さらに変形した場合には逆方向の揚力が働く可能性があることや、球形のモデルでは説明できない高い揚力の値を説明することに成功した。

(2) 高速液滴発生手法の開発と光ファイバプローブによる衝突圧計測

自由落下では不可能な 10 m/s を超える液滴の衝突速度を実現するために、気流による液滴加速装置を作成した。液滴の分裂を防ぐために、発生装置を自由落下部と加速部とに分け、事前に数値解析によって最適形状を予測して液滴を加速させた。その結果、分裂せずに 16 m/s で飛翔する液滴の生成に成功した。また光ファイバを用いて、その屈折率の変化から水撃圧の測定に挑戦した。光ファイバ先端からの戻り光量が、先端に接する液体の屈折率によって

変化することを利用している。本年度は光学系の改良により、液体が圧縮された程度の屈折率の変化を捉えることに成功した。

(3) 相対運動を行う PVA ブラシの変形解析および表面近傍存在割合の計測

鉛直軸中心に回転するウェア上で水平軸上を回転するブラシを模擬し、その接触面解析とブラシのジュールの変形観察、さらにブラシ変形に伴う水の移動について調査した。接触形状からブラシの変形を予測し、3つに分類し、それぞれの特徴を明らかにした。また、ノジュールのエッジ加工によって、巻き込みが防がれ、よりスムーズな接触を行うことも示された。次に、より定量的な表面近傍の存在割合を評価した。その結果、壁面近傍存在割合は、可視化距離が減少するにつれて、同様に減少すること、またブラシは移動開始時に大幅に存在割合が減少することが示された。さらに、表面濡れ性の違いによっても表面近傍存在割合が変化し、濡れ性の悪い表面でより表面近傍にブラシが存在していることが示された。さらにロールブラシ回転時のノジュールの変形について調査し、ブラシは変形開始から最大押し込み時までにはゆっくりと変形し、その後急速に元の形へと復元することが示された。またブラシの変形からの回復時には、周囲液体がブラシ壁面に向かっても流れが生じていることを確認した。

【 今後の展開 】

今年度作成した高速液滴衝突装置により、光ファイバーを用いた衝突時に発生する圧力について直接測定する方法開発に従事する。さらに PVA ブラシの相対運動装置を使用して、ブラシの変形とその際のブラシからの水の給排水について、実験および数値解析の両方から調査を行う。

【 学術論文・著書 】

- 1) 楠野宏明, 真田俊之, 直線上昇する気泡の境界層内速度分布, 日本機械学会論文集, Vol. 86 No. 884, p. 19-00453 (2020).
- 2) K. Yamaguchi, T. Sanada, Y. Mizushima, Accurate thin-film measurement method based on a distribution of emitted laser intensity from optical fiber: Proposal of step light emitted model for ray-tracing simulation, Mechanical Engineering Letters, Vol.6, 00419 (2020).
- 3) T. Miyaki, Y. Mizushima, S. Hamada, R. Koshino, A. Fukunaga, T. Sanada, Nodule Deformation of PVA Roller Brushes on a Rotating Plate: Optimum Cleaning for Nanosized Particles due to Liquid Absorption and Desorption of Sponge Deformation, Solid State Phenomena, Vol.314, 253-258 (2021).
- 4) H. Kusuno, T. Sanada, Wake-induced lateral migration of approaching bubbles, International Journal of Multiphase Flow, Vol. 139, 103639 (2021).

【 国際会議発表件数 】

- 1) The 73rd Annual Meeting of the APS Division of Fluid Dynamics, November 22-24, 2020, virtual
他 2 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 13 件

先進材料の開発とその強度と破壊

准教授 藤井 朋之 (FUJII Tomoyuki)
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: 材料強度学
e-mail address: fujii.tomoyuki@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://mechmat.eng.shizuoka.ac.jp/>



【 研究室組織 】

教 員: 藤井 朋之、東郷 敬一郎 (副学長・理事)、島村 佳伸 (工学部教授)

修士課程: M2 (2名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

安全・安心の社会への貢献を目指して、材料の強度と破壊の研究に取り組んでいる。汎用金属における破壊や腐食挙動の解明、粉末冶金法による先進材料・複合材料の開発等、主に次の研究テーマに取り組んでいる。

- (1) ステンレス鋼における粒界腐食・粒界型応力腐食割れ挙動の解明と寿命評価
- (2) アルミニウム合金における応力腐食割れ挙動の解明
- (3) 多孔質金属の開発と強度評価

【 主な研究成果 】

(1) ステンレス鋼における粒界エネルギーに基づく粒界腐食の評価

オーステナイト系ステンレス鋼は耐食性の高い材料として利用されているが、溶接等による鋭敏化により粒界近傍の耐食性が低下する。本研究では、鋭敏化度によらずステンレス鋼の粒界腐食特性が粒界エネルギーにより特徴づけることができることを明らかにした。

(2) 多孔質チタン・傾斜機能多孔質チタンの開発

インプラント材には天然骨程度の低剛性と高強度の両立が求められる。本研究では、低剛性の実現のためオープンセル型多孔質構造に着目し、生体適合性金属であるチタンに適用した。焼結スパーサー法によりヤング率が天然骨程度の多孔質チタンの作製することに成功した。しかしながら天然骨程度の強度しか得られなかったことから、さらなる高強度化のために傾斜機能多孔質チタンを作製した。気孔率の傾斜によって、天然骨程度の低剛性と高強度を両立させる可能性があることを示した。

【 今後の展開 】

オーステナイト系ステンレス鋼における粒界腐食・粒界型応力腐食割れのメカニズムの解明に関する研究を今後も進め、最終的には破壊メカニズムに立脚した寿命評価手法の開発を目指す。また、複数の機能を有する新材料の開発を行う。先進材料の開発、その強度と破壊・腐食の研究を通じて社会貢献を行う。

【 学術論文・著書 】

- 1)Tomoyuki Fujii, Masaki Suzuki, Keiichiro Tohgo, and Yoshinobu Shimamura, Spark plasma sintering of PSZ-Ti composites using ceramic-coated Ti powder to suppress sintering reaction, *Metallurgical and Materials Transactions A*, 52 (2021), 1443-1452.
- 2)Tomoyuki Fujii, Tatsuro Sawada, Keiichiro Tohgo, and Yoshinobu Shimamura, Mechanical criterion for stress corrosion crack nucleation in a grain boundary of type 304 austenitic stainless steel, *Forces in Mechanics*, 3 (2021), 100013.
- 3)Tomoyuki Fujii, Ryohei Yamakawa, Keiichiro Tohgo, and Yoshinobu Shimamura, Analysis of the early stage of stress corrosion cracking in austenitic stainless steel by EBSD and XRD, *Materials Characterization*, 172 (2021), 110882.
- 4)Tomoyuki Fujii, Masaki Suzuki, Ryuki Matsubara, Keiichiro Tohgo, and Yoshinobu Shimamura, Fabrication of high-strength Zr-based composites by spark plasma sintering, *Journal of Materials Engineering and Performance*, 29 (2020), 7883-7890.
- 5)藤井朋之, 東郷敬一郎, 後藤健太, 島村佳伸, 放電プラズマ焼結法により作製した異材接合体の界面特性評価, *材料*, 69 (2020), 855-862.
- 6)島村佳伸, 山口雄大, 東郷敬一郎, 藤井朋之, 井上翼, カーボンナノチューブ無燃系の引張特性の解析モデルの提案とカーボンナノチューブの引張特性の推定, *材料*, 69 (2020), 848-854.
- 7)Devendran Thirunavukarasu, Yuta Saito, Yoshinobu Shimamura, Keiichiro Tohgo and Tomoyuki Fujii, Investigation of physical and mechanical properties of nano-pulverized cellulose nanofiber preform sheets for CNF thermoset nanocomposites application, *Wood Science and Technology*, 54 (2020), 1349-1362.
- 8)Tomoyuki Fujii, Keiichiro Tohgo, Masafumi Fujioka, Muhamad Safwan Bin Muhamad Azumi, Kodai Kikushima, and Yoshinobu Shimamura, Proposal of an alternating bending technique for evaluating low-to-high cycle fatigue of structural steels, *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures*, 43 (2020), 1917-1927.
- 9)Devendran Thirunavukarasu, Yoshinobu Shimamura, Keiichiro Tohgo, Tomoyuki Fujii, Mechanical characterization on Solvent treated Cellulose Nanofiber Preforms using Solution Dipping - Hot Press Technique, *Nanomaterials*, 10 (2020), 841.
- 10)雨森聡, 宇佐美壽英, 藤井朋之, 課題探究の取り組みを多面的に評価する方法—評価の枠組みと方法の検討, *大学入試研究ジャーナル*, 30 (2020), 248-253.

【 国際会議発表件数 】

- 1) The 16th Asia-Pacific Conference on Fracture and Strength (APCFS2020), November 3-7, 2020, Jeju, Korea

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本材料学会 第 69 期学術講演会、日本機械学会 2020 年度年次大会の 2 件

レーザーを用いた宇宙工学への応用

准教授 松井 信 (MATSUI Makoto)

環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：工学部 機械工学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)

専門分野： 高温気体力学、プラズマ応用、宇宙推進工学

e-mail address: matsui.makoto@shizuoka.ac.jp

homepage: <https://ars.eng.shizuoka.ac.jp/~matsui/index.html>



【 研究室組織 】

教 員：松井 信

修士課程：M2 (1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) レーザーアブレーションによるアルミナ還元法の開発

【 主な研究成果 】

(1) 高出力半導体レーザーを用いたアルゴンレーザー維持プラズマの生成

本年度はアルゴンを用いたレーザー維持プラズマの生成に成功した。電離電圧の違いからクリプトンに比べ生成に必要なレーザー出力が高くなると予測されたが結果はより低い出力で生成できることがわかった。これは逆制動放射だけでなくアルゴンの原子線吸収が寄与しているためだと考えられ、線吸収の定量的な評価を発光スペクトルを用いて行った。

(2) 衝撃波管/膨張波管気流診断

光路長を可変にすることで広範囲に渡り電子密度計測を可能とする高時間分解能ヘテロダイン型干渉計を構築し、JAXA 調布航空宇宙センターの衝撃波管気流へ適用した。その結果、衝撃波前方のプリカーサー領域から衝撃波まで連続的に電子密度分布を取得することに成功した。

レーザー吸収分光法の感度を向上させるためにマルチパスセルを開発した。まず数値計算によりレーザー入射角、セルのアライメントをパラメトリックに変えることで3桁以上の感度向上が可能な組み合わせを発見した。実験的に実現可能かを検証したところ実際に3桁の感度向上を確認した。これより、膨張波管気流診断へ適用するためにマルチパスセルを収納可能な新たなチャンバを作成した。

(3) レーザーアブレーションによるアルミナ還元法の開発

1kW 半導体レーザーを用いてアブレーションさせることでアルミナ粉体の還元を行った。粉体は粉体のままと圧縮によって粒子密度を2倍まで定量的に上げていくことで実験を行った。その結果、粒子密度が高くなるほどアブレーションの温度が向上し、最大で5200Kに達した。この温度は還元に必要な温度を十分超えており、また発光スペクトルからアルミニウムの原子線が確認できたことからアルミナが還元されていることがわかった。

【 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)Hara, R., Uesugi, K., and Matsui, M., “Alumina Reduction; Energy Conversion Efficiency; Lunar Regolith; In-Situ Resource Utilization,” Vacuum, Vol. 184, 2021, 109954.
- 2)Ono, T., Kamei, T., and Matsui, M., “Hydrogen–Xenon Diode Laser Sustained Plasma as a Heat Source for Electro-thermal Thruster,” Frontier of Applied Plasma Technology, Vol.13, No.2, 2020, pp.65-70.
- 3)Kamei, T., Matsui, M., Mori, K., “Feasibility study of a laser launch system for picosatellites and nanosatellites in low-earth orbits,” Acta Astronautica, Vol.176, 2020, pp.124-130.
- 4)Matsui, M., Ono, Y., and Kamei, T., “Argon–Xenon Laser-Sustained Plasma using 1-kW Diode Laser,” IEEE Transactions on Plasma Science, Vol.48, Issue 7, 2020, pp.2684-2686.
- 5)Kamei, T., Matsui, M., and Ono, T., “Methane and Methane–Xenon Laser Sustained Plasma using High Power Diode Laser for Space Propulsion,” Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan, Vol. 18, No. 5, 2020, pp.271-275.

【 国際会議発表件数 】

- ・ Uesugi, K., Oishi, R., Matsui, M., “Temperature Dependence of Al₂O₃ Ablation Plume on Laser Intensity and Ambient Pressure Using Laser Diode toward Lunar Regolith Utilization,” 13th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials, Virtual, Mar. 7-11, 2021.

他 10 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 7 件

【 受賞・表彰 】

- ・ 上杉和音, 大石僚平, 松井信, “半導体レーザーを用いたレーザーアブレーションによるアルミナ粉末プルーム温度の粒子密度依存性,” 2020 年度レーザー学会学術講演会第 41 回年次大会, オンライン, 2021 年 1 月 18 日~20 日, 優秀ポスター発表賞.

流体機能の応用に向けた研究

准教授 本澤 政明 (MOTOZAWA Masaaki)
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、非ニュートン流体、流体機能
e-mail address: motozawa.masaaki@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/fluidmech-lab/>



【 研究室組織 】

教 員 : 本澤 政明

博士課程 : RAKPAKDEE Wannarat (特別研究学生、21年1月まで)

修士課程 : M2 (1名)、M1 (2名)

【 研究内容 】

一言に流体 (本研究室では「液体」を対象としている) と言っても、その種類は多種多様である。なかには、その流体 (液体) の性質によって、ある流れの条件の下で特有の機能を発現する流体が存在する。例えば、粘弾性流体は乱流下の流れにおいて、流れの抵抗を下げる機能を有する。一方、特有の機能を有する粒径がナノオーダーのナノ粒子を液体へ分散させることで、流体に様々な機能を持たせることも可能で、このような流体は「機能性流体」と呼ばれる。とりわけ、磁場に応答する「磁気機能性流体 (磁性流体)」はテレビなどでもよく取り上げられ有名である。本研究室では、このような流体が有する機能の産業技術等への応用を目的として、基礎研究・応用研究に取り組んでいる。加えて、福田教授の研究室と共に冷凍空調関係の研究も行っている。主な研究テーマは次の通りである。

- (1) 磁性流体の熱流動特性
 - ・ UVP (超音波流速分布計) による流動計測
 - ・ 多孔質体内の熱流動特性
- (2) 磁性流体の異方性物性計測 (熱伝導率・表面張力・レオロジー特性)
- (3) 特殊な性質を有する磁気機能性流体の開発
- (4) 粘弾性流体へのナノ粒子添加による抵抗低減流れにおける伝熱改善
- (5) ナノ粒子を添加した冷凍機油の冷媒圧縮機への適用による高効率化

【 主な研究成果 】

(1) 磁性流体表面張力の磁場印加による異方性と物性変化におけるクラスター寄与分の抽出

磁性流体は粒径が 10 nm 程度の強磁性微粒子を界面活性剤を介して安定分散させた流体で、磁場印加により様々な物性が変化することが知られている。磁場印加下の磁性流体では、内部の強磁性微粒子が凝集し、磁場方向に配列する鎖状クラスターが形成され、物性変化の一因となっている。本研究では、最大泡圧法により磁性流体の表面張力を計測し、磁場印加による表面張力変化への影響を調べ、表面張力変化に対する上記クラスター寄与分の切り分けを試みた。水ベース磁性流体では磁場印加により表面張力が増加し、その変化のうち、クラスターが寄与していると考えられる変化分を切り分けすることが出来た。

(2) 磁性流体の熱流動特性 (乱流下における熱流動と UVP による速度分布計測)

磁性流体の流れにおいて、磁場領域内における熱流動特性の主流方向の変化を調べた。乱流の流れにおいて、磁場領域内では熱伝達が主流方向に抑制された。これは、磁性流体への磁場印加により、乱流拡散が抑制されたためであることが示唆され、UVP の計測からレイノルズ応

力の抑制が起こっていることを示した。また、磁場印加領域内での乱流拡散の抑制がイジェクションの消失から始まる可能性を示した。

【 学術論文・著書 】

- 1) M. Motozawa*, S. Ishii, M. Fukuta, Experimental study on contribution of clustering structure to surface tension change of magnetic fluid under magnetic field, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 499 (2020), 166285, 9 pages.
- 2) 福田充宏, 曾谷健, 本澤政明, スクロール圧縮機のチップシールにおける漏れと摩擦の同時測定, 日本冷凍空調学会論文集, Vol.37, No.2, (2020), pp. 155-164.
- 3) Mitsuhiro FUKUTA, Junki SUMIYAMA, Masaaki MOTOZAWA, Weerachai CHAIWORAPUEK, Wettability of metal surface with oil/refrigerant mixture, International Journal of Refrigeration, Vol. 119 (2020), pp. 131-138.
- 4) Mitsuhiro FUKUTA, Shota MORISHITA, Katsuya NISHIHATA, Masaaki MOTOZAWA, Naoya MAKIMOTO, Quality measurement of refrigerant two-phase flow in refrigeration cycles, Flow Measurement and Instrumentation, Vol. 77 (2021), 101880, 9pages.

【 国際会議発表件数 】

- 1) W. Rakpakdee*, M. Motozawa, M. Fukuta, W. Chaiworapuek, The 31st International Symposium on Transport Phenomena, October 13-16, 2020, Honolulu (Online).

【 国内学会発表件数 】

- ・ イドエイジ*, 福田充宏, 本澤政明, 2020 年度日本冷凍空調学会年次大会, 2020 年 9 月, 三重 (オンライン) .
- ・ 伊豫田魁*, 西畑克哉, 福田充宏, 本澤政明, 佐々木敦哉, 牧本直也, 2020 年度日本冷凍空調学会年次大会, 2020 年 9 月, 三重 (オンライン) .
- ・ Wannarat RAKPAKDEE*, 本澤政明, 福田充宏, Weerachai CHAIWORAPUEK, 日本機械学会第 98 期流体力学部門講演会, 2020 年 11 月, オンライン.
- ・ 松浦隆誠*, 本澤政明, 福田充宏, 2020 年度磁性流体連合講演会, 2020 年 12 月, オンライン.
- ・ 大川雅史*, 本澤政明, 福田充宏, 2020 年度磁性流体連合講演会, 2020 年 12 月, オンライン.
- ・ Wannarat RAKPAKDEE*, 本澤政明, 福田充宏, Weerachai CHAIWORAPUEK, 2020 年度磁性流体連合講演会, 2020 年 12 月, オンライン.

(6) 統合バイオサイエンス部門

部門長 徳元 俊伸

1. 部門の目標・活動方針

統合バイオサイエンス部門は31名の教員から構成され、バイオサイエンス研究分野の独創的な研究を活発に行った(本年度の成果については各教員の活動報告の項を参照)。本部門では、生物と環境の相互の動態、生物多様性のシステムとその適応の統一性を探索し、生命系の成り立ち、その仕組みを理解するため、分子化学と細胞レベル、個体や個体間にまで多彩な生命原理を明らかにし、高次生命活動の多様性に迫る研究を行っている。具体的な標的としては、生体分子集団の構造や機能の空間的、時間的な発現のメカニズムや分子間相互作用、及びシグナル伝達や細胞間相互作用などの高次システムを分子レベルで研究し、生命を司る分子集団の構築原理やそれを担う分子素子の動作原理を解明しようとしている。特に、バイオサイエンスに関連する新しい原理の発見は、本学の重点研究分野の一つであるナノバイオ科学の形成につながり、更に極限画像研究分野と連携を強めている。このような分野横断型の研究は、今後静岡県を中心とした地域の豊かな生物資源と電子・光産業の融合による新規健康、創薬、安全、高機能性食品等の応用開発型研究プロジェクトの形成・実施を促進し、地域生物産業発展の中核となり、独創的な研究成果を世界に発信できる国際的なバイオ拠点を目指している。

2. 教員名と主なテーマ

- ・ 原 正 和 : 植物における環境ストレスタンパク質
- ・ 徳元俊伸 : 卵成熟・受精の分子機構
- ・ 丑丸敬史 : 老化に関連した細胞内浄化機構の解明
- ・ 河岸洋和 : キノコの化学・科学
- ・ 木村洋子 : タンパク質の品質管理とストレス応答
- ・ 塩尻信義 : 肝臓の発生・分化・再生における細胞社会学
- ・ 鈴木雅一 : 脊椎動物の環境適応機構と内分泌現象
- ・ 瀧川雄一 : 植物病原細菌の分類同定および進化
- ・ 竹之内裕文 : 哲学の可能性を追究する——生、死、環境、農、食をめぐる
- ・ 轟 泰 司 : 植物の機能を制御する小分子の創出
- ・ 富田因則 : NGS解析に基づく気候危機対応型超多収・大粒・早晩生植物の開発
- ・ 朴 龍 洙 : 有用遺伝子の発現による生物機能の革新的利用
- ・ 平井浩文 : 白色腐朽菌を用いた木質バイオリファイナリー及びバイオレメディエーション
- ・ 本橋令子 : プラスチド分化のメカニズムの解明
- ・ 森田達也 : ルミナコイド(難消化性糖類)の栄養生理機能の解析
- ・ 山崎昌一 : 生体膜の生物物理学
- ・ 山本 歩 : ゲノム動態制御機構の解明
- ・ 栗井光一郎 : 光合成生物の脂質分子生理学
- ・ 大西利幸 : 植物化学・植物生化学
- ・ 大吉崇文 : 核酸化学・核酸局所構造の機能解明
- ・ 加藤竜也 : 効率的組換えタンパク質生産を可能にするカイコバイオテクノロジー

- ・ 木 寄 暁 子 : 植物の環境応答の分子メカニズム
- ・ 小 谷 真 也 : 微生物の産生する生理活性物質
- ・ 茶 山 和 敏 : 食品成分によるメタボリックシンドローム発症抑制作用に関する研究、母乳中免疫関連物質の機能性研究
- ・ 崔 宰 熏 : 糖質関連酵素の機能解明と生理活性糖鎖分子の構築
- ・ 平 田 久 笑 : 植物病原微生物の感染における分子機構
- ・ 村 田 健 臣 : 生理活性糖鎖分子の構造と機能に関する研究
- ・ 雪 田 聡 : 骨の形成と維持機構の解明を目指した研究
- ・ 岡 田 令 子 : 環境と生体の分子調節機構
- ・ 田 代 陽 介 : 微生物を用いたナノバイオテクノロジー
- ・ 成 川 礼 : 光合成微生物の光応答戦略解明とその応用利用

今年度、新谷 政己先生が環境サイエンス部門に異動となった。一方で理学領域から大吉 崇文先生が新たに加わった。半年毎のアナウンスがあり、この数年で統合バイオサイエンス部門への参加教員も増えており、特に若手教員の参加は喜ばしい限りである。しかし、本名簿にある塩尻 信義先生が定年退職となり、成川 礼先生が割愛により東京都立大学に転出され、1名の増加で3名減となり構成メンバーの数は減っているという状況である。今後も退職教員が出てくることから、さらなる参加者の募集が必要である。

3. 超領域国際シンポジウム

超領域分野における国際的若手人材育成プログラムの一環として、静岡大学の研究と博士課程学生の教育を牽引している電子工学研究所、グリーン科学技術研究所および創造科学技術大学院の3部署が共同して開催する第7回国際シンポジウム 2021 International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University -Joint International Workshops on Advanced Nanovision Science / Advanced Green Science / Promotion of Global Young Researchers in Shizuoka University- が、令和3年3月5日に静岡大学浜松キャンパスで開催されるべく企画された。バイオサイエンス専攻からはこれまで多くの学生を静岡大学に進学させていただいているバングラデシュのラジャヒー大学から Nurul Islum 教授を国外招待講演者として、国内からは国立遺伝学研究所から相賀裕美子先生を招待した。Nurul Islum 教授からは主に植物由来の天然成分から殺虫剤や害虫忌避物質を単離する長年の試みについて紹介された。バイオサイエンス専攻には多くの在学生もおり Islum 教授の公演を興味深く聴講した。今後の連携強化に向けて新たなステップとなったと考えられる。相賀裕美子先生は哺乳類の生殖細胞研究の世界的権威であり、県内研究機関との連携強化に向けた招待であった。相賀先生には分野外の学生にも理解しやすい内容の講演を準備していただき概ね多くの学生が理解できたことが学生から質問が出たことから理解できた。今後も海外の大学との連携強化、学生達の視野を広めるような講演をいただける講師を選定し、国際シンポジウムに参画して行きたい。

植物における環境ストレスタンパク質

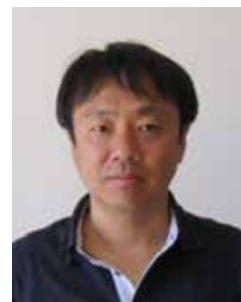
教授 原 正和 (HARA Masakazu)

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: <https://www.agr.shizuoka.ac.jp/abc/envplant/index.html>



【 研究室組織 】

教 員：原 正和

修士課程：M2 (2名)

【 研究目標 】

本グループにおける最終的な目標は、植物特有の機能を物質レベルで理解し、その機能を有効利用するための学術情報を蓄積し、社会に発信することにあります。具体的には、次の2つの課題を設定し、研究に取り組んでいます。

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

【 主な研究成果 】

(1) 植物の低温ストレスタンパク質の機能研究

植物は、過酷な環境に耐えるため、late embryogenesis abundant (LEA) と呼ばれる一連のタンパク質を合成します。LEA タンパク質は、最近では、植物のみならず、極限環境で生存するセンチュウやクマムシなどにも見いだされ、生物のストレス耐性の根幹を担う重要なタンパク質と目されています。しかし、LEA タンパク質の機能は推測の域を出ておらず、科学的データの蓄積が必要です。私たちは、LEA タンパク質の中でも、デハイドリンに注目し、その機能研究を進めてきました。デハイドリンは、植物に普遍的に存在し、植物のストレスマーカーとして利用される上、種子の保存性に影響を与えているからです。

私たちは、遺伝子組換えによってデハイドリンを多く含むようになった植物が、高い低温耐性を獲得したことをきっかけに、デハイドリンと凍結ストレス耐性との関係を研究してきました。凍結ストレスのモデル系として、低温感受性酵素を用い、デハイドリンがどのように酵素の凍結失活を保護するのかを解明しようとしています。一般的にタンパク質は、高度に組み上げられた構造をとっているといわれます。一方、デハイドリンは天然変性タンパク質であり、構造が不定でひらひらとしています。これまで、このひらひらとした構造が、凍結感受性酵素の間を漂い、分子衝突による凝集を防いでいるのではないかと予想されていました。しかし、私たちは、デハイドリンの活性セグメントを丹念に探し出した結果、親水性アミノ酸のみからなるひらひらした構造だけでは酵素の凍結失活を防ぐことが出来ないことを示しました。そして、デハイドリンの全体構造はひらひらとしつつも、活性ドメインでは、疎水性アミノ酸が溶液に対して疎水面を形成し、この部分が凍結感受性酵素の変性凝集を防いでいる可能性を指摘しました。

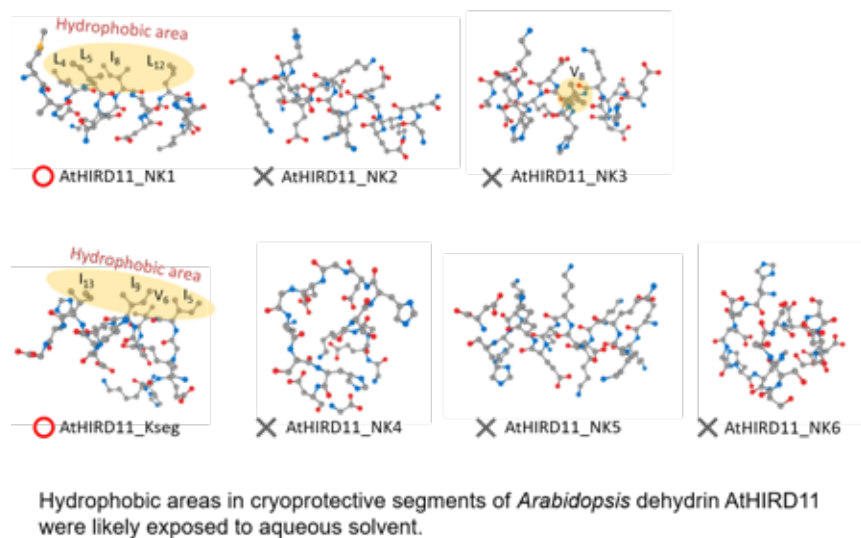
近年、医薬品に占めるタンパク質製剤の割合が増えていますが、タンパク質製剤には不安定なものが多く、凍結保存中に失活してしまうものも少なくありません。私たちが研究している凍結保護ペプチドは、ごく低濃度でタンパク質を保護することができます。その点で、グリセリンなどの一般的な保護剤とは異なるメカニズムが想定されます。デハイドリンの凍結保護機構を解明し、高性能なタンパク質保護剤の開発につなげたいです。

(2) 植物の耐熱性を高める資材の研究開発

当研究室では、温暖化に起因する農業問題を克服する技術として、植物熱耐性向上剤 (Heat tolerance enhancers, HTLEs) の開発を行っています。すでに、研究成果の一部は実用化され、2014年から地域の企業によって商品化されています (サーモザイム®及びサーモテック®)。こ

の物質は、ケシ科の植物が生産するアルカロイドで、サンギナリンといいます。サンギナリンを植物に投与することにより、様々なクラスの熱ショックタンパク質 (small HSP、HSP70、HSP90) が生成します。熱ショックタンパク質は、細胞のストレスを緩和するタンパク質であり、植物で熱ショックタンパク質が発現すると、熱耐性が高まることが知られています。サンギナリンをシロイヌナズナに与えると、1時間以内にこれらのタンパク質が生成しはじめ、2日経っても蓄積された状態を維持しました。このように、本アルカロイドは、植物体内で熱ショックタンパク質の含量を持続的に高め、ストレス下での細胞の保護に役立っているものと考えられます。興味深いことに、サンギナリンの構造がごくわずかに変化した別のアルカロイドでは、この作用が大きく低下します。どうも、アルカロイドであればどれもよいというわけではないようです。サンギナリンは、コムギのシャペロン活性（変性しつつある蛋白質を修復する活性）を効果的に阻害します。この阻害反応は、シロイヌナズナの熱ショック応答誘導活性を示すポジティブコントロールのゲルダナマイシンでも起こりましたが、熱ショック応答を誘導しないアルカロイドでは起きませんでした。また、サンギナリンをヒトの HSP70 シャペロンシステムに作用させたところ、効果的に阻害することが判明しました。このことから着想し、近年開発

が盛んな HSP70 阻害剤をシロイヌナズナに与えると熱ショックタンパク質が増えたことから、サンギナリンは、植物体内で HSP70 を阻害することにより、熱ショックタンパク質を増やしている可能性が示唆されました。いずれにせよ、植物体内では、シャペロンが熱ショック応答のセンサーになっている可能性があり、それを効果的に刺激することで、熱ショック蛋白質の発現を促し、最終的に熱耐性を高めることができます。最近、この仕組みをより効果的に発揮できる HTLEs を薬草成分から見出しました。今後、開発を進めてゆきたいです。



【 今後の展開 】

植物におけるストレスや成長に関するタンパク質、植物耐熱性向上剤の研究を進展させ、新しいバイオ素材の創出につなげたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) Tomoka Yokoyama, Tomohiro Ohkubo, Keita Kamiya, Masakazu Hara (2020) Cryoprotective activity of *Arabidopsis* KS-type dehydrin depends on the hydrophobic amino acids of two active segments. Archives of Biochemistry and Biophysics 691: 108510.
- 2) Masakazu Hara (2020) Potential use of essential oils to enhance heat tolerance in plants. Zeitschrift für Naturforschung C 75: 225-231.
- 3) Tomohiro Ohkubo, Ayuko Kameyama, Keita Kamiya, Mitsuru Kondo, Masakazu Hara (2020) F-segments of *Arabidopsis* dehydrins show cryoprotective activities for lactate dehydrogenase depending on the hydrophobic residues. Phytochemistry 173: 112300.
- 4) 原 正和(2021)「タンパク質に着目した植物の温度ストレス緩和技術」(一社)農山漁村文化協会 農業技術大系 土壌施肥編 追録第 32 号 第 2 巻 作物の栄養 V 72 の 1 の 49 の 2-6

【 国内学会発表件数 】

・日本農芸化学会など 計 4 件

卵成熟・受精の分子機構

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: <https://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 (創造科技学院 D3、私費)、アブデュール・ナシエル (創造科技学院 D3、私費)、パチャエンスック ティーラヌクン (創造科技学院 D3、国費)、ムハマド ルーベル ラナ (創造科技学院 D3、国費)、エムディ レザヌッジヤマン (創造科技学院 D3、私費 環境リーダー)、ムハマド ハッサン アリ (創造科技学院 D2、私費)、ムリチュンジョイ アーチャジー (創造科技学院 D2、私費 環境リーダー)、ジョティー ムハマド マスム サーワー (創造科技学院 D1、私費)

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なっている。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) プログステロン様作用物質の評価技術の開発
- (5) 魚類の性転換のしくみ—未分化生殖幹細胞の分離、同定
- (6) マウステラトーマ原因遺伝子の究明
- (7) サンゴ礁海水中に存在するステロイド膜受容体反応性物質の同定
- (8) 内分泌かく乱物質の多世代にわたる後発影響の原因究明

【 主な研究成果 】

(1) 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)。この方法を用いてステロイド膜受容体選択的アゴニストとして知られる Org0D2 という化合物の活性を検証したところ、予想外に排卵誘導活性を示した。この結果は Org0D2 が生体内において排卵誘導経路の受容体である核受容体にも作用することを示している (論文 3)。ゲノム編集技術により作出した遺伝子ノックアウトゼブラフィッシュ系統の解析により Pax2a 遺伝子、stm 遺伝子についての新知見を得た (論文 5、6)。

(2) 魚類の性転換のしくみ—未分化生殖幹細胞の分離、同定

我々はステロイドホルモンの芳香化酵素であるアロマトラーゼの阻害剤によるゼブラフィッシュの雌から雄への性転換に成功しているが、これまでの餌に混ぜて投薬する方法では5ヶ月以上の投与期間を必要とした。今回、阻害剤を直接注入する方法により投与期間の短縮を試み

た。投与量と投与間隔の検討の結果、3ヶ月以内に完全な性転換に成功し、その結果、性転換魚の自然交配にも成功した（論文4）。

（3）マウステラトーマ原因遺伝子の究明

MC4R 遺伝子ノックインマウス系統と従来より知られる Ter 遺伝子との2重変異系統を樹立したところ、予想外に卵巣性テラトーマを発症した。この結果は我々の推定した候補遺伝子がテラトーマ発症原因遺伝子の一つであることを強く示唆する（論文7）。

【 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。

【 学術論文・著書等 】

- 1)Atsuki Imai, Yoshihiko Hagiwara, Yuki Niimi, Toshinobu Tokumoto, Yumiko Saga, Atsushi Suzuki (2020) Dead end1 acts with *Nanos2* and *Nanos3* to regulate testicular teratoma incidence. *PLOS ONE* 15 (4) 1-18. April 27, 2020 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232047>
- 2)Toshinobu Tokumoto, Md. Forhad Hossain, Md. Maisum Sarwar Jyoti, Md. Hasan Ali, Md. Babul Hossain, Mrityunjay Acharjee, Md. Rezanujjaman, Mika Tokumoto (2020) Two-Step Mechanism of Cyclin B Degradation Initiated by Proteolytic Cleavage with the 26S Proteasome in Fish. *Scientific Reports* 10:8924 June 2 IF 4.011 (2018) doi.org/10.1038/s41598-020-65009-w
- 3)Md. Rezanujjaman, Razain Tanvir, Md. Hasan Ali and Toshinobu Tokumoto (2020) An agonist for membrane progesterin receptor (mPR) induces oocyte maturation and ovulation in zebrafish *in vivo*. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 529 (2), 347-352. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2020.05.208>
- 4)Md. Mostafizur Rahaman, Ryo-ichi Kumagai, Toshinobu Tokumoto (2020) Rapid Induction of Female-to-Male Sex Change in Adult Zebrafish by Injection of an Aromatase Inhibitor. *Zebrafish* 17 (4), 261-267. August 13 <http://doi.org/10.1089/zeb.2020.1864>
- 5)Theeranukul Pachoensuk, Taketo Fukuyo, Klangnurak Wanlada, Md. Rezanujjaman, Md. Mostafizur Rahaman, Kagura Sasaoka, Md. Maisum Sarwar Jyoti, Md. Rubel Rana, Md. Hasan Ali and Toshinobu Tokumoto (2020) *Pax2a* is expressed in oocytes and is responsible for early development and oogenesis in zebrafish. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 533 (3), 592-599. 10 December 2020 <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2020.09.059>
- 6)Theeranukul Pachoensuk, Taketo Fukuyo, Md. Rezanujjaman, Klangnurak Wanlada, Chihiro Yamamoto, Akiteru Maeno, Md. Mostafizur Rahaman, Md. Hasan Ali and Toshinobu Tokumoto (2021) Zebrafish *stm* is involved in the development of otoliths and of the fertilization envelope. *Reproduction and Fertility* 2 (1) 7-16. Online Publication Date: Jan 2021 DOI: <https://doi.org/10.1530/RAF-20-0040>
- 7)Abdullah An Naser, Takehiro Miyazaki, Jun Wang, Shuji Takabayashi, Theeranukul Pachoensuk, Toshinobu Tokumoto (2021) *MC4R* mutant mice develop ovarian teratomas. *Scientific Reports* 11, 3483 1-10, [10.1038/s41598-021-83001-w](https://doi.org/10.1038/s41598-021-83001-w)

【 特許等 】

- ・ステロイドホルモン膜受容体の精製方法 特許第 6795214 号

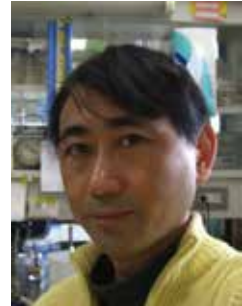
【 新聞報道等 】

- ・プレスリリース

「卵巣性テラトーマの原因遺伝子を解明 卵巣腫瘍の予防治療や不妊治療への応用に期待」

老化に関連した細胞内浄化機構の解明

教授 丑丸 敬史 (USHIMARU Takashi)
バイオサイエンス専攻 (主担当: 理学部 生物科学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)
専門分野: 細胞生物学、分子生物学
e-mail address: ushimaru.takashi@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/ushimaru-lab/>



【 研究室組織 】

教 員 : 丑丸 敬史

博士課程 : Shamsul Morshed (創造科技院 D3)、Tasnuva Sharmin (創造科技院 D2)、
Most Naoshia Tasnin (創造科技院 D1)

修士課程 : M2 (2名)、M1 (2名)

学 部 生 : B4 (3名)

【 研究目標 】

我々は、モデル生物である出芽酵母を用いて細胞増殖および、ストレス耐性の分子制御機構を解析している。現在、主に次のテーマに力を注いでいる。

- (1) オートファジーの分子機構の解析
- (2) TORC1 プロテインキナーゼの活性制御機構の解析

【 主な研究成果 】

(1) ミクロオートファジー制御因子の同定

2016年に大隅良典先生がノーベル賞を受賞し脚光を浴びたマクロ型のオートファジーに比べてミクロ型のオートファジー研究は遅れており、その生理学的意義もそれを制御する因子の全体像も不明である。当研究室は、このミクロオートファジー誘導がTORC1プロテインキナーゼにより制御されることを一昨年度報告した(Rahman et al. 2018)。昨年度は、それに引き続き、膜の変形を促進する因子ESCRT-0がTORC1、PP2Aフォスファターゼにより制御されることを見出した(Morshed et al. 2020, Sharmin et al. 2020)。今年度はさらに、ESCRT-0が液胞膜上でのミクロヌクレオファジーを誘導することを報告した(Morshed et al. 2020)。これらはミクロオートファジー関連疾病治療につながる重要な知見である。

(2) ヌクレオファジーに必要なDNAと核小体の移動の分子基盤

ヌクレオファジーは選択的に核の内容物(核小体)を分解するオートファジーである。ミクロ型とマクロ型のヌクレオファジーが発見されているが、前者は核と液胞が直接接触している部位(NVJ)で起こる。しかし、核小体を分解する一方で、染色体(核小体中に存在するrDNA領域も含め)を分解しない高度な選択性の仕組みは不明であった。当研究室は、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に近く一方で、rDNAは凝縮しつつNVJから遠ざかることを見出した(Mostofa et al. 2018, 2019)。それら核小体の移動には、rDNAを核膜に繋ぎ止めている因子であるCLIPとcohibin、染色体凝縮に関与する因子コンデンシンとHmo1が必要であった。本年度はさらに、コンデンシンを活性化する因子であるCdc14、複製後の絡み合った姉妹染色分体の分離を促進するトポイソメラーゼIIが核小体移動とヌクレオファジーに重要であることを明らかにした(Morshed. et al. 2020)。核小体の移動、ミクロヌクレオファジーにおけるNVJの重要性を証明するため、我々はNVJを持たない細胞を用いて実験を行い、NVJを介して液胞が核小体の移動、ミクロヌクレオファジーを引き起こすことを明らかにした(Tasnin et al. 2021)。さらに、NVJタンパク

質をスクリーニングし、その中から Mdm1 が rDNA 凝縮に必要であることを見出した (Sharmin et al. 2021)。ヌクレオファジーは神経細胞等の細胞内の浄化に重要であり認知症に関与すると予想され、本研究はそれらの疾病研究の重要な基礎データを提供した。

(3) TORC1 による G1/S 進行制御

栄養源飢餓で TORC1 が阻害されると増殖中の細胞は G1 期で停止する。その分子機構はまだ不明な点がある。我々は TORC1 が不活性化すると G1/S 進行に必要な様々なタンパク質のレベルが減少することを見出した。その中の転写因子 Swi4 と Mbp1 に着目し、それらが TORC1 不活性化後にプロテアソームによる分解が促進されることを明らかにした (Moshed et al. 2020)。つまり TORC1 は転写因子の安定性を介して G1/S 進行をコントロールする機構の存在を示した。TORC1 は細胞の増殖を制御することでがん化に関与することから、本研究は、TORC1 が関与するがんの制御における基礎的な分子基盤という極めて重要な情報を提供した。

【 今後の展開 】

我々は、栄養源飢餓以外にも、DNA ダメージ応答、タンパク質毒性ストレスに対するストレス応答機構も研究しており、それらとヒトの病気（がん、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) Md. Golam Mostofa, Shamsul Morshed, Satoru Mase, Shun Hosoyamada, Takehiko Kobayashi, and Takashi Ushimaru* (2020) Cdc14 protein phosphatase and topoisomerase II mediate rDNA dynamics and nucleophagic degradation of nucleolar proteins after TORC1 inactivation. **Cell Signal**. 79, 109884. doi: 10.1016/j.cellsig.2020.109884.
- 2) Shamsul Morshed, Most Naoshia Tasnin, and Takashi Ushimaru* (2020) ESCRT machinery plays a role in microautophagy in yeast. **BMC Mol Cell Biol**. 21(1):70. doi: 10.1186/s12860-020-00314-w.
- 3) Shamsul Morshed, Tsukasa Shibata, Kayoko Naito, Kazumi Miyasato, Yuri Takeichi, Tsuneyuki Takuma, Most Naoshia Tasnin, and Takashi Ushimaru* (2020) TORC1 regulates G1/S transition and cell proliferation via the E2F homologs MBF and SBF in yeast. **Biochem Biophys Res Commun**. 529(3):846-853. doi: 10.1016/j.bbrc.2020.05.122.
- 4) Tasnuva Sharmin, Shamsul Morshed and Takashi Ushimaru* (2020) PP2A promotes ESCRT-0 complex formation on vacuolar membranes and microautophagy induction after TORC1 inactivation. **Biochem Biophys Res Commun**. 524(3):614-620. doi: 10.1016/j.bbrc.2020.01.129.
- 5) Most Naoshia Tasnin, Tsuneyuki Takuma, Tasnuva Sharmin, Shamsul Morshed, and Takashi Ushimaru* (2021) The vacuole controls nucleolar dynamics and micronucleophagy via the NVJ. **Biochem Biophys Res Commun**. 550:158-165.
- 6) Tasnuva Sharmin, Tsuneyuki Takuma, Shamsul Morshed, and Takashi Ushimaru* (2021) Sorting nexin Mdm1/SNX14 regulates nucleolar dynamics at the NVJ after TORC1 inactivation. **Biochem Biophys Res Commun**. 552:1-8.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本分子生物学会等、2 件

【 招待講演件数 】

- 1) 第 72 回日本細胞生物学会大会 (2020. 06. 10)
- 2) 第 198 回酵母細胞研究会例会 (2020. 11. 27)

キノコの化学・科学

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: <https://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/biochem/index.html>
<https://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 D3)、Irine Yunhafita Malya (創造科技院 D3)、
伊藤 彰将 (創造科技院 D3)、竹村 太秀 (創造科技院 D2)、
大場 由美子 (創造科技院 D2)、古田島 美颯 (創造科技院 D1)
修士課程：M2 (7名)、M1 (4名)
学 部 生：B4 (3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) キノコからの新規機能性物質の精製、構造決定

オオイチョウタケとスギヒラタケから植物成長調節物質、AxI 阻害物質、免疫チェックポイント阻害物質を発見した。なお、AXL は様々な癌において過剰発現し、増殖や進展に関与しており、免疫チェックポイント阻害物質も癌治療薬候補である(論文 No. 3, 6)。

(2) フェアリー化合物 AOH の化粧品素材としての安全性検証

フェアリー化合物のひとつ AOH の化粧品素材としての開発研究が進んでいる。そのためにヒトに対する安全性の検証を行った(論文 No. 5)。

(3) フェアリー化合物の生合成経路解明

フェアリーリングを引き起こすコムラサキシメジにおけるフェアリー化合物 AHX と ICA の生合成経路を明らかにした(論文 No. 8)。

(4) フェアリー化合物の新規代謝産物を発見

フェアリー化合物のひとつ ICA 溶液で育てたイネや酵母から、S-アデノシル-L-ホモシステイン(SAH)の類縁体 S-ICA-L-ホモシステインを発見し、化学合成によって構造を確定した。SAH は S-アデノシル-L-メチオニン(SAM) が生体内物質をメチル化することによって生成する。このことは新たなメチル化機構を発見した可能性を示している(論文 No. 10)。

【 今後の展開 】

我々は上記のように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、化粧品素材、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 】

- 1) D'Alessandro-Gabazza, C., Kobayashi, T., Yasuma, T., Toda, M., Kim, H., Fujimoto, H., Hataji, O., Takeshita, A., Nishihama, K., Okano, Y., Nishii, Y., Tomaru, A., Fujiwara, K., D'Alessandro, V. F., Abdel-Hamid, A., Ren, Y., Pereira, G., Wright, C., Hernandez, A., Fields, C., Yau, P., Wang, S., Mizoguchi, A., Fukumura, M., Ohtsuka, J., Nosaka, T., Kataoka, K., Kondoh, Y., Wu, J., Kawagishi, H., Yano, Y., Mackie, R., Cann, I., and *Gabazza, E. C., A Staphylococcus pro-apoptotic peptide induces acute exacerbation of pulmonary fibrosis, *Nature Commun.*, 11, 1539 (2020)
- 2) Niki, M., Hirata, Y., Nakazaki, A., Wu, J., Kawagishi, H., and *Nishikawa, T., A biomimetic synthesis of chaxine and its related compounds, *J. Org. Chem.*, 85(7), 4848-4860 (2020).
- 3) Malya, I. Y., Wu, J., Harada, E., Toda, M., D'Alessandro-Gabazza, C., Yasuma, T., Gabazza, E. C., Choi, J-H., Hirai, H., and *Kawagishi, H., Plant growth regulators and axl and immune checkpoint inhibitors from the edible mushroom *Leucopaxillus giganteus*. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 80(7), 1332-1338 (2020).
- 4) Nakano, S., *Yamanaka, T., and Kawagishi, H., Effects of imidazole-4-carboxamide and 2-azahypoxanthine on the growth of *Pinus densiflora* seedlings and its ectomycorrhizal formation with *Tricholoma matsutake*, *Mycoscience*, 61(5), 259-263 (2020)
- 5) *Aoshima, H., Hyodo, S., Ibuki, R., Wu, J., Choi, J-H., and *Kawagishi, H., Safety evaluation of 2-aza-8-oxohypoxanthine based on in vitro and human patch tests, *Fundam. Toxicol. Sci.*, 7(5), 207-215 (2020).
- 6) Ridwan, Y. A., Wu, J., Harada, E., D'Alessandro-Gabazza, C., Toda, M., Yasuma, T., Gabazza, E. C., Choi, J-H., Hirai, H., and *Kawagishi, H., Axl and immune checkpoints inhibitors from the fruiting bodies of *Pleurocybella porrigens*, *J. Antibiotic.*, 73, 733-736 (2020)
- 7) Oba, Y., Urai, M., Wu, J., Tomizawa, M., Kawagishi, H., and *Hashimoto, K., Bitter compounds in two *Tricholoma* species, *T. aestuans* and *T. virgatum*, *J. Antibiotic.*, 73, 697-701 (2020)
- 8) Ito, A., Choi, J-H., Takemura, H., Kotajima, M., Wu, J., Tokuyama, S., Hirai, H., Asakawa, T., Ouchi, H., Inai, M., Kan, T., and *Kawagishi, H., Biosynthesis of the fairy chemicals, 2-azahypoxanthine and imidazole-4-carboxamide, in the fairy ring-forming fungus *Lepista sordida*, *J. Nat. Prod.*, 83, 2469-2476 (2020).
- 9) Lee, D., Miwa, Y., Wu, J., Shoda, C., Jeong, H., Kawagishi, H., Tsubota, K., and *Kurihara, T., A fairy chemical suppresses retinal angiogenesis as a HIF inhibitor, *Biomolecules*, 10, 1405 (2020).
- 10) Ouchi, H., Namiki, T., Iwamoto, K., Matsuzaki, N., Inai, M., Kotajima, M., Wu, J., Choi, J-H., Kimura, Y., Hirai, H., Xie, X., *Kawagishi, H., and *Kan, T., An S-adenosylhomocysteine analogue of a fairy chemical, imidazole-4-carboxamide, as its metabolite in rice and yeast, and synthetic investigations of related compounds, *J. Nat. Prod.*, 84, 453-458 (2021)

*は責任著者、他7件

【 解説・特集 】

- 1) 呉静, 河岸洋和, キノコ由来の生物活性2次代謝産物に関する化学的研究, *化学と生物*, 58(4), 231-239 (2020)
- 2) Wu, J. and Kawagishi, H., Plant growth regulators from mushrooms, *J Antibiotic.*, 73, 657-665 (2020)
- 3) Kawagishi, H., Chemical studies on bioactive compounds related to higher fungi, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 85(1), 1-7 (2021).

【 国内学会発表件数 】

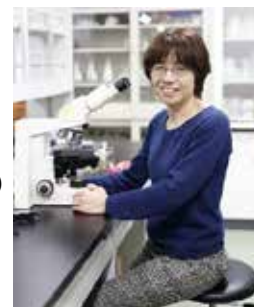
・日本農芸化学会、天然有機化合物討論会など24件

【 招待講演件数 】

- 1) 日本化学会第101春季年会シンポジウム「生物間コミュニケーションと物質」(2021.3.19)

タンパク質の品質管理とストレス応答

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: <https://kimurapqchs.agr.shizuoka.ac.jp/>



【 研究室組織 】

教 員 : 木村 洋子

学 部 生 : 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。酵母に亜致死的な温度を持続的に長時間与えたときの細胞内形態変化を観察し、いままでに、持続的熱ストレス後に液胞構造のドラスティックな変化を見出した。昨年までに *atg8* 変異株では熱ストレス後の液胞陥入が亢進することを見だし、また、Ivy1 と呼ばれる膜の曲率を認識する液胞膜タンパク質をコードする遺伝子との2重変異株 *atg8Δivy1Δ*では常温でも液胞膜の異常陥入が形成されること、さらにそれがストレス感受性になることがわかり、液胞膜の陥入形成の生理学的意義を明らかにした。今年度は、Atg8 結合タンパク質である Hfl1 の変異株においても熱ストレスによって、液胞の陥入が亢進すること、また2重変異株 *ivy1Δhfl1Δ*では *atg8Δivy1Δ*と同様に恒常的な液胞膜陥入が起き、ストレス感受性になり、さらにこの2重変異株ではストレスによって液胞膜陥入がさらに更新することを見出し、液胞膜ホメオスタシスの重要性を明らかにした。

【 今後の展開 】

液胞膜の陥入形成のさらなる解析、陥入形成と持続的な熱ストレスとの関係をさらに明らかにする。また持続的な熱ストレスによる核膜孔タンパク質の局在変化も見出しているため、その変化の分子メカニズムを解析する。

【 学術論文・著書 】

・ Ouchi, Hitoshi; Namiki, Takuya ; Iwamoto, Kenji ; Matsuzaki, Nobuo ; Inai, Makoto; Kotajima, Mihaya ; Wu, Jing ; Choi, Jaehoon; Kimura, Yoko ; Hirai, Hirofumi; Xie , Xiaonan ; Kawagishi, Hirokazu; Kan, Toshiyuki An S-adenosylhomocysteine Analogue of a Fairy Chemical, Imidazole-4-Carboxamide, as Its Metabolite in Rice and Yeast, and Synthetic Investigations of Related Compounds
Journal of Natural Products 84(2):453-458, 2021

【 解説・特集等 】

1) 木村洋子 酵母細胞内のふるまいを観る 日本醸造協会誌 116/3 (2021年)

【 国内学会発表件数 】

・ 5件

【 招待講演件数 】

1) Biothermology Workshop 「液胞の形態変化からみる熱ストレス応答と液胞膜ホメオスタシス」
(2020. 12. 23)

肝臓の発生・分化・再生における細胞社会学

教授 塩尻 信義 (SHIOJIRI Nobuyoshi)
バイオサイエンス専攻 (主担当: 理学部 生物科学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)
専門分野: 発生生物学、再生医工学
e-mail address: shiojiri.nobuyoshi@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~sbnsbio/NS-Lab-J.html/>



【 研究室組織 】

教 員 : 塩尻 信義

博士課程 : D3 (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ることでそのメカニズムを解明し、また単離精製した、発生過程の肝幹細胞を細胞交代型人工肝臓モデルの開発や細胞移植治療などに応用したいと考えている。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隣接間充織の誘導を受け、胆管上皮細胞に分化する。これを検証するために、胎生期肝臓の器官培養を行ったところ、特定の細胞増殖因子等により肝芽細胞から肝内胆管上皮細胞への分化が誘導された。次に、分化した胆管上皮細胞が肝芽細胞由来であることを細胞標識法により証明するために Alb-Cre システムを用いて検証できる実験系の構築を行なった。

(2) 臓側卵黄嚢の分化転換

マウス臓側卵黄嚢は三胚葉由来の奇形腫を発生することから、未分化な幹細胞が含まれていると考えられている。臓側卵黄嚢より肝臓を含め種々の臓器をインビトロで作出することを企図し、その器官培養を行ったところ、形態的に壁側卵黄嚢や腸管上皮などに似た細胞が生ずることが明らかとなった。RT-PCR 法を用いて遺伝子発現解析を行ったところ、これらの組織で発現される遺伝子発現に加えて胎盤の細胞で発現される分子マーカーを検出した。今後は *in situ* ハイブリダイゼーションを含めて細胞レベルで分化した細胞の種類を特定していきたい。

【 今後の展開 】

我々は上記のように、肝臓の発生・分化・再生における細胞社会学の全貌の解明をめざしており、これを人工組織の作出に応用したいと考えている。当面の課題は、肝芽細胞やそれ以外の非実質細胞の単離精製法の確立に加え、それぞれの細胞のインビトロ増幅や分化・成熟化を制御できる細胞外環境設計である。特に、増殖・分化・組織形成能力の著しい胎生期肝臓の細胞から、成体肝臓の機能レベルまで成熟化させた肝臓組織を構築することが将来的な目標である。また、肝臓変異マウスを利用し、肝臓の発生・分化・再生の分子メカニズムを解明、この成果を肝芽細胞の人工組織化に応用していきたい。主たる専門は発生生物学であるが、医学、工学を融合した学際研究にも挑戦したい。

【 学術論文・著書等 】

- 1) Ota, N., Hirose, H., Kato, H., Maeda, H. and Shiojiri, N. (2021) Immunohistological analysis on distribution of smooth muscle tissues in livers of various vertebrates with attention to different liver architectures. *Ann. Anat.*, 233, 151594.
- 2) 塩尻信義 (2020) 7.4.5 消化管の発生. 『動物の事典』(末光隆志他編、朝倉書店), pp321-323.
- 3) 塩尻信義 (2020) 7.4.6 肝臓と膵臓の発生. 『動物の事典』(末光隆志他編、朝倉書店), pp323-325.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 肝細胞研究会、日本進化学会等に5件

哲学の可能性を追究する ——生、死、環境、農、食をめぐる

教授 竹之内 裕文 (TAKENOUCHI Hirobumi)
バイオサイエンス専攻 (主担当: 農学部 生物資源科学科及び
大学院総合科学技術研究科農学専攻 共生バイオサイエンスコース)
専門分野: 哲学、倫理学、死生学
e-mail address: takenouchi.hirobumi@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wwp.shizuoka.ac.jp/philosophy/>



【研究室組織】

教 員: 竹之内 裕文

博士課程: 鈴木 和光 (創造科技院 D3、社会人)、伊東 さの子 (創造科技院 D3)

学 部 生: B4 (4名)、B3 (3名)

【研究目標】

静岡大学着任 (2007年) 以前から、看取りの場に足を踏み入れ、「生」と「死」の諸課題に深い関心を寄せてきた。静岡大学で「環境」について集中的に研究するなか、「生命環境倫理学」の構想が生まれる。既存の「生命倫理学」と「環境倫理学」を統合するという野望とともに、「生命環境倫理学」の構築に挑戦してきた。その後、研究の関心は「農」へ、さらに「食」へ広がる。また哲学カフェ (2013年) と死生学カフェ (2015年) を創設し、「対話」が研究テーマになる。

このような研究活動の広がりとともに、「生命環境倫理学」という枠組みが窮屈になる。そこで研究対象から研究室の名称を考案するのではなく、「哲学する」(根本から問いなおす) という根本アプローチに立ち戻ることにした。

現在の主要な研究目標は、①「農と食の哲学」の構築、②対話を通じた死生学の再構築 (「対話の哲学」と「死の哲学」)、③生命環境倫理学の仕上げ、④こうした視角からのハイデガー研究である。

【研究費の採択状況 (令和2年度)】

1) 国際共同研究 (ESRC-AHRC UK-Japan SSH Connections research grant) "End of life care in the United Kingdom and Japan - intersections in culture, practice and policy (The Mitori Project)" (研究代表者・D. クラーク、共同研究者・竹之内裕文) 令和2年9月30日まで

【学術論文・著書】

- 1) The Mitori project: End of life care in the United Kingdom and Japan – intersections in culture, practice and policy, *Progress in Palliative Care* 28(3), 15 May 2020, pp. 189-191
- 2) 対話を通して生と死を探究する—死生学カフェの挑戦、『静岡哲学学会 文化と哲学』37号、令和2年6月、31-69頁

【学会発表・招待講演】

- 1) 拙著『死とともに生きることを学ぶ 死すべきものたちの哲学』の合評会に著者として討論に参加、京都生命倫理研究会、令和2年6月13日、オンライン開催
- 2) 生き物を殺して食べる—動物への慈愛と動物のための正義をめぐる、東北哲学会第70回大会シンポジウム「動物倫理と宗教」、令和2年10月24日、オンライン開催 (パネリスト、招待)
- 3) 生命倫理と社会生活の倫理—スウェーデンの包括的な「福祉」の思想を導きに、第32回日本生命倫理学会年次大会、大会企画シンポジウムⅡ「北欧のケアと生命倫理」、令和2年12月6日、オンライン開催 (パネリスト、招待)
- 4) プロジェクト研究所「対話・コミュニティ共創デザイン研究所」キックオフミーティング、令和3年3月7日、オンライン開催

【新聞報道等】

- 1) 静岡新聞 (2019. 7. 22)
- 2) 中国新聞 (2019. 12. 27)
- 3) 京都新聞 (2019. 12. 28)
- 4) 沖縄タイムズ (2019. 12. 31)
- 5) 毎日新聞 (2020. 1. 9)

【社会貢献活動・講師・研究会】

- 1) 〈主宰〉未来社会デザイン機構第1回セミナー「未来社会デザイン機構の「到達目標」を練るワークショップ」、令和2年7月30日
- 2) 〈講師・招待〉拙著の読書会、第9回たもとの会、ダイナーシング・デイサービスぐらんど、神戸市、令和2年9月26日
- 3) 〈主宰〉「対話を通して10年後の地域コミュニティをデザインしよう!」、未来社会デザイン機構設置記念イベント「オンライン・ワークショップ」、令和2年10月4日、オンライン開催
- 4) 〈講師・招待〉2030年にどのような社会と暮らしを望むのか?—SDGsが問いかけるもの、市民大学リレー講座「今さら聞けない!SDGsって何?」、令和2年11月27日、静岡庁舎3階「茶木魚」、静岡市
- 5) 〈主宰〉「松崎町の未来と観光を考える」プロジェクト、松崎町キックオフシンポジウム、令和2年12月20日、松崎町環境改善センター
- 6) 〈主宰〉未来社会デザイン機構第3回セミナー「到達目標とロードマップの制定へ向けて」、令和2年12月24日
- 7) 〈講師・招待〉サステナビリティから持続可能な発展へ—SDGsをより深く理解するために、静岡大学サステナビリティセンター オンライン講座、令和3年2月6日、オンライン開催
- 8) 〈主宰〉松崎高校ワークショップ、
第1回 令和3年1月29日実施、第2回 令和3年2月9日実施
- 9) 〈主宰〉松崎中学ワークショップ、令和3年2月20日
- 10) 〈主宰〉2030松崎ワークショップ「次世代のビジョンを共有する」(第1回)、
「2030松崎のビジョンをつる」(第2回) 第1回 令和3年2月28日実施、
第2回 令和3年3月14日実施、松崎町環境改善センター
- 11) 〈主宰〉定例死生学カフェ (5月、7月、9月、11月、1月、3月)
- 12) 〈主宰〉哲学対話塾 (6月、10月、12月、2月)
- 13) 〈主宰〉農と食の実験室「農食ラボ」(6月、7月、8月、9月、10月、11月、3月)

【受賞・表彰】

- ・2020年度日本医学哲学・倫理学会 学会賞 (2020. 10. 17)

【今後の展開】

2021年度は「生と死」と「食と農」をめぐる学際的な国際共同研究を遂行するため、9月から12月までグラスゴー大学に客員教授として滞在する計画である。同大学学際研究学部は欧州を代表する death studies の研究拠点のひとつであり、同学部が位置する広大なキャンパスには農場もある。同大学を拠点に、欧州の研究者・市民と広く連携することで、1) 対話に基づく死生学の再構築と2) 食農倫理 (food and agricultural ethics) の哲学的な基礎づけを学際的な国際共同研究に発展させたい。多様な分野の同僚たちとディスカッションを重ね、共著論文を執筆し、新たな国際共同研究助成を獲得したい。

植物の機能を制御する小分子の創出

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: <https://www.agr.shizuoka.ac.jp/abc/npchem/index.html>

<https://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/npchem/index.html>



【 研究室組織 】

教 員：轟 泰司

修士課程：M2 (4名)、M1 (2名)

【 研究目標 】

植物ホルモンの生合成・受容シグナル伝達・代謝不活性化のメカニズムを有機化学のレベルで解明することを目標として、生合成・受容シグナル伝達・代謝不活性化を化学的に制御できる以下の分子の開発とその応用について研究している。

- (1) 化合物を用いたアブシシン酸新規受容体の探索
- (2) アブシシン酸生合成酵素阻害剤の創出

【 主な研究成果 】

(1) アブシシン酸受容体アンタゴニストを活用した新規アブシシン酸シグナル伝達機構の解明

既存のアブシシン酸受容体 PYL の結晶構造を基盤とした分子設計により、PYL を選択的に阻害する化合物 PANMe の創出に成功した。しかし、PANMe およびその類縁体 (特に PANSF5) はイネに対して ABA と同様の機能をもつことがわかった。そこで、PANSF5 を利用してイネ新規アブシシン酸受容体の探索を実施した。イネ・コアコレクション 109 品種を用いて PANSF5 による伸長阻害率を「形質の値」として GWAS を行い、第 3 染色体に PANs 感受性と関連があると予想される DNA 多型を複数見出した。そのうちの 1 つに着目し、現在異種発現を試みている。

(2) アブシシン酸生合成酵素阻害剤の設計と合成

アブシシン酸の生合成の最終工程を触媒する酵素の阻害剤を創出することに世界で初めて成功した。現在、合成経路の最適化、構造活性相関の調査、標的酵素の異種発現について検討中である。

【 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, Nagamiya H, Moroi S, Ohnishi T, Todoroki Y: Design of potent ABA receptor antagonists based on a conformational restriction approach, *Organic & Biomolecular Chemistry* **2020**, *18*, 4988-4996.
- 2) Tomiyama H, Sato M, Opio P, Saito T, Ohkawa K, Ohara H, Todoroki Y, Kondo S: Inhibition of abscisic acid 8'-hydroxylase affects dehydration tolerance and root formation in cuttings of grapes (*Vitis labrusca* L. × *Vitis vinifera* L. cv. Kyoho) under drought stress conditions, *Journal of Plant Growth Regulation* **2020**, *39*, 1577-1586.
- 3) Müller JT, van Veen H, Bartylla MM, Akman M, Pedersen O, Sun P, Schuurink RC, Takeuchi J, Todoroki Y, Weig AR, Sasidharan R, Mustroph A: Keeping the shoot above water – submergence triggers antithetical growth responses in stems and petioles of watercress (*Nasturtium officinale*), *New Phytologist* **2021**, *229*, 140-155.

有用遺伝子の発現による生物機能の革新的利用

教授 朴 龍洙 (PARK Enoch Y.)
バイオサイエンス専攻 (主担当：グリーン科学技術研究所
グリーンケミストリー研究部門)
専門分野： 分子生物学、遺伝子発現
e-mail address: park.enoch@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/biotech/park/>



【 研究室組織 】

教 員：朴 龍洙

研 究 員：Ankan Dutta Chowdhury (特任助教)、Ojodomo Achadu (JSPS 外国人特別研究員)、
Akhilesh Babu Ganganboina (JSPS 外国人特別研究員)、Fahmida Nasrin (学術研究員)

博士課程：Doddy Irawan (創造科技院 D3)、Indra Mendi Khoris (創造科技院 D2)、
Jirayu Boonyakida (創造科技院 D2)

修士課程：M2 (2名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

カイコバイオテクノロジーを応用してウイルス様粒子の発現し、感染症に対するワクチン開発やナノバイオテクノロジーを駆使した感染症原因ウイルスの超高感度・迅速検出を展開している。

- (1) バクミドによる遺伝子発現のハイスループットおよび高機能性ナノマテリアルの創成
- (2) ウイルスの高感度・迅速検出システムの開発
- (3) ウイルス様粒子を用いたワクチン開発

【 主な研究成果 】

(1) クルマエビに感染する white spot syndrome virus (WSSV) の抗原の同定と迅速検出方法の開発

WSSV の抗原としてキャプシドタンパク質の一つである VP15 を世界初めて同定した (Fish and Shellfish Immunology, 101, 152–158, 2020)。また、WSSV の表面タンパク質を指標として電気化学的手法で、WSSV の検出に成功した (J. Nanobiotechnol., 18,152, 2020)。

(2) 標的ウイルスの超高感度検出

局在プラズモン共鳴原理によりウイルスを高感度で検出できるが、ナノ粒子間の相互作用に関する解析が不十分であった。本研究でナノ粒子間の相互作用についてシミュレーションと実験を通じて解析を行った (Biosens. Bioelectron., 170:112657, 2020)。

【 今後の展開 】

上記の研究 (1) では、引き続き多抗原提示用ウイルス様粒子プラットフォームを完成する。研究 (2) については、AMED 事業として企業と共同で進めている。

【 学術論文・著書等 】

- 1) Indra Memdi Khoris, Akhilesh Babu Ganganboina, Tetsuro Suzuki, Enoch Y. Park, Self-Assembled Chromogen Loaded Polymeric Cocoon for Respiratory Virus Detection, Nanoscale, 13, 388–396 (2020). (IF=6.895)
- 2) Fahmida Nasrin, Ankan Dutta Chowdhury, Akhilesh Babu Ganganboina, Ojodomo J. Achadu, Farzana Hossain, Masahito Yamazaki, Enoch Y. Park, Fluorescent and electrochemical dual-mode detection of Chikungunya virus E1 protein using fluorophore-embedded and redox probe-encapsulated liposomes, Microchimica Acta, 187, 674 (2020). (IF=6.232).
- 3) Robert Minkner, Jian Xu, Kenshin Takemura, Jirayu Boonyakida, Hermann Wätzig, Enoch Y. Park, Ni-modified magnetic nanoparticles for affinity purification of His-tagged proteins from the complex matrix of the silkworm fat body, Journal of Nanobiotechnology, 18, 159 (2020). (IF=6.518).

- 4)Kenshin Takemura, Jun Satoh, Jirayu Boonyakida, Sungjo Park, Ankan Dutta Chowdhury, Enoch Y. Park, Electrochemical detection of white spot syndrome virus with a silicone rubber disposable electrode composed of graphene quantum dots and gold nanoparticle-embedded polyaniline nanowires, *Journal of Nanobiotechnology*, 18,152 (2020). (IF=6.518).
- 5)Akhilesh Babu Ganganboina, Ankan Dutta Chowdhury, Indra Memdi Khoris, Ruey-an Doong, Tian-Cheng Li, Toshimi Hara, Fuyuki Abe, Tetsuro Suzuki, Enoch Y. Park, Hollow magnetic-fluorescent nanoparticles for dual-modality virus detection, *Biosens. Bioelectron.*, 170(15), 112680 (2020). (IF=10.257).
- 6)Ankan Dutta Chowdhury, Fahmida Nasrin, Rupali Gangopadhyay, Akhilesh Babu Ganganboina, Kenshin Takemura, Ikko Kozaki, Hiroyuki Honda, Toshimi Hara, Fuyuki Abe, Sungjo Park, Tetsuro Suzuki, Enoch Y. Park. Controlling distance, size and concentration of nanoconjugates for optimized LSPR based biosensors, *Biosens. Bioelectron.*, 170:112657 (2020). (IF= 10.257).
- 7)Akhilesh Babu Ganganboina, Indra Memdi Khoris, Ankan Dutta Chowdhury, Tian-Cheng Li, Enoch Y. Park, Ultrasensitive Detection of Hepatitis E Virus by Electrocatalytic Water Oxidation using Pt-Co₃O₄ Hollow Cages, *ACS Applied Materials & Interfaces*, 12(45), 50212–50221 (2020). (IF= 8.758).
- 8)Ojodomo J. Achadu, Abe Fuyuki, Tetsuro Suzuki, Enoch Y. Park, Molybdenum Trioxide Nanocubes Aligned on a Graphene Oxide Substrate for the Detection of Norovirus by Surface-enhanced Raman Scattering, *ACS Applied Materials & Interfaces*, 12, 43522–43534 (2020). (IF= 8.758).
- 9)Akhilesh Babu Ganganboina, Enoch Y. Park and Ruey-an Doong, Boosting the energy storage performance of V₂O₅ nanosheets by intercalating conductive graphene quantum dots, *Nanoscale*, 12, 16944–16955 (2020). (IF=6.895).
- 10)Ojodomo J. Achadu, De Xing Lioe, Keiichiro Kagawa, Shoji Kawahito, Enoch Y. Park, Fluoroimmunoassay of influenza virus using sulfur doped-graphitic carbon nitride quantum dots coupled with Ag₂S nanocrystals, *Microchimica Acta*, 187:466 (2020). (IF=6.232).
- 11)Ojodomo J. Achadu, Kenshin Takemura, Indra Memdi Khoris, Enoch Y. Park, Plasmonic/magnetic molybdenum trioxide and graphitic carbon nitride quantum dots-based fluoroimmunosensing system for influenza virus, *Sensors & Actuators: B. Chemical*, 321, 128494 (2020). (IF=7.1).
- 12)Jirayu Boonyakida, Jian Xu, Jun Satoh, Takafumi Nakanishi, Toru Mekata, Tatsuya Kato, Enoch Y. Park, Antigenic properties of VP15 from white spot syndrome virus in kuruma shrimp *Marsupenaeus japonicus*, *Fish and Shellfish Immunology*, 101, 152–158 (2020). (IF=3.298)
- 13)Akhilesh Babu Ganganboina, Ankan Dutta Chowdhury, Indra Memdi Khoris, Fahmida Nasrin, Kenshin Takemura, Toshimi Hara, Fuyuki Abe, Tetsuro Suzuki, Enoch Y. Park, Dual modality sensor using liposome-based signal amplification technique for ultrasensitive norovirus detection, *Biosens. Bioelectron.*, 157:112169 (2020). (IF=9.518)
- 14)Fahmida Nasrin, Ankan Dutta Chowdhury, Kenshin Takemura, Ikko Kozaki, Hiroyuki Honda, Oluwasesan Adegoke, Enoch Y. Park, Fluorometric virus detection platform using quantum dots-gold nanocomposites optimizing the linker length variation, *Analytica Chimica Acta*, 1109,148–157 (2020). (IF=5.256) その他 13 件を发表済。

【 特許等 】

- 1) 朴 龍洙、ジラユ ブーニャキダ、ジェン シュ、WSSVワクチン、出願番号：2021-006994 (2021年1月20日) その他4件を发表済。

【 国際会議发表件数 】 22 件

【 国内学会发表件数 】 生物工学会、農芸化学会など10件

【 招待講演件数 】 6 件

【主催・共催シンポジウム】

- ・ International e-Workshop on Biosensors 2021、2021年1月21日の開催実行委員

白色腐朽菌を用いた木質バイオリファイナリー 及びバイオレメディエーション

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 応用生物科学コース)

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: <https://shizudai-biological-chemistry.labby.jp/>



【 研究室組織 】

教 員: 平井 浩文、森 智夫 (農学部准教授)

修士課程: M2 (3名)、M1 (5名)

学 部 生: 5名

【 研究目標 】

白色腐朽菌によるワンステップ木質バイオリファイナリー技術を確立すべく、セルロース糖化の妨げとなるリグニン分解能の改善、及び各種発酵能(エタノール、乳酸、水素、キシリトール)付加・能力改善に関する分子育種を進めている。さらに、白色腐朽菌による難分解性環境汚染物質の分解及び無毒化機構についても研究を行っている。

【 主な研究成果 】

(1) 木質バイオマスからのメタン発酵前処理に適した白色腐朽菌の選抜

本研究では、木質バイオマスを原料にメタン発酵を行う際、前処理に適した白色腐朽菌を選抜すべく、検討を行った。幾つかの木材腐朽菌によって前処理した木粉を基質とした際の、*Clostridium thermocellum* 及び *Methanothermobacter thermautotrophicus* 共培養系によるメタン発酵量を調査した。メタン発酵に対する白色腐朽菌による前処理効果は、同一処理期間の場合は処理残渣木粉中に含まれるリグニン量と逆相関の関係を示し、リグニン分解力・分解選択性に優れた白色腐朽菌がメタン発酵前処理には適していることが示されたが、褐色腐朽菌の前処理では異なる機構でメタン産生を促進している事が示唆された。また、高活性・高選択リグニン分解白色腐朽菌 *Phanerochaete sordida* YK-624 株では、ブナ・スギ木粉ともに前処理期間4週間がメタン産生に最適であり、さらに木粉に5%ふすまを添加した際に木粉腐朽力が大きく向上すると共に、その腐朽木粉はふすま未添加の場合と比較してメタン産生性が大きく向上することが示された。

(2) 白色腐朽菌 *Phanerochaete chrysosporium* によるネオニコチノイド系殺虫剤 (NEOs) 分解機構の解明

本研究では、*P. chrysosporium* による NEOs (アセタミプリ土 (ACE)、クロチアニジン (CLO)、ジノテフラン (DIN)、イミダクロプリド (IMI)、ニテンピラム (NIT) 及びチアクロプリド (THI)) の分解を試み、さらにその分解機構を解明することを目的とした。

P. chrysosporium を用いて全ての NEOs の分解実験を行った結果、ACE、CLO、IMI 及び THI の分解が確認され、これら化合物の分解は CYP 阻害剤により阻害されたことから、上記4種の NEOs の分解には CYP が関与していることが示された。*P. chrysosporium* 由来 CYPs (PcCYPs) の酵母異種発現スクリーニングシステムにより、NEOs 分解に関与する PcCYPs を探索した結果、ACE と THI に対して、あるいは IMI と THI に対して強い代謝活性を示す PcCYP として、

それぞれ CYP5147A3 と CYP5037B3 を同定した。各 CYP 遺伝子の発現を RT-PCR により確認したところ、CYP5147A3 の発現挙動は *P. chrysosporium* による ACE 及び THI 分解と類似しており、CYP5037B3 の発現挙動は IMI の分解の傾向とよく一致していたことから、ACE、IMI、THI の分解は主として二種類の CYP によって担われることが明らかとなった。

【 今後の展開 】

既に科研費研究で遂行している「白色腐朽菌による好気的水素産生機構の解明」についてさらに研究を遂行し、白色腐朽菌が何故好気的に水素を産生するのか、そのメカニズムを探求し、社会実装へと展開する。また、新規に科研費で採択された課題（白色腐朽菌の環境汚染物質代謝能の意義解明及び汚染環境浄化への発展的応用）についても研究を展開する。

【 学術論文・著書 】

(原著論文)

- 1) H. Ouchi, T. Namiki, K. Iwamoto, N. Matsuzaki, M. Inai, M. Kotajima, J. Wu, J-H. Choi, Y. Kimura, H. Hirai, X. Xie, H. Kawagishi, T. Kan (2021) An S-adenosylhomocysteine analogue of a fairy chemical, imidazole-4-carboxamide, as its metabolite in rice and yeast, and synthetic investigations of related compounds, *Journal of Natural Products*, 84, 453-458.
- 2) T. Suzuki, L. Nakamura, S. Inayoshi, Y. Tezuka, J-H. Choi, H. Dohra, T. Sasanami, H. Hirai, H. Kawagishi (2021) An efficient heterologous *Escherichia coli*-based expression system for lectin production from *Pleurocybella porrigens*, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 85, 630-633.
- 3) T. Mori, H. Ohno, H. Ichinose, H. Kawagishi, H. Hirai (2021) White-rot fungus *Phanerochaete chrysosporium* metabolizes chloropyridinyl-type neonicotinoid insecticides by an N-dealkylation reaction catalyzed by two cytochrome P450s, *Journal of Hazardous Materials*, 402, 123831.
- 4) A. Ito, J-H. Choi, H. Takemura, M. Kotajima, Mihaya, J. Wu, S. Tokuyama, H. Hirai, T. Asakawa, H. Ouchi, M. Inai, T. Kan, H. Kawagishi (2020) Biosynthesis of the Fairy Chemicals, 2-Azahypoxanthine and Imidazole-4-carboxamide, in the Fairy Ring-Forming Fungus *Lepista sordida*, *Journal of Natural Products*. 83, 2469-2476.
- 5) Y. A. Ridwan, J. Wu, E. Harada, C. D'Alessandro-Gabazza, M. Toda, T. Yasuma, E. C. Gabazza, J-H. Choi, H. Hirai, and H. Kawagishi (2020) Axl and immune checkpoint inhibitors from the fruiting bodies of *Pleurocybella porrigens*, *The Journal of Antibiotics*, 73, 733-736.
- 6) I. Malya, J. Wu, E. Harada, M. Toda, C. D'Alessandro-Gabazza, T. Yasuma, E. Gabazza, J-H. Choi, H. Hirai, H. Kawagishi (2020) Plant Growth Regulators and Axl and Immune Checkpoint Inhibitors from the Edible Mushroom *Leucopaxillus giganteus*, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 84, 1332-1338.
- 7) 森智夫, 岩田実子, 木村浩之, 河岸和洋, 平井浩文 (2020) 木質バイオマスからのメタン発酵前処理に適した白色腐朽菌の選抜, *日本きのこ学会誌*, 28, 56-61.

【 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 17 件

プラスチド分化のメカニズムの解明

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：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 D3)

修士課程：M2 (2名)、M1 (3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。(科学研究費補助金 基盤研究 C 課題名) 高感度フォトン検出技術を用いた植物の環境日変動応答の解明 (令和 2 年~4 年度)。

葉緑体の翻訳因子の共同研究実施し、成果の論文発表を行った。

Nagao M.*, Tsuchiya F.*, Motohashi R.+, Abo T.+; Ribosome rescue activity of *Arabidopsis thaliana* ArtfB homolog. *+equal contribution *Genes & Genetic Systems* 95:1-13. (2020) +責任著者

(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を発表するとともに、和文研究紹介を執筆した。

Wahyudi A, Fukasawa G, Motohashi R. *; Function of SITILs and SICHL under heat and oxidative stresses in tomato. *Plant Biotechnology* 37: 1-7. (2020) *責任著者

本橋令子「トマト果実を用いたクロモプラスト分化メカニズムの解明」アグリバイオ(北隆館) 4巻14号 p. 64-70(2020)

(3) 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

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)。

現在、論文投稿中、マイナーリバズ

Wiluk Chacuttayapong¹, Harumi Enoki³, Yusei Nabetani², Minami Matsui⁴, Taichi Oguchi^{5,6}, Reiko Motohashi^{2,3*} Transformation of *Jatropha curcas* L. to produce larger seeds and increase biodiesel production. *Plant Biotechnology*

(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、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、解析データを中心とした和文研究紹介を執筆した。

本橋令子、谷口有希「フェアリーリングを作る魔法の物質」アグリバイオ(北隆館) 4巻8号 p.34-38(2020)

(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を行った。特に遺伝資源整備を行い、和文研究紹介を執筆した。

本橋令子「サトイモ遺伝資源保全整備」アグリバイオ(北隆館) 4巻3号 p.45-49(2020)

【 今後の展開 】

我々は上記のようにプラスチド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)Wahyudi A, Fukasawa C, Motohashi R. *; Function of SITILs and SlCHL under heat and oxidative stresses in tomato. *Plant Biotechnology* 37 : 1-7. (2020) *責任著者

2)Nagao M.*, Tsuchiya F.*, Motohashi R.+, Abo T.+; Ribosome rescue activity of Arabidopsis thaliana ArtfB homolog. *+equal contribution *Genes & Genetic Systems* 95:1-13. (2020) +責任著者

3) 本橋令子「トマト果実を用いたクロモプラスト分化メカニズムの解明」アグリバイオ(北隆館) 4巻14号 p. 64-70(2020)

4)本橋令子、谷口有希「フェアリーリングを作る魔法の物質」アグリバイオ(北隆館) 4巻8号 p. 34-38(2020)

5)本橋令子「サトイモ遺伝資源保全整備」アグリバイオ(北隆館) 4巻3号 p. 45-49(2020)

6) Anung Wahyudi, Reiko Motohashi, The methods of particle bombardment and observation of sGFP signals. *Proceedings of International Conference on Science and Applied Science (ICSAS 2020)*

【 国内学会発表件数 】

・植物生理学会など5件

ルミナコイド（難消化性糖類）の栄養生理機能の解析

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) 食事性難消化糖類の大腸発酵に関する基礎検討

【 主な研究成果 】

(1) ムチンおよびムチン O-グリカン構成糖が誘導する腸内細菌種と発酵代謝産物の解析

－ヒト糞便の嫌氣的連続培養試験から－

腸内細菌と宿主は共生関係にあり、腸内細菌は外因性（食事由来）および内因性（ムチン）の難消化性糖を発酵基質にエネルギー代謝し、その代謝産物として短鎖脂肪酸（SCFA）を大腸腔内に放出する。SCFA は大腸上皮のエネルギー源であり、消化管免疫・内分泌系を介して宿主の恒常性維持にも寄与する。本研究は、ムチン O-グリカンの SCFA 産生パターンを菌叢変化から解析する。jar-fermenter を用い、豚胃粘膜ムチン(Muc)、Muc 糖鎖構成糖である fucose(Fuc), GlcNAc, NeuAc を基質にヒト新鮮便を接種し 48 時間嫌気培養した。経時的に培養液中の代謝産物 (HPLC) と総菌数 (q-PCR) の測定、16S-ribosomal RNA 遺伝子からの菌叢解析を行った。Fuc はプロパンジオール経路 (*Blausia*) やアクリル酸経路 (*Clostridium propionicum*) からのプロピオン酸産生が、GlcNAc と NeuAc では乳酸や酢酸の cross-feed によるアセチル CoA 転移酵素経路 (*Eubacterium*, *Roseburia*, *Anaerostipes*) からの酪酸産生が特徴的であった。現在、*Bacteroides*, *Bifidobacteria* とプロピオン酸および酪酸産生菌との partnership を解析中である。Muc 分解は *Bacteroides* および *Parabacteroides* が主体であり、その SCFA 産生パターンは 3 種の Muc 糖鎖構成糖の中間的様相を呈していた。

(2) *Akkermansia muciniphila* の増殖がラットの腸管透過性および耐糖能に及ぼす影響について

肥満や二型糖尿病および潰瘍性大腸炎などの病態と *Akkermansia muciniphila* (AM) の関連性が注目されており、また先行研究より AM の投与 (probiotics) が耐糖能を改善するとの報告もある。当研究室ではエイ体表粘質物由来ムチン (EM, prebiotics) が AM を特異的に増殖させ、結腸ムチン層が薄層化することを見出した。そこで、本研究では prebiotics による AM の増殖が先行研究で認められた効果を再現するか、について検証した。低脂肪および高脂肪食に EM を添加した試験試料を 8 週間に渡りラットに摂取させ、糞便中の AM 数、経口投与した Cr-EDTA の尿中排泄率、糖負荷時の血糖・インスリン応答などを測定した。EM 摂取は低脂肪、高脂肪にかかわらず対照の 10 倍前後の AM の有意な増殖を示し、また高脂肪食群ではピーク血糖値上昇や血糖値減衰速度の低下が認められたが EM 摂取による影響はなかった。一方、

Cr-EDTA 尿中排泄率は低脂肪食群に比べ高脂肪食群で有意に高いものの、EM 摂取による影響はなく、解剖時の血中 LPS 濃度やタイトジャンクション mRNA 発現量も EM 摂取による変化は認められなかった。つまり、EM 摂取は結腸ムチン層を薄層化させるが腸管バリア機能に影響せず、一方、先行研究の知見である耐糖能の改善効果も認められなかった。

(3) 大腸発酵基質である食物繊維、消化抵抗性デンプンおよびムチンの発酵代謝産物についての比較研究 —ヒト糞便の嫌氣的連続培養試験から—

食物繊維 (DF)、消化抵抗性デンプン (RS) およびムチン (MU) はヒト大腸に流入する主要炭水化物であり、腸内細菌の発酵基質として利用される。その腸内細菌は発酵代謝産物として短鎖脂肪酸 (酢酸、プロピオン酸、酪酸) を生成する。これらは大腸上皮細胞のエネルギー源であると同時に、ヒストン脱アセチラーゼ (HDAC) の阻害を介した制御性 T 細胞 (Treg) の生成の調節、腸上皮細胞のバリアの修復、増強などの種々の大腸生理作用を発現する。本試験では、上記の発酵基質が大腸で生成する短鎖脂肪酸量とそのプロファイルを明らかにする目的で、ヒト糞便を用いた嫌氣的連続培養試験を行った。4 または 5 検体のヒト糞便を DF、RS および MU それぞれを基質としてジャーファーマンター内で嫌氣的連続培養を行った。また、培養開始 0, 1, 3, 6, 9, 12, 24, 36, 48 時間後にそれぞれサンプリングを行い、遠心分離をした後、上清には有機酸測定、沈殿物には総菌数測定を行った。培養 48 時間後の基質 1 g 当たりの SCFAs および総有機酸の産生量は基質間で差がなかった。しかし、プロピオン酸は $DF > MU > RS$ ($p < 0.05$) の順で、酪酸は $RS \geq DF, MU$ ($p = 0.154$) の関係にあった。試験に供した糞便の有機酸組成は DF と MU の中間の様相を呈することが明らかになった。

【 学術論文 】 5 件

- 1) Hino S, Mizushima T, Kaneko K, Kawai E, Kondo T, Genda T, Yamada T, Hase K, Nishimura N, Morita T. Mucin-derived O-glycans act as endogenous fiber and sustain mucosal immune homeostasis via short-chain fatty acid production in rat cecum. *J Nutr*, 150: 2656-2665 (2020).
- 2) Hino S, Nishimura N, Morita T. Hairy region concentrate of pectin strongly stimulates mucin secretion in HT29-MTX cells, but to a lesser degree in rat small intestine. *J Nutr Sci Vitaminol*, 66: 331-338 (2020).
- 3) Ishida Y, Hino S, Morita T, Ikeda S, Nishimura N. Hydrogen produced in rat colon improves in vivo reduction-oxidation balance due to induced regeneration of α -tocopherol. *Brit J Nutr*, 123: 537-544(2020).
- 4) Komuro Y, Kondo T, Hino S, Morita T, Nishimura N. Oral intake of slowly digestible α -glucan, isomaltodextrin, stimulates glucagon-like peptide-1 secretion in the small intestine of rats. *Brit J Nutr* 123: 619-626 (2020),
- 5) Hino S, Nishimura N, Morita T. Intestinal absorption of β -glucans and their effect on the Immune system. *J Dietetic Res Nutr*. (in press)

【 国内学会発表件数 】 3 件

生体膜の生物物理学

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: <https://www.shizuoka.ac.jp/masahito-yamazaki-la/>



【 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)、Farzana Hossain (電子工学研究所、ポスドク)

博士課程 : (7名) Md. Mamun Or Rashid (創造 D3)、Madhabi Lata Shuma (創造 D3)、Samiron Kumar Saha (創造 D3)、Farzana Hossain (創造 D3)、Md. Hazrat Ali (創造 D2-D3)、Md. Masum Billah (創造 D1-D2)

【 研究目標 】

生体膜は、脂質、膜蛋白質、細胞骨格(繊維状蛋白質)から構成される柔らかな超分子集合体である。この生体膜の構造・物性・機能を研究し、それらの複雑系を支配する物理法則を解明することが研究目的である。また、分子集団の空間的・時間的な自己秩序形成のメカニズムとそのシステムの解明のための研究も目標にしている。さらに、発見された新しい原理に基づいて、人工細胞や人工生体膜の創製を行う研究も行っている。ナノバイオサイエンス。

- (1) 生体膜の構造や機能を研究するための新しいイメージング方法を開発し、今まで検出できなかった物理量の直接的な測定により、生体膜の機能のメカニズムを明らかにする。
- (2) 我々が世界に先駆けて開発した単一巨大リポソーム法(単一GUV法)の方法論の発展と、それを用いた生体膜と外来分子との相互作用、および生体膜のダイナミクスや機能の研究。特に、抗菌ペプチドや蛋白質毒素による生体膜中のポア形成、および細胞透過ペプチドの機能のメカニズムの解明。
- (3) 人工細胞の構築とそれを用いた細胞機能やバイオ分子ネットワークの研究。

【 主な研究成果 】

- (1) 蛍光プローブなどでラベルされていない細胞透過ペプチド(CPP)の巨大リポソーム(GUV)内腔への侵入の検出方法の開発

蛍光プローブでラベルされたペプチドや蛋白質を用いて、ペプチド/蛋白質の膜との相互作用やペプチド/蛋白質の細胞内で挙動が研究されているが、蛍光プローブによるラベルがそれらの相互作用を変える場合が報告されている。したがって、ラベルされていないペプチド/蛋白質の挙動を調べる方法の開発が必要である。本研究では、蛍光プローブでラベルされていないCPPがGUVの内腔への侵入やそこでの濃度を検出する方法を初めて開発することに成功した。この方法では、高い濃度の蛍光プローブ・カルセインを含む100 nmの直径のリポソーム(LUV)を多く含むGUVを用いる。この状態は自己消光によりGUV内腔の蛍光強度は小さい。CPPがGUV内腔へ侵入して、LUVと相互作用してカルセインの漏れを誘起すると、自己消光が解消され蛍光強度が増大する。この方法を用いて、蛍光ラベルされていないCPPのトランスポーター 10

(TP10)のGUV内腔への侵入を共焦点レーザー顕微鏡を用いた単一GUV法により研究した。その結果、TP10はGUVの膜にポア形成をせずに膜を透過してGUV内腔に侵入することを見出した。TP10の侵入の時間経過をモニターすることができた。また、その侵入速度はペプチド濃度ともに増加した (*Biochemistry*, 59, 1780, 2020)。

(2) 抗菌ペプチド・マガイニン2のポア形成に対する膜電位の効果とそのメカニズム

マガイニン2 (Mag) のGUVの膜中のポア形成に対する膜電位の効果を、最近我々の研究室で開発された方法 (*Biophys. Rev.* 12, 339, 2020) を用いて研究した。ポア形成の速度定数 k_p は負の膜電位の増加とともに増加することを見出した。また、蛍光ラベルしたMag (CF-Mag) とGUVの相互作用を共焦点レーザー顕微鏡により観測すると、GUVの外側の単分子膜の膜界面でのCF-Mag濃度(χ_{OM})の時間変化を測定することが可能である。負の膜電位が増加するにつれて、 χ_{OM} は増大した。さらにこの結果を理論的に解析し、実験結果を合理的に説明することに成功した。この現象のメカニズムとして、負の膜電位の増大につれてCF-Magの外側の単分子膜の膜界面での濃度(χ_{OM})の増加が起こり、それが内側単分子膜の張力を増大させてポア形成の速度定数を増大させたと考えられる (*BBA- Biomembranes*, 1862, 183381, 2020)。

【 学術論文・著書 】

- 1)M. M. R. Moghal, F. Hossain, M. Yamazaki, “Action of antimicrobial peptides and cell-penetrating peptides on membrane potential revealed by the single GUV method”, *Biophys. Rev.*, 12, 339-348, 2020. (IF: 4.1)
- 2)M. L. Shuma, M. M. R. Moghal, M. Yamazaki, “Detection of the entry of nonlabeled transportan 10 into single vesicles”, *Biochemistry*, 59, 1780-1790, 2020.
- 3)A. D. Chowdhury, S. Sharmin, F. Nasrin, M. Yamazaki, F. Abe, T. Suzuki, E. Y. Park, “Use of target-specific liposome and magnetic nanoparticle conjugation for the amplified detection of nanovirus”, *ACS Applied Bio Materials*, 3, 3560-3568, 2020.
- 4)M. M. O. Rashid, M. M. R. Moghal, M. M. Billah, M. Hasan, M. Yamazaki, “Effect of membrane potential on pore formation by the antimicrobial peptide magainin 2 in lipid bilayers”, *BBA- Biomembranes*, 1862, 183381, 2020.
- 5)S. K. Saha, S. U. A. Shibly, M. Yamazaki, “Membrane tension in negatively charged lipid bilayers in a buffer under osmotic pressure”, *J. Phys. Chem. B.* 124, 5588-5599, 2020. (IF: 2.9)
- 6)F. Nasrin, A. D. Chowdhury, A. B. Ganganbonina, O. J. Achadu, F. Hossain, M. Yamazaki, E. Y. Park, “Fluorescent and electrochemical dual-mode detection of Chikungunya virus E1 protein using fluorophore-embedded and redox probe-encapsulated liposomes”, *Microchimica Acta*, 187, 674, 2020.
- 7)F. Hossain, H. Dohra, M. Yamazaki, “Effect of membrane potential on entry of lactoferricin B-derived 6-residue antimicrobial peptide into single *Escherichia coli* cells and lipid vesicles”, *J. Bacteriology*, 203, e00021-21, 2021.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本生物物理学会など10件

【 招待講演件数 】

- ・ 第58回日本生物物理学会年会(2020.9.17)

【 受賞・表彰 】

- ・ 第58回日本生物物理学会年会学生発表賞 (M. L. Shuma)

光合成生物の脂質分子生理学

准教授 粟井 光一郎 (AWAI Koichiro)

(主担当：理学部 生物科学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)

専門分野： 植物生理学、脂質生化学

E-mail address: awai.koichiro@shizuoka.ac.jp

homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/plant-lipid/>



【 研究室組織 】

教 員：粟井 光一郎

博士課程：Egi Tritya Apdila (創造科技院 D3)、Devi Bentia Effendi (創造科技院 D2)、
Idris Maliki (創造科技院 D1)

修士課程：M2 (2名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

我々は、光合成生物が光合成反応を行う場であるチラコイド膜を構成する膜脂質の生合成やその酵素をコードする遺伝子の解析を通して、膜脂質の生理機能、進化に関する研究を行っている。また、光合成生物を利用した、有用物質生産に関する研究も進めている。

【 主な研究成果 】

(1) 糸状性シアノバクテリアでの脂肪酸アルコール蓄積株の作出

光合成を行なうシアノバクテリアでは、単細胞性のものに加え、多細胞体制を持つ種が存在している。その中のいくつかの種では、空気中の窒素を栄養利用可能な様態（アンモニア）に変換する、窒素固定活性をもつものがある。そのうちのひとつ *Anabaena* sp. PCC 7120 は糸状性の細胞形態を持ち、窒素欠乏条件ではそのうちのいくつかの細胞を窒素固定に特化した細胞（ヘテロシスト）へ分化させる。ヘテロシストでは、窒素固定を担う酵素ニトロゲナーゼが働くが、この酵素が酸素感受性であるため、細胞の周りを囲むバリアを作り、外からの酸素流入を防いでいる。本論文では、このバリア構造を作る糖脂質（Hgl）の前駆体である脂肪アルコールを蓄積する株の作出を行った。Hgl 合成の最終反応はグルコース転移反応であり、その反応を触媒する酵素をコードする遺伝子の破壊株では、前駆体である脂肪アルコールが蓄積することを見出していた。そこで、脂肪アルコール高蓄積株を作出するため、ヘテロシスト形成に関与する2つの遺伝子、*hetN* と *patS* の遺伝子を破壊した株を作出した。*hetN* と *patS* 遺伝子の二重破壊株ではヘテロシスト形成がおかしくなり、その頻度が数倍に上がることが報告されている。上記脂肪アルコール蓄積株で *hetN* および *patS* 遺伝子を破壊したところ、野生株の3倍のヘテロシスト形成が確認された。しかし、脂肪アルコールの蓄積は1.5倍程度であったことから、培養方法の検討を行ったところ、通気培養によって3.3倍にまで高めることに成功した。今回開発した方法により、光合成と窒素固定能をもつ光合成生物での新たな脂肪アルコール合成を提案することができた (Munawaroh et al (2020) Front Plant Sci)。

(2) チラコイド膜脂質合成経路の進化

酸素発生型の光合成を行なう生物は、チラコイド膜と呼ばれる構造を持ち、そこで光合成の

電子伝達反応を行う。これは、植物の葉緑体だけではなく、共通の祖先をもつと考えられているシアノバクテリアにも保存されている仕組みである。チラコイド膜には共通してガラクト脂質と呼ばれる特徴的な糖脂質が存在し、およそ8割を占めている。しかし、原生のシアノバクテリアと葉緑体では、同じガラクト脂質を持つにも関わらず、その合成経路や反応を担う酵素が異なることがわかっている。植物では、ジアシルグリセロール (DAG) に UDP-ガラクトースから直接ガラクトースを転移することでガラクト脂質の一種、モノガラクトシルジアシルグリセロール (MGDG) を合成するが、シアノバクテリアでは、まず UDP-グルコースから DAG にグルコースを転移し、合成されたモノグルコシルジアシルグリセロール (GlcDG) をエピメラーゼによって異性化することで MGDG を合成する2段階反応を行う。葉緑体とシアノバクテリアで、なぜガラクト脂質の合成経路が異なるのか。その疑問に答えるため、原生のシアノバクテリアに植物型のガラクト脂質合成経路を導入し、内在性のガラクト脂質合成経路を破壊して植物型の合成経路に置き換えた株作出した。単離した遺伝子置き換え株を解析したところ、全く問題なく生育し、野生株と大きな違いが見られないことがわかった。つまり、少なくともシアノバクテリアにとってガラクト脂質の合成経路は重要ではなく、合成されたガラクト脂質そのものが重要であることがわかる。さらに、ガラクト脂質合成の前駆体である DAG の合成経路も葉緑体とシアノバクテリアで異なるが、こちらも植物型の合成経路でシアノバクテリア型の合成経路を相補できることがわかった。このようなシアノバクテリアの可塑性が、原始シアノバクテリアから葉緑体への進化を可能にしたのではないかと考えている (Apdila et al (2020) Plant Cell Physiol、Matsumoto and Awai (2020) Biochem Biophys Res Commun)。

【 今後の展開 】

本年度は現在主要テーマの一つである光合成膜 (チラコイド膜) の進化について、ガラクト脂質合成酵素に関する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、藻類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) **Inada T, Machida S, Awai K and Suzuki I** (2021) Production of hydroxy fatty acids and its effects on photosynthesis in the cyanobacterium *Synechocystis* sp. PCC 6803. Algal Res. 53: 102155.
- 2) **Apdila ET, Inoue S, Shimojima M and Awai K** (2020) Complete replacement of the galactolipid biosynthesis pathway with plant-type pathway in the cyanobacterium *Synechococcus elongatus* PCC 7942. Plant Cell Physiol. 61: 1661-1668.
- 3) **Munawaroh HSH, Apdila ET and Awai K** (2020) *hetN* and *patS* mutations enhance accumulation of fatty alcohols in the hglT mutants of *Anabaena* sp. PCC 7120. Front Plant Sci. 11: 804.
- 4) **Matsumoto T and Awai K** (2020) Adaptations in chloroplast membrane lipid synthesis from synthesis in ancestral cyanobacterial endosymbionts. Biochem. Biophys. Res. Commun. 528: 473-477.

【 招待講演件数 】

- ・ 第2回 脂質駆動学術産業創生研究部会 (2021年1月27日)

核酸化学・核酸局所構造の機能解明

准教授 大吉 崇文 (OYOSHI Takanori)
(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： 核酸化学、生物化学、生体機能関連化学
e-mail address: oyoshi.takanori@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/oyoshilaboratory/>



【 研究室組織 】

教 員：大吉 崇文

修士課程：M2（4名）、M1（2名）

【 研究目標 】

細胞内には遺伝情報を有する DNA と、DNA から転写された RNA という核酸が存在するが、核酸は構成される塩基配列によって様々な局所構造をする。グアニン豊富な核酸が形成するグアニン四重鎖はそのような局所構造の1つであり、細胞の寿命やガン化、筋萎縮性側索硬化症などの神経変性疾患に関わっていることが知られているが、そのグアニン四重鎖の機能や各疾患に関わる分子機構は不明である。その1つの理由に、グアニン四重鎖に結合するタンパク質がほとんど見出されていないことが挙げられる。そこで、グアニン四重鎖の機能解明を目的とし、グアニン四重鎖結合タンパク質の同定、およびこれらのタンパク質の核酸認識機構の解明、細胞内における機能解明に取り組んでいる。これらの知見をもとにしてグアニン四重鎖に関わる疾患との関係を明らかにすることを研究の方針とし、主に次の研究テーマに取り組んでいる。

- (1) 新規グアニン四重鎖結合タンパク質の同定
- (2) グアニン四重鎖結合タンパク質による核酸認識機構の解明
- (3) 新規グアニン四重鎖結合タンパク質の開発
- (4) グアニン四重鎖結合タンパク質の機能解明
- (5) グアニン四重鎖結合タンパク質による液滴形成機構の解明

【 主な研究成果 】

(1) 新規グアニン四重鎖結合タンパク質の同定

近年、DNA や RNA のさまざまな領域にグアニン四重鎖を形成する配列が見出されており、これらの核酸の機能にグアニン四重鎖構造が関わっていることが予想されているため、この構造が注目されている。しかし、グアニン四重鎖に結合するタンパク質はほとんど見出されていない。そこで、ヘミンによる酸化反応を用いて、グアニン四重鎖結合タンパク質中のチロシンを選択的にラベル化する手法の開発を行った(図1)。モデル系としてこれまでにテロメアのグアニン四重鎖に結合するタンパク質として知られている UPI を用いて、ヘミンはこのタンパク質のグアニン四重鎖結合依存的にタンパク質をラベル化する反応を活性化することがわかった。さらにこの反応を利用して、未知のグアニン四重鎖結合タンパク質を同定した。その結果、哺乳類細胞中の主に核小体に存在する Fibrillarlin が見出され、実際試験管内の細

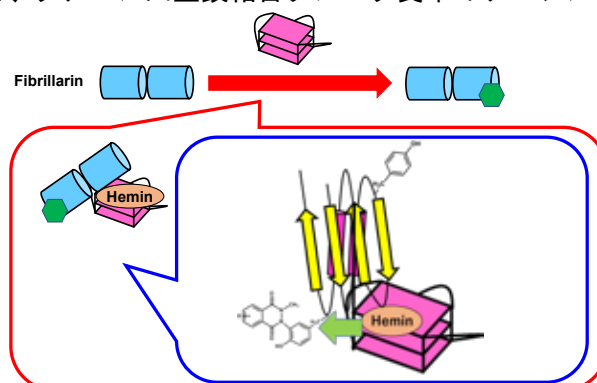


図1 ヘミンによるグアニン四重鎖結合タンパク質のラベル化

胞においてグアニン四重鎖に結合することがわかった。

(2) グアニン四重鎖結合タンパク質による核酸認識機構の解明

これまでにグアニン四重鎖に結合するタンパク質として見出されている多くのタンパク質中には、RNA 認識モチーフ (RRM) とアルギニン-グリシン-グリシン (RGG) 領域が見られる。しかし、これらの領域がどのように特定のグアニン四重鎖を認識するか、さらにはグアニン四重鎖構造を安定化もしくは不安定化される

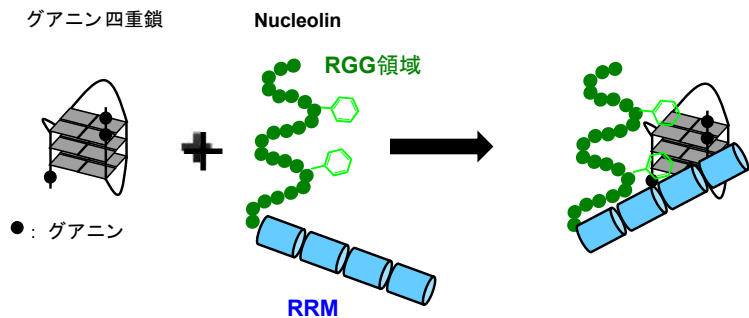


図2 Nucleolinによるグアニン四重鎖結合モデル

かわかっていなかった。そこで、これまでにグアニン四重鎖に結合することが知られている Nucleolin を用いて、このタンパク質中の RRM と RGG 領域の役割を解析した (図2)。その結果、RGG が直接グアニン四重鎖構造に結合して、RGG 中の芳香族アミノ酸がグアニン四重鎖の安定化に寄与していることがわかった。逆に RGG 中の芳香族アミノ酸をアラニン置換するとグアニン四重鎖を不安定化することから、アルギニン-グリシン-グリシン配列そのものはグアニン四重鎖に結合して不安定化することがわかった。一方、RRM はグアニン四重鎖の 5' 末端もしくは 3' 末端の 1 本鎖配列を認識して結合することがわかった。

【今後の展開】

新たに見出したグアニン四重鎖結合タンパク質をもとに、グアニン四重鎖に結合するタンパク質の認識機構をより詳細に解析する。さらに、これらのタンパク質の細胞内の機能を調べることで、グアニン四重鎖の機能を解明する。これらの知見をもとに、グアニン四重鎖 DNA や RNA の増加が原因となる神経変性疾患や、ガン化の促進と抑制に関わるグアニン四重鎖 DNA と RNA などに注目して、疾患との関係を明らかにすることを目指す。

【学術論文・著書】

- 1) Masuzawa, T., Sato, S., Niwa, T., Taguchi, H., Nakamura, H., Oyoshi, T. G-quadruplex-proximity protein labeling based on peroxidase activity. *ChemComm* 56, 11641-11644, 2020.
- 2) Oyoshi, T., Masuzawa, T. Modulation of histone modifications and G-quadruplex structures by G-quadruplex-binding proteins. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 531, 39-44, 2020.
- 3) Okita, H., Kato, Y., Masuzawa, T., Arai, K., Takeo, S., Sato, K., Mase, N., Oyoshi, T., Narumi, T. Stereoselective synthesis of Gly-Gly-type (E)-methylalkene and (Z)-chloroalkene dipeptide isosteres and their application to 14-mer RGG peptidomimetics. *RSC Adv.* 10, 29373-29377, 2020.
- 4) Bao, H.-L., Masuzawa, T., Oyoshi, T., Xu, Y. Oligonucleotides DNA containing 8-trifluoromethyl-2'-deoxyguanosine for observing Z-DNA structure. *Nucleic Acids Res.* 48, 7041-7051, 2020.

【国内学会発表件数】

- ・日本化学会 1 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

准教授 加藤 竜也 (KATO Tatsuya)
バイオサイエンス専攻 (主担当: 農学部 応用生命科学科及び
大学院総合科学技術研究科農学専攻 応用生物化学コース)
専門分野: 生物工学
e-mail address: kato.tatsuya@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/biotech/>



【 研究室組織 】

教 員: 朴 龍洙 (グリーン科学技術研究所教授)、加藤 竜也、
宮崎 剛亜 (グリーン科学技術研究所助教)

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

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

Indra Memdi Khoris (創科技院 D1、私費)、Jirayu Boonyakida (創科技院 D1、私費)

修士課程: M2 (5名)、M1 (3名)

学 部 生: B4 (8名)

【 研究目標 】

組換えタンパク質発現法は現在までに様々な系が確立されているが、昆虫を用いた発現法は昆虫のタンパク質生産能力から、組換えタンパク質の大量生産を可能にする発現法として期待されている。カイコを用いて、効率的にかつ大量に組換えタンパク質を生産し、さらに生産した組換えタンパク質をライフサイエンス全般の様々な分野に応用することを目指している。

- (1) カイコを用いた効率的な組換えタンパク質生産
- (2) カイコ-BmNPV バクミド発現系の改良
- (3) BmNPV ディスプレイ法の応用
- (4) カイコに感染する *Cordyceps militaris* に関する研究
- (5) *Ashbya gossypii* のリボフラビン生産に関する研究

【 主な研究成果 】

(1) カイコを用いた効率的な組換えタンパク質生産

カイコ幼虫やサナギを用いて、*Neospora caninum* の抗原タンパク質を2種類提示させたニワトリ肉腫ウイルス様粒子 (学術論文 3) や、デングウイルス様粒子 (学術論文 4) の調製に成功した。ホワイトスポット症候群ウイルスの抗原タンパク質 VP15 と VP19 についてもカイコ幼虫で発現に成功し、ホワイトスポット症候群ウイルスに対するエビワクチンとしての効果を調査した (学術論文 2)。また、カイコサナギを用いて放射性同位元素で標識された組換えヒト IgG 抗体の調製にも成功した (学術論文 5)。

(2) カイコに感染する *Cordyceps militaris* に関する研究

Cordyceps militaris が産生するコルジセピンについて、コルジセピンがカイコ幼虫に与える影響を調査した (学術論文 6)。コルジセピンをカイコ幼虫に注射することでカイコ幼虫の成長が阻害されるとともに、昆虫病原性糸状菌のカイコへの感染を促進することが明らかになった。またコルジセピンを注射することで、カイコ脂肪体細胞においてセリンプロテアーゼ阻害

タンパク質遺伝子や、クチクラタンパク質の発現が減少していることが明らかになった。

(3) *Ashbya gossypii* のリボフラビン生産に関する研究

以前に不均衡変異導入法により単離された *Ashbya gossypii* リボフラビン過剰生産株のゲノム解析を行った (学術論文 1)。全遺伝子内に 32 個のホモザイガス変異と 1377 個のヘテロザイガス変異が確認された。また、リボソーム RNA 遺伝子反復配列の数が過剰生産株で増加していることが明らかとなった。

【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, Azegami J, Yokomori A, Dohra H, El Enshasy HA, Park EY. “Genomic analysis of a riboflavin-overproducing *Ashbya gossypii* mutant isolated by disparity mutagenesis.” BMC Genomics 21(1), 319, 2020.
- 2) Boonyakida J, Xu J, Satoh J, Nakanishi T, Mekata T, Kato T, Park EY. “Antigenic properties of VP15 from white spot syndrome virus in kuruma shrimp *Marsupenaeus japonicus*.” Fish Shellfish Immunol. 101, 152-158, 2020.
- 3) Kato T, Machida Y, Takemura K, Xu J, Park EY. “Preparation of divalent antigen-displaying enveloped virus-like particles using a single recombinant *Bombyx mori* nucleopolyhedrovirus bacmid in silkworms.” J. Biotechnol. 323, 92-97, 2020.
- 4) Utomo DIS, Pambudi S, Sjatha F, Kato T, Park EY. “Production of dengue virus-like particles serotype-3 in silkworm larvae and their ability to elicit a humoral immune response in mice.” AMB Express 10(1), 147, 2020.
- 5) Yagi H, Yanaka S, Yogo R, Ikeda A, Onitsuka M, Yamazaki T, Kato T, Park EY, Yokoyama J, Kato K. “Silkworm pupae function as efficient producers of recombinant glycoproteins with stable-isotope labeling.” Biomolecules 10(11), 1482, 2020.
- 6) Kato T, Nishimura K, Suparmin A, Ikeo K, Park EY. “Effects of cordycepin in *Cordyceps militaris* during its infection to silkworm larvae.” Microorganisms 9(4), 681, 2021.

【国内学会発表件数】

- ・ 日本農芸化学会第 187 回中部支部例会 2 題
- ・ 日本農芸化学会 2021 年度大会 2 題

植物の環境応答の分子メカニズム

准教授 木寄 暁子 (KOAZAKI Akiko)
(主担当: 理学部 生物科学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)
専門分野: 植物分子生物学、植物生理学
e-mail address: kozaki.akiko@shizuoka.ac.jp



【 研究室組織 】

教 員: 木寄 暁子

博士課程: 青柳 拓也 (創造科技院 D2)、Khan MD Saiful Islam (創造科技院 D2)

修士課程: M2 (1名)

【 研究目標 】

我々は、環境シグナルに応答して植物の発生、成長がどのように反応するかを、分子レベルで明らかにすることを目的としている。

- (1) 光や温度などの環境シグナルによる、発芽制御メカニズムの解明
- (2) 光や温度などの環境シグナルによる、初期成長制御メカニズムの解明
- (3) 植物 S6 キナーゼ活性化機構と機能の解明
- (4) 植物油脂合成制御メカニズムの解明

【 主な研究成果 】

(1) INDETERMINATE DOMAIN (IDD) 転写因子と GRAS 転写因子による遺伝子発現調節の解析

IDD 転写因子と GRAS 転写因子の相互作用による、下流遺伝子発現制御について解析し、そのメカニズムを明らかにした (文献 1)。

(2) ストレスによる発芽抑制条件における硝酸塩による発芽促進メカニズムの解明

塩や高濃度の糖による発芽抑制は硝酸塩により抑制が緩和できるが、アブシジン酸 (ABA) や浸透圧 (マンニトール) による発芽抑制は緩和できないことを明らかにした。さらに、ストレス下で硝酸塩を加えることで、ABA 分解酵素遺伝子の他に、ジベレリン合成酵素遺伝子や発芽促進に働く SPATULA 遺伝子の発現が促進されることを明らかにした (文献 2)。

(3) 植物 S6 キナーゼ (S6K) 2 による発芽制御の解析

シロイヌナズナ S6K2 の T-DNA ライン (*s6k2*) を用いて発芽試験を行った結果、塩や ABA などのストレス条件では *s6k2* の発芽は抑制されたが、高濃度の糖や高温による発芽抑制条件下では、*s6k2* は野生型より高い発芽率を示すことを明らかにした。

【 今後の展開 】

光や温度による発芽制御や初期成長制御については、その分子ネットワークをさらに解析することにより、種子や実生における光や温度シグナル伝達系を明らかにする。また、S6K も IDD 転写因子もストレス応答に関与していることがわかってきたので、ストレス応答の研究も展開していきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) Aoyanagi, T., Ikeya, S., Kobayashi, A., and Kozaki, A (2020) Gene regulation via the combination of transcription factors in the INDETERMINATE DOMAIN and GRAS families. *Genes* 11(6), 613.
- 2) Ikeya, S., Aoyanagi, T., Ishizuka, I., Takeuchi, A., and Kozaki, A. (2020) Nitrate Promotes Germination Under Inhibition by NaCl or High Concentration of Glucose. *Plants* 9(6): 707.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 植物生理学会にて 1 件
- ・ 植物学会にて 1 件

【 国際学会発表件数 】

- ・ Plant Biology Worldwide Summit の年会のオンライン版

微生物の産生する生理活性物質

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：D3 (1名)

修士課程：M2 (3名)

学 部 生：B4 (3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) 新規環状ペプチドの異宿主生産

放線菌のゲノム情報の中から新規ペプチドの生合成遺伝子クラスターを見出した。そこで、PCR法により、クラスターの DNA 断片の増幅を行い、発現ベクターに組み込み、大腸菌での生産を行った。大腸菌を培養後、有機溶媒で抽出し、HPLC でペプチドの分離を行った。精製されたペプチドの構造を NMR および ESI-MS を用いて決定した。新規ペプチドであるため prunipeptin と命名した。

【 今後の展開 】

まだまだ、未発見の生理活性物質は天然に多く存在する。特に、次世代シーケンサーの発達によってゲノム情報が蓄積しつつある。今後、ゲノムマイニングを行い、顕著な抗菌活性を有する物質の発見を行いたい。また、同時に、有用物質の生産量を目的に、大腸菌を用いた異宿主発現を行い、有用物質生産を行っていきたい。

【 学術論文・著書 】

原著論文(*責任著者)

- 1)Unno K, Nakagawa H, Kodani S*Heterologous production of new protease inhibitory peptide marinostatin E.*Biosci Biotechnol Biochem.* 2021 Jan 7;85(1):97-102.

- 2)Unno K, Kodani S*Heterologous expression of cryptic biosynthetic gene cluster from *Streptomyces prunicolor* yields novel bicyclic peptide prunipeptin.**Microbiol Res.** 2021 Mar;244:126669.
- 3)Suzuki M, Komaki H, Kaweewan I, Dohra H, Hemmi H, Nakagawa H, Yamamura H, Hayakawa M, Kodani S*Isolation and structure determination of new linearazole-containing peptides spongiicolazolicins A and B from *Streptomyces* sp. CWH03.**Appl Microbiol Biotechnol.** 2021 Jan;105(1):93-104.
- 4)Fuwa H, Hemmi H, Kaweewan I, Kozaki I, Honda H, Kodani S*Heterologous production of new lasso peptide korensin based on genome mining.**J Antibiot (Tokyo).** 2021 Jan;74(1):42-50.
- 5)Kodani S*, Unno K.How to harness biosynthetic gene clusters of lasso peptides.**J Ind Microbiol Biotechnol.** 2020 Oct;47(9-10):703-714.

【 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 3件

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

准教授 茶山 和敏 (SAYAMA Kazutoshi)
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： 動物情報機能学
e-mail address: sayama.kazutoshi@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/abc/sayama/index.html>



【 研究室組織 】

教 員：茶山 和敏

博士課程：D3 (1名)

修士課程：M1 (1名)、M2 (3名)

【 研究目標 】

哺乳動物の乳汁(ミルク)中の免疫情報伝達物質、特にケモカインの新生児の成長への関与、および、疾病モデルマウスを用いた種々の疾病に対する食品成分の機能性について、応用を目指した基礎研究を進めています。

現在行っている実際の研究内容は以下の通りです。

1. 哺乳類の母乳中免疫成分の機能性に関する研究

マウスを用いて、母乳中の免疫関連成分、特にケモカインの同定および定量を行うとともに、人工乳にケモカインを添加して、新生児の成長に対する効果を検討しています。また、ケモカインのノックアウトマウスを作製して、そのケモカインの生理学的機能性を検討するとともに、新生仔における役割を解析しています。

2. 種々の食品成分が持つ生体に対する様々な効果の解明に関する研究

- (1) メタボリックシンドローム(肥満、動脈硬化症等)に対する食品成分の効果
- (2) 自己免疫発症に対する食品成分の効果

3. 老化による腸管免疫機能の変化とその低下に関する研究

マウスを用いて、老化による腸管内のケモカイン発現の変化とそれに伴う腸管内IgA産生能の変化について詳しく検討を進めています。

【 主な研究成果 】

(1) 母汁中ケモカインの存在とその役割の解明

マウス母汁中に数種のケモカインが存在し、成長及び免疫機能の促進作用を有することを明らかにしている。

(2) メタボリックシンドローム(肥満、動脈硬化症等)に対する食品成分の効果

緑茶カテキンの主要成分であるEGCGとカフェインの組み合わせが肥満および摂食を顕著に抑制することを明らかにした。その他、マグロエラスチンが血糖値上昇抑制作用を有することを報告している。

(3) 老化に伴う消化器官のケモカイン発現の変化および腸管免疫機能の低下に関する研究

老化によって、腸管内の種々のケモカイン類の発現が変化し、それに伴って、腸管免疫機能が低下していることを明らかにした。

【 今後の展開 】

我々は上記のように、乳汁中ケモカインによる新生児成長及び免疫機能の促進機構、老化による腸管内の種々のケモカイン類の発現の変化と腸管免疫機能の低下、食品成分によるメタボリックシンドローム発症予防及び治療の研究を進めている。当面の今後の研究展開としては、これまでに得られた結果のより詳細な検討や発症抑制作用のメカニズムの解明などを進めていく予定である。

【 学術論文・著書 】

- 1) Nagafusa H., K. Sayama. Age-related chemokine alterations affect IgA secretion and gut immunity in female mice. *Biogerontology*, 2020,20(5), 609-618, doi.org/10.1007/s10522-020-09877-9. 査読有、IF:3.805
- 2) Iwamoto R, Takahashi T, Yoshimi K, Imai Y, Koide T, Hara M, Ninomiya T, Nakamura H, Sayama K, Yukita A (2020) Chemokine ligand 28 (CCL28) negatively regulates trabecular bone mass by suppressing osteoblast and osteoclast activities. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 2021 Mar 15. doi: 10.1007/s00774-021-01210-9. 査読有、2.3.

【 特許等 】

- 1) 免疫機能発達促進剤および成長促進剤、発明者：茶山和敏、出願番号：特願 2017-524858、登録日：令和 2 年 11 月 25 日

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本骨代謝学会など、2 件

環境と生体の分子調節機構

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

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

修士課程：M1 (2名)

【 研究目標 】

動物の生息環境と生体調節機構との関係について、主に神経・内分泌的な機構に着目し研究を行っている。また、脊椎動物が水中棲から陸上棲、変温動物から恒温動物へと進化してきた中で生体調節機構の変化がどのように関わっているかを明らかにしたいと考えている。現在取り組んでいる研究テーマは以下の通りである。

- (1) 外部環境変化に対する間脳視床下部-脳下垂体-副腎/甲状腺系による調節とその進化
- (2) 両生類の極限環境順応機構の解明
- (3) 温度変化に対応する脳内物質の同定とその作用機序の解明

【 主な研究成果 】

(1) 脳下垂体ホルモンであるプロラクチン (PRL) の両生類特異的な機能の解明

PRLは脊椎動物全般がもつ多機能ホルモンであり、両生類においても変態の調節、生殖行動の促進、浸透圧調節などに関わっていることが知られる。これまでに、ウシガエル幼生の脳下垂体において、既知のPRL (PRL1A)に加えて新規のPRL (PRL1B)のmRNAおよびタンパク質が発現していることを明らかにした。今年度は、2タイプのPRLがカエルの脳下垂体以外に消化管でも発現していることを明らかにし、PRLが末梢器官でも合成され特異的に機能している可能性を示した。

(2) 寒冷環境に対する両生類の適応機構の解明

ウシガエルの幼生は冬季には変態の進行を停止させ、幼生の状態で越冬するという特徴的な過程を経て成長する。これは、餌が乏しく生存が困難な時期に変態が進行することを防ぐメカニズムが存在すると考えられるが、その詳細は明らかになっていない。越冬中の幼生において、変態の調節に関わる視床下部および下垂体ホルモンのmRNA発現レベルが春～夏季にかけて変態進行中の幼生と比較すると上昇あるいは低下していることが明らかとなった。これらの因子が複合的に関わることにより、最適な時期に変態が完了するように調節されていると考えられる。また、生体においても春～夏季と冬季で発現レベルが変動する視床下部ホルモン・下垂体ホルモンが存在することがわかり、生体の低温耐性にもこれらの因子が関与している可能性がある。

【 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) Kikuyama, S., Okada, R., Hasunuma, I., Nakada, T., 2021. Development of the hypothalamo–hypophyseal system in amphibians with special reference to metamorphosis. *Mol. Cell Endocrinol*, 524, 111143

【 国内学会発表件数 】

・ 日本動物学会 2 件

微生物を用いたナノバイオテクノロジー

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、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
研究補佐員 : 1名
技術パート職員 : 1名
修士課程 : M2 (1名)、M1 (3名)
学 部 生 : B4 (3名)、B3 (4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) 膜小胞過剰生産株における膜小胞形成機構の解明
- (2) バイオフィームにおける膜小胞形成誘発機構の解明
- (3) 膜小胞を介した微生物-動物細胞間相互作用機構の解明
- (4) プロバイオティクス細菌が形成する膜小胞を用いたワクチン開発

【 主な研究成果 】

(1) 膜小胞過剰生産株における膜小胞形成機構の解明

膜小胞過剰形成細菌 *Buttiauxella agrestis* においてランダム遺伝子欠損株集団を構築し、膜小胞形成に関わる遺伝子を特定した。他の *Buttiauxella* 属細菌とのゲノム比較により、*Buttiauxella* 属細菌で膜小胞形成能が高い要因を紐解くための鍵となる因子を見出した。

(2) バイオフィームにおける膜小胞形成誘発機構の解明

細菌はバイオフィーム状態で膜小胞放出が誘発されるが、その機構は明らかになっていない。モデル細菌として緑膿菌を用いてその機構解析を行ったところ、酸化ストレスを介した新規膜小胞誘導プロセスの存在が明らかとなった。また、ランダム遺伝子欠損株集団を用いた解析により、バイオフィーム特有で発揮される膜小胞形成誘発に関わる因子が特定された。

(3) 膜小胞を介した微生物-動物細胞間相互作用機構の解明

細菌は感染時に宿主の上皮細胞にバイオフィームを形成するが、バイオフィーム状態で形成される膜小胞が宿主細胞に与える影響は明らかになっていない。緑膿菌バイオフィーム時に形成される膜小胞を用いて解析を行ったところ、リポ多糖が免疫応答を活性化に寄与することが示された。

(4) プロバイオティクス細菌が形成する膜小胞を用いたワクチン開発

プロバイオティクス大腸菌 EcN を用いて、病原細菌に対するワクチン開発を目指した。病原性多糖合成遺伝子を EcN に異種発現させ、多糖合成が EcN で行われることを示した。

【 今後の展開 】

膜小胞形成誘発に関わる因子が特定されたので、今後はその機構詳細の解明を目指す。また、膜小胞のワクチンとしての実用化を目指し、特定の分子を膜小胞に提示する技術を確立するとともに、改変型膜小胞の安全性と免疫誘発効果を検証する。

【 学術論文・著書 】

- 1) FAA. Aziz, K. Suzuki, M. Honjo, K. Amano, ARJB. Mohd Din, Y. Tashiro, H. Futamata. “Coexisting mechanisms of bacterial community are changeable even under similar stable conditions in a chemostat culture”. **J. Biosci. Bioeng.** 131:77-83 (2021)
- 2) FAA. Aziz, K. Suzuki, K. Amano, R. Moriuchi, H. Dohra, Y. Tashiro, H. Futamata. “Draft genome sequence of phenol-degrading *Variovorax boronicumulans* strain c24”. **Microbiol. Res. Announc.** 9:e-00597-20 (2021)
- 3) K. Takaki, YO. Tahara, N. Nakamichi, Y. Hasegawa, M. Shintani, M. Ohkuma, M. Miyata, H. Futamata, Y. Tashiro. “Multilamellar and multivesicular outer membrane vesicles produced by a *Buttiauxella agrestis* *tolB* mutant”. **Appl. Environ. Microbiol.** 86:e01131-20 (2020)

【 解説・特集等 】

- 1) 中道菜緒、田代陽介「バイオフィルムの形成機構・薬剤耐性と制御技術」PHARM STAGE 20:65-69 (2020)
- 2) 田代陽介「バイオフィルムの形成と除去技術」科学と工業 94:88-92 (2020)

【 国内学会発表件数 】

・日本農芸化学会、日本膜学会等 13 件（招待講演 8 件、一般講演 5 件）

【 招待講演件数 】

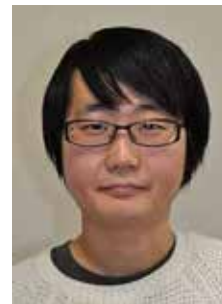
- 1) 日本農芸化学会年会シンポジウム (2021. 3. 20)
- 2) 日本農芸化学会年会受賞講演 (2021. 3. 19)
- 3) 日本ゲノム微生物学会年会シンポジウム (2021. 3. 5)
- 4) 静岡大学食品・生物産業創出拠点研究会ビデオ配信 (2021. 3. 5-19)
- 5) 日本分子生物学会年会シンポジウム (2020. 12. 2)
- 6) 日本生物物理学会年会シンポジウム (2020. 9. 17)
- 7) 日本生化学会年会シンポジウム (2020. 9. 15)
- 8) 日本生物工学会年会シンポジウム (2020. 9. 3)

【 受賞・表彰 】

- 1) 田代陽介、日本農芸化学奨励賞 (2021 年 3 月)
「細菌が生産する小胞の機能と形成機構に関する研究」
- 2) 高原翠夏人 (M1)、日本農芸化学会中部支部学術奨励賞 (2020 年 9 月)
「バイオフィルム由来膜小胞による免疫応答促進」

光合成微生物の光応答戦略解明とその応用利用

講師 成川 礼 (NARIKAWA Rei)
バイオサイエンス専攻 (主担当: 理学部 生物科学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)
専門分野: 光生物学
e-mail address: narikawa.rei@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://narikawa-lab.wixsite.com/narikawa-laboratory>



【 研究室組織 】

教 員: 成川 礼
博士課程: 三宅 敬太 (創造科技学院 D2)
修士課程: M2 (1名)、M1 (1名)
学 部 生: 3名

【 研究目標 】

生命と環境との相互作用を理解するという枠組みにおいて、光合成微生物と光に着目し、光合成微生物の光応答戦略を原子から細胞集団レベルで解明することを目標としている。中でも、光合成原核生物であるシアノバクテリアが有する光受容体群・シアノバクテリオクロムに着目している。また、発見した光受容体の特質を鑑みて、蛍光イメージングやオプトジェネティクスに資する分子の開発も進めている。特に、哺乳類個体で応用利用可能な分子の開発を目標としている。具体的な研究テーマ

- (1) シアノバクテリア *Acaryochloris marina* の光質応答システムの解明
- (2) BV 結合型シアノバクテリオクロムの分子基盤解明と応用利用
- (3) 多様な光質を感知するシアノバクテリオクロム開発によるマルチカラー光制御系の確立
- (4) シアノバクテリオクロムが結合するピリン色素合成系の機能解析

【 主な研究成果 】

(1) シアノバクテリア *Acaryochloris marina* の光質応答システムの解明

A. marina は、遠赤色光と橙色光を光合成に利用するため、それぞれの単色光で培養し、光質に対する応答を RNA-seq と電顕観察により解析した (Kashimoto et al. *J. Gen. Appl. Microbiol.*)。

(2) BV 結合型シアノバクテリオクロムの分子基盤解明と応用利用

前年度、BV 結合型シアノバクテリオクロムの分子基盤を解明し、その知見を基に哺乳類個体内部の蛍光イメージングに資する分子を開発したが、その分子のさらなる改変により、吸収波長を長波長化することに成功した (Fushimi & Hoshino et al. *Int. J. Mol. Sci.*)。

(3) 多様な光質を感知するシアノバクテリオクロム開発によるマルチカラー光制御系の確立

培養細胞レベルで精緻に光制御するために、多重制御系の構築に取り組んでいる。AM1_1499g1 という分子を基盤に、段階的に変異を導入することで、計 8 種類の異なる光質に応答する光感知分子を創出し (Fushimi et al. *PNAS*)、それらの詳細な色調節機構や暗反転機構を解明した (Fushimi et al. *Photochem. Photobiol. Sci.*, Fushimi & Narikawa *Biochem. J.*)。

(4) シアノバクテリオクロムが結合するピリン色素合成系の機能解析

A. marina が、例外的に二つの色素合成酵素を有し、それぞれが機能分化し、その 1 つが長波長の光質を感知するための色素を供給している可能性を見出した (Miyake et al. *FEBS J.*)。

【 今後の展開 】

A. marina というユニークな生物の特異な光環境での生育による人工進化実験と、そのゲノム解析を進める。また、光受容体の改変を行ってきたが、結合色素合成酵素の改変にも取り組む。

【 学術論文・著書 】

- 1)Fushimi K, **Narikawa R***. Unusual ring D fixation by three crucial residues promotes phycoviolobin formation in the DXCF-type cyanobacteriochrome without the second Cys. *Biochem. J.*, 478, 1043-1059 (2021).
- 2)Kirpich JS, Chang CW, Franse J, Yu Q, Escobar FV, Jenkins AJ, Martin SS, **Narikawa R**, Ames JB, Lagarias JC, Larsen DS. Comparison of the Forward and Reverse Photocycle Dynamics of Two Highly Similar Canonical Red/Green Cyanobacteriochromes Reveals Unexpected Differences. *Biochemistry*, 60, 274-288 (2021).
- 3)Fushimi K, Hoshino H, Shinozaki-Narikawa N, Kuwasaki Y, Miyake K, Nakajima T, Sato M, Kano F, **Narikawa R***. The Cruciality of Single Amino Acid Replacement for the Spectral Tuning of Biliverdin-Binding Cyanobacteriochromes. *Int. J. Mol. Sci.*, 21, 6278 (2020).
- 4)Fushimi K, Matsunaga T, **Narikawa R***. A photoproduct of DXCF cyanobacteriochromes without reversible Cys ligation is destabilized by rotating ring twist of the chromophore. *Photochem. Photobiol. Sci.*, 19, 1289-1299 (2020).
- 5)Fushimi K, Hasegawa M, Ito T, Rockwell NC, Enomoto G, Ni-Ni-Win, Lagarias JC, Ikeuchi M, **Narikawa R***. Evolution-inspired design of multicolored photoswitches from a single cyanobacteriochrome scaffold. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 117, 15573-15580 (2020).
- 6)Enomoto G, Kamiya A, Okuda Y, **Narikawa R**, Ikeuchi M. Tlr0485 is a cAMP-activated c-di-GMP phosphodiesterase in a cyanobacterium *Thermosynechococcus*. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 66, 147-152 (2020).
- 7)Kashimoto T, Miyake K, Sato M, Maeda K, Matsumoto C, Ikeuchi M, Toyooka K, Watanabe S, Kanesaki Y, **Narikawa R***. Acclimation process of the chlorophyll d-bearing cyanobacterium *Acaryochloris marina* to an orange light environment revealed by transcriptomic analysis and electron microscopic observation. *J. Gen. Appl. Microbiol.*, 66, 106-115 (2020).
- 8)Miyake K, Fushimi K, Kashimoto T, Maeda K, Ni-Ni-Win, Kimura H, Sugishima M, Ikeuchi M, **Narikawa R***. Functional diversification of two bilin reductases for light perception and harvesting in unique cyanobacterium *Acaryochloris marina* MBIC 11017. *FEBS J.*, 287, 4016-4031 (2020).

【 解説・特集等 】

- 1)Fushimi K, **Narikawa R**. Phytochromes and Cyanobacteriochromes: Photoreceptor Molecules Incorporating a Linear Tetrapyrrole Chromophore. *Adv. Exp. Med. Biol.*, 1293, 167-187 (2021).
- 2)伏見圭司, **成川礼*** シアノバクテリオクロムの進化的系譜から着想を得た多彩な光変換分子の合理的設計 光合成研究, 30, 96-109 (2020).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本分子生物学会、日本癌学会など 4 件

(7)環境サイエンス部門

部門長 木村 浩之

1. 部門の研究内容と目標

環境サイエンス部門では、2020年7月に統合バイオサイエンス部門の新谷政己准教授(工学領域)が部門変更によりメンバーに加わった。また、2020年10月には三井雄太講師(理学領域)が新メンバーとして加わった。2020年10月から環境サイエンス部門は15名の教員から構成されている。

本部門では、化学工学、生物科学、環境学、海洋生物学、古生物学、地球科学、地震・防災といった分野の基礎科学から人間の社会生活と密接に関連する分野まで幅広く研究している。個々の研究テーマには、地球環境での物質循環、温暖化にともなう炭素動態、地球環境の微生物・原生生物・プランクトン・動物・植物の生態、生物多様性・進化、複合微生物系におけるプラスミドの動態、人間行動・マイクロ経済学に関する理論およびモデル研究、環境因子に対する内分泌系応答の分子機構に関する研究がある。また、地球科学分野においては地殻変動や岩石・鉱物流動変形、地震・防災に関する研究、地域に根ざした研究として津波堆積物および分散型エネルギーについての研究がある。

2. 教員名と主なテーマ

- ・ 藤原 健 智 : 窒素サイクルに関する微生物生化学
- ・ 木村 浩 之 : 地下圏微生物の生態解明と新エネルギー開発
- ・ 川本 竜 彦 : 地球内部流体論
- ・ 北村 晃 寿 : 第四紀環境変動学
- ・ 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
- ・ 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
- ・ 新谷 政 己 : 複合微生物系における接合伝達性プラスミドの動態追跡
- ・ 鈴木雄太郎 : 化石生物・三葉虫の進化形態学的研究
- ・ DUR GAEL : プランクトンの生態学
- ・ 三井 雄 太 : 固体地球変動の物理
- ・ 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た。

(2)研究フォーラム・講演会の実施

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、光医工学研究科、未来の科学者養成スクールが共催する国際シンポジウム The 7th International

Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2021 (ISFAR-SU2021) を令和 3 年 3 月 5 日に開催した。なお、昨今のコロナウイルス感染症の状況を勘案し、Zoom にて開催した。本シンポジウムは今回が 7 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、ナノマテリアル、情報科学、環境浄化、グリーンバイオ科学、ウイルス学を中心とする研究分野において、アジア、北米の各地域及び国内の研究者が参加した。

4. 特記事項（受賞、新聞掲載、招待講演など）

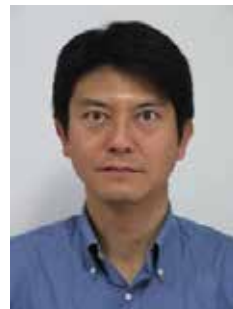
- ・ 三井講師の「巨大地震と噴火 関係ある？ 乏しいデータかき集め防災に」の記事が朝日新聞に掲載された(令和 2 年 7 月 4 日)。
- ・ 北村教授が 2020 年度日本第四紀学会学術賞(日本第四紀学会)「貝化石・有孔虫化石の複合群集解析による日本本島の島嶼化過程および東海地震の履歴の研究」を受賞(令和 2 年 7 月 9 日)。
- ・ 北村教授の「永長東海地震で海底地滑りか 静大調査「津波、数秒で襲来も」」の記事が静岡新聞に掲載された(令和 2 年 8 月 31 日)。
- ・ 北村教授の「海底地滑り津波被害増大 静岡大など調査 駿河湾 1000 年以降 2 回」の記事が北海道新聞に掲載された(令和 2 年 8 月 31 日)。
- ・ 北村教授の「津波 5000 年で 4 回襲来 駿河湾 海底地すべりで被害増も」の記事が河北新聞に掲載された(令和 2 年 9 月 1 日)。
- ・ 北村教授の「海底地すべり被害増大 駿河湾 過去 5000 年で津波4回」の記事が中日新聞に掲載された(令和 2 年 8 月 31 日, 9 月 1 日)。
- ・ 北村教授の「海底地すべりで大津波発生」の記事が日本経済新聞に掲載された(令和 2 年 9 月 7 日)。
- ・ 北村教授の「海底地滑りで被害増大」の記事が岩手新聞に掲載された(令和 2 年 9 月 7 日)。
- ・ 新谷准教授が日本進化学会第 22 回オンライン大会にて「可動性遺伝因子とその宿主の相互作用」の企画シンポジウムを開催した(令和 2 年 9 月 8 日)。
- ・ 川本教授の識者の話として「有馬の温泉湧かすホットプレート」の記事内で読売新聞に掲載された(令和 2 年 9 月 15 日)。
- ・ 三井講師の指導学生の山佳典史君が日本測地学会第 134 回講演会で「学生による講演会優秀発表」を受賞した(令和 2 年 10 月 23 日)。
- ・ 北村教授が静岡大学・読売新聞連続市民講座 2020「静岡学事始め第二章 ～歴史と大地の“層”を紐解く～」にて「静岡県における過去数千年間の地震・津波の履歴」の講演を行った(令和 2 年 10 月 31 日)。
- ・ 北村教授の「静岡県における過去数千年間の地震・津波の履歴」の記事が読売新聞に掲載された(令和 2 年 11 月 1 日, 11 月 14 日)。
- ・ 木村教授が静岡大学・読売新聞連続市民講座 2020「静岡学事始め第二章 ～歴史と大地の“層”を紐解く～」にて「駿河湾海底堆積物からの贈り物、メタン！～基礎研究から社会実装まで～」の講演を行った(令和 2 年 11 月 21 日)。
- ・ 木村教授の「地層に眠るメタン活用」の記事が読売新聞に掲載された(令和 2 年 11 月 22 日)。

- 木村教授の「温泉地 メタンで発電。エネルギー供給 災害時も」の記事が読売新聞に掲載された(令和2年12月5日)。
- 川本教授が、NHK 総合テレビジョンの「プラタモリ」の制作取材協力者として放映された(令和2年12月12日)。
- 新谷准教授がタイ王国チュラロンコン大学にてスペシャルレクチャー「New insights of broad host range plasmids belonging to the IncP and PromA groups」(オンライン)行った(令和3年2月3日)。
- 木村教授の「川根温泉 温泉とともに湧出するガスを活用。コージェネでホテルなどにエネ供給」の記事が月刊エネルギーフォーラムに掲載された(令和3年2月5日)。
- 新谷准教授が2021年度日本農芸化学会にて「微生物の進化・適応の原動力となるプラスミドの接合伝達現象」の企画シンポジウムを開催した(令和3年3月19日)。
- 川本教授の科学者の本棚 静岡大サイエンスカフェから(1)「科学者という仕事 独創性はどのように生まれるか」(酒井邦嘉著)の書評「成功の秘けつ『運・鈍・根』」が静岡新聞に掲載された(令和3年3月1日)。

以上

地下圏微生物の生態解明と新エネルギー開発

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、付加体の深部帯水層に存在する嫌気性の地下水（非火山性の温泉）、温泉付随ガス（主にメタン）、地下水に含まれる微生物群集を対象とした基礎研究を進める。特に、地球科学および微生物生態学を融合させた研究手法を用いて、付加体の深部帯水層におけるメタン・窒素ガス生成メカニズムを解明する。さらに、嫌気性の地下水と微生物群集を利活用したメタンおよび水素ガスを生成することを目的としたバイオリクターを開発する。

【主な研究成果】

- (1) 付加体が分布する地域に構築された温泉用掘削井から地下水と温泉付随ガスを採集し、環境データ測定、各種イオン分析、付随ガス分析、炭素・酸素・水素安定同位体比分析、16S rRNA 遺伝子のアンプリコン解析、微生物の嫌気培養を行った。その結果、付加体の深部帯水層にて水素発生型発酵細菌と水素資化性メタン生成菌が優占すること、これらの微生物群集が高い活性を有し、且つ、共生することによって、深部地下圏の堆積層に含まれる有機物を分解してメタンを生成することを明らかにした。
- (2) 株式会社エコアドバンス（三島市、電業社製作所グループ）との共同研究において、静岡市葵区小瀬戸の温泉用掘削井に1トン型バイオリクターを設置した。温泉用掘削井から自噴する嫌気性の地下水に有機物を添加し、55℃にて保温することにより、水素ガスを生成するバイオリクターを立ち上げた。

【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、令和3年度は焼津市および地元ガス会社と連携して、温泉メタンガスエネルギー生産システムの構築を進める。

【 学術論文・著書 】

- 1) 森 智夫、岩田実子、木村浩之、河岸和洋、平井浩文 (2020) 木質バイオマスからのメタン発酵前処理に適した白色腐朽菌の選抜. 日本きのこ学会誌 **28** 巻, p. 56-61.
- 2) Yu Sato, Kenji Okano, Hiroyuki Kimura, Kohsuke Honda (2020) TEMPURA: Database of growth TEMPeratures of Usual and RAre prokaryotes. *Microbes and Environments* **35**: ME20074.
- 3) Keita Miyake, Keiji Fushimi, Tomonori Kashimoto, Kaisei Maeda, Ni-Ni-Win, Hiroyuki Kimura, Masakazu Sugishima, Masahiko Ikeuchi, Rei Narikawa (2020) Functional diversification of two bilin reductases for light perception and harvesting in unique cyanobacterium *Acaryochloris marina* MBIC 11017. *FEBS Journal* **287**: 4016-4031.
- 4) Makoto Matsushita, Shugo Ishikawa, Kenta Magara, Yu Sato, Hiroyuki Kimura (2020) The potential for CH₄ production by syntrophic microbial communities in diverse deep aquifers associated with an accretionary prism and its overlying sedimentary layers. *Microbes and Environments* **35**: ME19103.

【 国内学会発表件数 】

- 1) 日本地球化学会第 67 回オンライン大会 特別セッション 微生物生態学 2020 など 3 件

【 招待講演件数 】

- 1) 自立分散型エネルギー生産に関する学習会 (2020. 9. 14)
- 2) 静岡大・読売新聞連続市民講座 2020 「静岡学事始め第二章 ～歴史と大地の“層”を紐解く～」 (2020. 11. 21)

【 新聞報道等 】

- 1) 読売新聞 (2020. 11. 22)
- 2) 読売新聞 (2020. 12. 5)
- 3) 月刊エネルギーフォーラム (2021. 2. 5)

地球内部流体論

教授 川本 竜彦 (KAWAMOTO Tatsuhiko)
 環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：理学部 地球科学科及び
 大学院総合科学技術研究科理学専攻 地球科学コース)
 専門分野： 地質学、鉱物学
 e-mail address: kawamoto.tatsuhiko@shizuoka.ac.jp
 homepage:
<https://www.shizuoka.ac.jp/subductionzonefluids/>
<https://tdb.shizuoka.ac.jp/RDB/public/Default2.aspx?id=11267&l=1>
<http://www.sci.shizuoka.ac.jp/~geo/staff/Kawamoto/Kawamoto.html>



【 研究室組織 】

教 員：川本 竜彦

【 研究目標 】

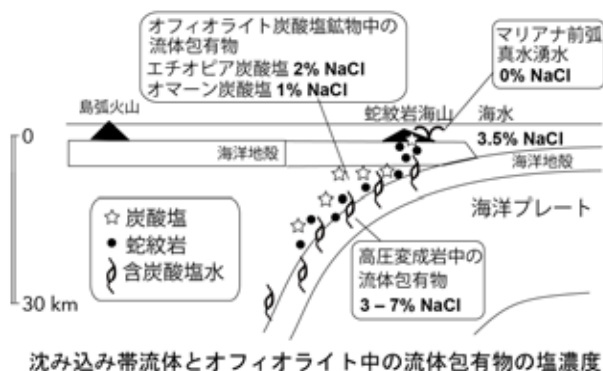
海水とマンツルの反応を研究しています。

日本列島の下に沈み込むプレートを作る岩石は海水によって水和されます。鉱物中の水は温度が上がると徐々に脱水し、塩水がプレート境界に出ます。その塩水は地下 30km で地震を起こし、60km で有馬型温泉のもととなり、100km でマグマのもとになります。この描像は、「偶然」マンツルの岩石中に塩水包有物を発見したことに始まり、ハロゲン元素比、硫酸塩や陽イオンの存在比などから、海水起源の塩水と考えるようになりました。現在、プレートテクトニクスにより地球内部に運ばれる海水が、地震、温泉、火山などを引き起こす際の効果を理解したいと思っています。大きな問題は、海水と岩石の相互作用で海水はどう組成を変えるだろうか、また、海水の化学組成は地球史を通してどのように変化して来たのかを知りたいと考えます。さらには、海水とマンツル岩の反応によって海水中の二酸化炭素を固定する過程を解明できれば、地球温暖化の解決に貢献できるのではないかと考えています。

【 主な研究成果 】

(1) マリアナ前弧域の蛇紋岩海山にともなう炭酸塩鉱物中の流体包有物の解析

マリアナ前弧域では蛇紋岩泥海山が形成されている。これらは、沈み込む太平洋プレートから放出された水流体によって前弧マンツルを蛇紋岩化し形成された蛇紋岩が周囲の岩石よりも低密度であるために、海底に上昇したと考えられている。マリアナ前弧の蛇紋岩泥海山を調べることによって、プレート境界の情報を得られる。千葉大学の市山祐司先生から頂いた掘削試料を用い、炭酸塩鉱物中の流体包有物の塩濃度と均質化温度を測定し、沈み込み帯流体捕獲時の化学条件を推定した。得られた均質化温度の範囲から、プレート境界、深部由来の塩水流体と考える (図)。



【 今後の展開 】

今後は、海溝からの距離にともない、沈み込み帯流体の化学組成がどう変化するか検討する。

【 学術論文・著書 】

- 1) Matsuzawa, T., Shimizu, I., Nishimura, T., Spiers, C. J., Nakajima, J., Kawamoto, T. Special issue "Crustal dynamics: toward integrated view of island arc seismogenesis". *Earth Planets Space* **73**, 32 (2021). <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01337-5>
- 2) Rose-Koga, E.F., Bouvier, A.-S., Gaetani, G.A., Wallace, P.J., Allison, C.M., Andrys, J.A., Angeles de la Torre, C.A., Barth, A., Bodnar, R.J., Bracco Gartner, A.J.J., Butters, D., Castillejo, A., Chilson-Parks, B., Choudhary, B.R., Cluzel, N., Cole, M., Cottrell, E., Daly, A., Danyushevsky, L.V., DeVitre, C.L., Drignon, M.J., France, L., Gaborieau, M., Garcia, M.O., Gatti, E., Genske, F.S., Hartley, M.E., Hughes, E.C., Iveson, A.A., Johnson, E.R., Jones, M., Kagoshima, T., Katzir, Y., Kawaguchi, M., Kawamoto, T., Kelley, K.A., Koornneef, J.M., Kurz, M.D., Laubier, M., Layne, G.D., Lerner, A., Lin, K.-Y., Liu, P.-P., Lorenzo-Merino, A., Luciani, N., Magalhães, N., Marschall, H.R., Michael, P.J., Monteleone, B.D., Moore, L.R., Moussallam, Y., Muth, M., Myers, M.L., Narváez, D.F., Navon, O., Newcombe, M.E., Nichols, A.R.L., Nielsen, R.L., Pamukcu, A., Plank, T., Rasmussen, D.J., Roberge, J., Schiavi, F., Schwartz, D., Shimizu, K., Shimizu, K., Shimizu, N., Thomas, J.B., Thompson, G.T., Tucker, J.M., Ustunisik, G., Waelkens, C., Zhang, Y., Zhou, T., Silicate melt inclusions in the new millennium: A review of recommended practices for preparation, analysis, and data presentation. *Chemical Geology*, 570, 120145 (2021) <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2021.120145>

【 国際会議発表件数 】

- ・ 1 件

【 新聞報道等 】

- 1) 静岡新聞朝刊に「科学者の本棚 静岡大サイエンスカフェから」シリーズの書評掲載 (2021年3月1日)
- 2) NHK 総合テレビジョン「ブラタモリ」の制作にあたり取材協力 (2020年12月12日放送)
- 3) 読売新聞夕刊「有馬の温泉湧かすホットプレート」において識者の話掲載 (2020年9月15日)

第四紀環境変動学

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) 静岡県焼津平野・浜当目低地は、7mの高さの浜堤に庇護された小規模な低地である。このような場所は津波堆積物の保存されやすい環境なので、古文書記録を超えた数千年間の津波の発生履歴を調べるために、同低地の12地点でボーリングコアを掘削し、地中レーダ調査を行い、堆積物の観察、貝化石・有孔虫化石の群集解析、硫黄・炭素量測定、放射性炭素年代測定を行った。その結果、4層の砂質堆積物を発見した。

砂層1は紀元前805~405年の間に堆積し、紀元前3090年~西暦1096年永長東海地震までの4000年間で、同低地にあった潟(ラグーン)に堆積した唯一の津波堆積物である。南海・駿河トラフの巨大地震の発生間隔が90~270年であるにも関わらず、4000年間に1回の津波浸水という発生頻度の低さは、この津波が通常の巨大地震の津波よりも大きかった可能性を示唆する。

砂層2-4はそれぞれ1096年永長東海地震、1361年正平康安地震、1498年明応東海地震に伴う津波に対応する。

浜当目低地では、海岸側の地点では潟から海浜に環境が変化し、陸側では潟から後背湿地に環境が変化したことが判明した。潟から後背湿地の境界には砂層2があり、その堆積後、津波浸水の頻度が増加する。潟の持続には、外洋からの波浪を遮蔽する「砂嘴もしくは砂洲」が必要なので、堆積環境と津波浸水頻度の変化は、「砂嘴もしくは砂洲」の消滅で合理的に説明される。そして、砂層2の存在から、「砂嘴もしくは砂洲」の消滅は1096年永長東海地震に伴う海底地すべりによると推定される。つまり、焼津市沿岸は過去500年間に2回の海底地すべりが起きている。

レベル1の地震に伴う海底地すべりによる海没の事例は、南海・駿河トラフ全域を見ても、本研究で明らかになった1096年の永長東海地震(浜当目)と1498年の明応地震(小川)しかない。隣接地域なので、1096年の永長東海地震の海底地すべりによる海底地形の変化が、1498年の明応地震の海底地すべりを誘発した可能性もある。

1096年の永長東海地震と1498年の明応地震の海没については、ともに規模(海岸線に沿った幅)が不明のため、今後は、浜当目と小川の間でボーリングコアを掘削し、堆積環境の変化と津波堆積物の調査を行う必要がある。以上の研究成果を国際学術誌 *Quaternary Science Reviews* に公表した。

(2) これまでの南海トラフ巨大地震と巨大津波に関する研究成果を科学情報誌 *Impact* (英国 Science Impact 社発行) に公開した。また、Elsevier 社のテキスト「*Geological Records of Tsunamis and Other Extreme Waves.*」の1章を担当・執筆した。

【 今後の展開 】

上記の研究地域周辺で海没の規模の調査のため、ボーリングコアを掘削し、現在、調査中である。

【 学術論文・著書 】

- Kitamura A., Yamada K., Sugawara D., Yokoyama Y., Miyairi Y. and Hamatome team, 2020. Tsunamis and submarine landslides in Suruga Bay, Central Japan, caused by Nankai–Suruga trough megathrust earthquakes during the last 5000 years. *Quaternary Science Reviews*, 245, 106527.
- Kitamura A., Yamamoto Y., Harada K., Toyofuku T., 2020. Identifying storm surge deposits in the muddy intertidal zone of Ena Bay, Central Japan. *Marine Geology*, 426, 106228.
<https://doi.org/10.1016/j.margeo.2020.106228>
- 北村晃寿, 印刷中, 2020 年日本第四紀学会学術賞受賞記念論文 貝化石・有孔虫化石の複合群集解析による日本本島の島嶼化過程・東海地震の履歴の研究. 第四紀研究.
- 岡峯颯太・北村晃寿, 2020, 静岡県三保半島の「瀬織戸の渡し」に関する地質学的調査. 静岡大学地球科学研究報告, 47, 15-21.
- 北村晃寿, 2020, 2019 年 10 月 12 日の台風 19 号による静岡市大谷放水路を遡上した高波. 静岡大学地球科学研究報告, 47, 1-3.
- Kitamura, A., 2020, CHAPTER 15 The application of molluscs for Investigating tsunami deposits. Geological Records of Tsunamis and Other Extreme Waves. 323-342. In Engel, M., Pilarczyk, J., May, S., M., Garrett, E., Elsevier, Amsterdam, Netherlands.

【 解説、特集記事等 】

- Kitamura, A., 2020, Examination of level 1.5 earthquake and tsunami in eastern edge of Nankai Trough, Japan. *Science Impact Ltd*, No. 3/ 23-25

【 国内学会発表件数 】

- 北村晃寿・山田和芳・菅原大助・横山祐典・宮入陽介 過去 5000 年間の南海・駿河トラフ巨大地震による駿河湾の津波と海底地すべり 日本第四紀学会 (2020 年 12 月 26 日)
- 北村晃寿 津波堆積物調査への軟体動物化石の適用 日本古生物学会 (2021 年 2 月 7 日)

【 招待講演 】

- 2021 年 3 月 20 日 第 132 回ふじのくに防災学講座 「次の南海トラフ巨大地震の様相」静岡県地震防災センターでのハイブリット講座
- 2020 年 10 月 31 日 静岡大学・読売新聞 連続市民講座「静岡学事始め 第二章 歴史と大地の“層”を紐解く 静岡県における過去数千年間の地震・津波の履歴 オンライン講座

【 教員、指導学生の受賞 】

- 北村晃寿 2020 年度日本第四紀学会学術賞(日本第四紀学会) 2020 年 7 月 9 日「貝化石・有孔虫化石の複合群集解析による日本本島の島嶼化過程および東海地震の履歴の研究」

【 報道数 (新聞掲載など) 】

- 2020 年 11 月 1 日 静岡大読売講座 地震と津波 地質学で解説 オンラインで北村教授 読売新聞朝刊 24p
- 2020 年 9 月 7 日 海底地すべりで大津波発生 日本経済新聞朝刊 12p
- 2020 年 9 月 7 日 海底地滑りで被害増大 静岡大などチーム調査 駿河湾津波, 5 千年で 4 回 岩手新聞朝刊 19p
- 2020 年 9 月 1 日 津波 5000 年で 4 回襲来 駿河湾 海底地すべりで被害増も 河北新聞朝刊 4p
- 2020 年 9 月 1 日 海底地すべり被害増大 駿河湾 過去 5000 年で津波 4 回 中日新聞朝刊 25p
- 2020 年 8 月 31 日 焼津沖 5000 年で南海トラフ 4 回 海底地滑りで 津波被害拡大 静岡大など調査 中日新聞夕刊 1p
- 2020 年 8 月 31 日 永長東海地震で海底地滑りか 静岡大調査「津波、数秒で襲来も」静岡新聞夕刊 2p
- 2020 年 8 月 31 日 海底地滑り津波被害増大 静岡大など調査 駿河湾 1000 年以降 2 回 北海道新聞 夕刊 6p

干潟貝類の現生古生態学的研究

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: <https://www.sci.shizuoka.ac.jp/%7egeo/staff/Sato/Sato.html>



【 研究室組織 】

教 員：佐藤 慎一

【 研究目標 】

本研究は、大規模干拓や外来種侵入などによる人為的攪乱や、地震や津波などの自然災害に伴う環境と生物の変化過程をとらえ、急激な環境変動に対する生物の応答の普遍性を明らかにして、それを第四紀に見られる氷河性海水準変動に伴う化石群集の変遷と比較することで、現在と過去における急激な環境変動に対する生物群集の応答の実態を追究することを目指している。さらに、今後生じるであろう様々な環境変化に備えて、静岡県周辺の干潟・浅海域において、現時点でのイベント前の通常状態における環境・生物の定点観測を行い、将来の環境問題（外来種や沿岸開発、南海トラフ地震後の復旧計画など）に対して同一の精度でイベント前後の変化を比較できる定量的データを提供することを目的とする。そのため下記の内容を研究している。

- (1) 大規模干拓堤防建設に伴う貝類群集の時間的変化の比較
- (2) 食用種や外来種を対象とした分類・分布・生活史・食性に関する研究
- (3) 黄海-有明海の干潟貝類群集の比較と氷河性海水準変動に伴う時空間的変遷の復元
- (4) 東日本大震災前後の底生動物相の変化
- (5) 浜名湖など静岡県内の干潟生物の分布調査

【 主な研究成果 】

(1) 大規模干拓堤防建設に伴う貝類群集の時間的変化の比較

長崎大学の研究グループとの共同調査として、諫早湾調整池における潮止め前後の水質の変化と、それに伴う底生生物相の時間的変化を詳細に追跡した。さらに、韓国中西部のセマングム干拓予定海域でも、2000年より継続的に定量調査を行い、貝類群集の時間的変化を明らかにし、それを諫早湾の研究結果と比較することで、急激な環境変動に伴う底生生物の反応の共通性について考察した。また、2016年よりインドネシアのジャカルタ湾でも、大規模堤防建設の計画があるため、佐賀大学・愛媛大学と共同で湾内における採泥調査を実施した。

(2) 食用種や外来種を対象とした分類・分布・生活史・食性に関する研究

アサリ・ハマグリなど食用種や、ヒラタヌマコダキガイ・サキグロタマツメタなどの外来種を対象とした分類・分布・生活史・食性に関する研究をテーマとして、卒論生や修論生と共同で研究を行い、学生が主著者として国際誌に論文を公表した。

(3) 黄海-有明海の干潟貝類群集の比較と氷河性海水準変動に伴う時空間的変遷の復元

本研究では、特に地史的な繋がりが強く底生生物相が酷似する黄海と有明海の干潟貝類群集を対象にして、両海域における貝類相の定量的な比較と、氷河性海水準変動に伴う貝類群集の時間・空間的変遷を復元することを目指している。近年、日本各地において浅海域の開発に伴う環境破壊が社会的な関心事となり、干潟の価値や生物多様性の保全に関する議論が頻繁に行われるようになった。しかし、浅海域における底生生物相の基礎的データはまだ乏しく、各海域間での生物多様性の定量的な比較はほとんど行われていない。また、黄海や有明海など

の干潟に見られる底生生物相は、主に最終氷期以降の海水準変動に伴って形成されている。したがって、その時間・空間的な形成過程を復元することは、干潟の生物多様性を理解する上で非常に重要な示唆を与えることができる。本研究は、黄海と有明海において干潟貝類群集の定量的データを数多く収集し、それを比較することにより干潟の生物多様性を詳細に把握する。さらに、両海域周辺から産出する貝化石を利用して、これらの干潟貝類群集の時空間における変遷を復元することを目的としている。

（４）東日本大震災前後の底生動物相の変化

2011年3月11日に発生した東日本大震災により、干潟や浅海域の環境や底生動物も甚大なダメージを受けた。本研究では、東日本大震災前10年間に継続的に調査してきた宮城県周辺の干潟・浅海域における底生動物相の定量データ（Sato et al., 2012）を比較対象とすることで、東日本大震災後の底生動物相の変化を明らかにし、その後の生態系の回復傾向を現在もモニタリングしている。

（５）浜名湖など静岡県内の干潟生物の分布調査

静岡県水産技術研究所浜名湖分場との共同研究として、浜名湖奥部において干潟・浅海域の環境・生物の定点観測を2015年4月から毎月1回実施している。これらの成果は、将来の環境問題に対して比較可能なイベント前の定常状態でのデータとして活用することが出来る。

【 今後の展開 】

これまでの研究成果をふまえて、過去20年間以上も継続させて来た諫早湾干拓・韓国セマングム干拓・宮城県東名海岸における定点観測を今後も途絶える事無く数十年レベルで定量的データを蓄積させるとともに、将来の突発的な環境激変に備えて、静岡県周辺の干潟・浅海域において環境・生物の定点観測を行うことを目指している。

【 学術論文・著書 】

- 1) 佐藤慎一・東 幹夫・山中崇希・依田優介・松尾匡敏・佐藤正典, 「1997–2015 年における有明海全域の底質とマクロベントス群集の変化」, 日本ベントス学会誌, 75, 54–64 (2020).
- 2) 佐藤慎一・東幹夫, 「有明海の将来を見つめて」. 科学, 90, 860–863 (2020).
- 3) 首藤宏幸・松尾匡敏・佐藤慎一・東 幹夫, 「諫早湾潮受け堤防の締め切り後5年間の有明海中央部における底生端脚類群集の変化」. 日本ベントス学会誌, 74, 100–108 (2020).
- 4) 近藤繁生・桃下 大・佐藤慎一・東 幹夫, 「1998年から2018年までに諫早湾干拓調整池から得られたユスリカ幼虫」. 日本ベントス学会誌, 74, 109–114 (2020).
- 5) 佐藤慎一・東 幹夫・松尾匡敏・大高明史・近藤繁生・市川敏弘・佐藤正典, 「諫早湾干拓調整池における水質・底質ならびに大型底生動物群集の経年変化」. 日本ベントス学会誌, 74, 115–122 (2020).

【 国内学会発表件数 】

- ・日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会 1件

生物多様性と自然史

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)
博士課程：中村 大亮 (D1)
修士課程：伊藤 美澄 (M2)、保坂 圭祐 (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) 内湾性貝形虫類 *Bicornucythere* 属の分類と形態的多様性に関する研究

Bicornucythere 属は南シナ海から日本近海にかけての内湾泥底に広く分布しており、日本においては *Bicornucythere bisanensis* 1種のみが報告されている。これまでに複数の殻形態パターンが存在することが指摘されているが、より精密な種分類に必要な、雄交尾器の記載は一部の形態群についてしか行われておらず、日本における *Bicornucythere* 属の多様性は不透明なままであった。本研究では *Bicornucythere bisanensis* がすでに報告されている神奈川県三崎油壺湾の標本から軟体部（特に雄交尾器）と背甲の観察を行った。その結果、同地点より得られた個体群には、雄交尾器に4つのタイプが存在しており、それらは交尾器先端部位である左右 distal lobe の4つの形状 (Shape R, r, L, l) のうち2つをもつ組み合わせとして4つの交尾器タイプが成立していた。これら4つのタイプについて、背甲形態（網目模様のパターンおよびポアシステムと呼ばれる背甲上の感覚器官の配列と形状）に着目して比較を行ったところ、網目模様の配列については交尾器のタイプが反映され、一対一で対応していることが明らかになった。また、ポアシステムに関しても、特定の交尾器タイプ間のみ共通するポアシステムが存在していることから、各タイプは交配可能な同一種に含まれるが、交配の際にタイプ間で交尾頻度の違いが存在する可能性が示唆された。

(2) 間隙性貝形虫類 *Parapolycope* 属の分類学的側面から見たポアシステムの特性

貝形虫類 *Parapolycope* 属の種は体長およそ 0.2~0.4 mm で、海岸砂浜の砂中間隙環境に生息する微小な甲殻類である。*Parapolycope* 属では多くの貝形虫類の場合と異なり、生殖器の形態の違いよりも上唇と呼ばれる器官の形態の違いに重点をおいて種が認識される。一方、貝形虫類の殻の表面には感覚孔と感覚毛から成るポアシステムが存在し、これも有効な分類形質とされる。本研究では *Parapolycope* 属においてこのポアシステムが種分類に対してどのような

特性を示すかを探った。採集地点沼津市我入道浜より、上唇の形態から *Parapolycope* 属4種が確認され、またそれぞれの種についてポアシステムも観察された。ポアシステムの背甲上の分布位置や総個数は種ごとに若干の相違が見られたが、総じて種間で高い類似性を示す保守的な形質であり、*Parapolycope* 属において種レベルの分類には有効ではないと判断した。一方ポアシステムの開口部の形態においては種ごとの違いが見られた。この形態が異なる要因として機能的な違いが考えられるが、具体的な機能についてはさらなる考察が必要である。Tanaka (2012MS) より明らかになっている分子系統樹を用いて遺伝的観点からそれぞれのポアの形質がもつ意味を評価した。その結果、貝形虫類 *Parapolycope* 属においてポアシステムの分布位置や総個数は殻サイズに制約されることなく、系統関係をより反映する形質であることが明らかになった。一方、ポアの開口部の形状の違いは、機能に関連することが示唆される結果となった。

【 外部獲得資金 】

- ・ 令和2年-5年度科学研究費補助金・基盤研究(B) 貝形虫のもつポア・システムの多様性と時空ダイナミクス—感覚受容の適応と進化— [課題番号：20H03309] (13,500千円)
- ・ 令和2年度国土交通省の地域課題分野(河川生態)一般研究「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」(14,883千円)

【 学術論文・著書等 】

- 1) Karanovic, I., Huyen, P. T-H., Yoo, H., Nakao, Y. & Tsukagoshi, A. 2020. Shell and appendages variability in two allopatric ostracod species seen through the light of molecular data. *Contributions to Zoology*, 89:247–269. 10.1163/18759866-20191423
- 2) Nakao, Y. & Tsukagoshi, A. 2020. A new species of *Semicytherura* (Crustacea: Ostracoda: Cytheroidea) from Obitsu River Estuary (central Japan) and its microhabitat. *Species Diversity*, 25: 1-9.
- 3) Le, D. D., Tsukagoshi, A. 2020. First report on two ostracod genera *Loxoconcha* Sars, 1866 (*Loxoconchidae*) and *Xestoleberis* Sars, 1866 (*Xestoleberididae*) along the coast of Vietnam. *Tap chi Sinh hoc (Journal of Biology)*, 41: 15–24. doi.org/10.15625/0866-7160/v41n4.13972.

【 国内学会発表件数 】 2件

- 1) 中村大亮・塚越哲：内湾性貝形虫 *Bicornucythere bisanensis* (Okubo, 1975)における形態学的多様性. 2020年日本プランクトン学会・ベントス学会合同大会(Web大会). 2020年9月19日.
- 2) 保坂圭祐・塚越哲：未記載種 *Cytherois* sp. n に注目した潮下帯での貝形虫の間隙環境への適応—三保真崎海岸を調査地として—. 2020年日本プランクトン学会・ベントス学会合同大会(Web大会). 2020年9月19日.

リモートセンシングモデリングと生理生態学の融合

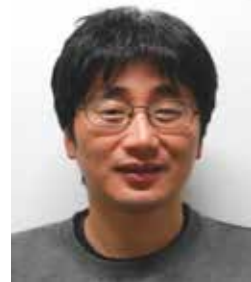
教授 王 権 (WANG Quan)

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: <https://www.agr.shizuoka.ac.jp/frs/kouiki-seitai/index.html>



【研究室組織】

教 員: 王 権、藺部 礼(助教)

博士課程: 黄 科朝 (D3)、宋 光満 (D2)、甘 毅 (D2)、Tan Yunhui (D1)、Sun Xuehui (D1)

修士課程: M2 (1名)、M1 (1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山岳地生態系における異なるスケールでのガスフラックス (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であると考えています。

【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) 近接リモートセンシングの開発
- (3) リモートセンシングデータの応用

【今後の展開】

生態観測、渦相関観測システム、およびリモートセンシングによる地表面観測などを融合させ、複数の情報源で同期的に観測を行うことを基本として複数スケールでのリモートセンシングデータの試測、分析及び検証のシステムを構築し、リモートセンシングデータを主要な駆動因子とする複数スケールの生理生態モデルを用いて、地球変動への適応をシミュレーションする。

【学術論文・著書】

- 1) Li, E., Zhang, Z., Tan, Y., **Wang, Q.** 2021. A novel cloud detection algorithm based on simplified radiative transfer model for aerosol retrievals: preliminary result on Himawari-8 over Eastern China. *IEEE Transactions on Geosciences and Remote Sensing*, 59:2550-2561.

2)Jin, J., Pratama, B.A., **Wang, Q.*** 2020. Tracing leaf photosynthetic parameters using hyperspectral indices in an alpine deciduous forest. *Remote Sensing*, 12, 1124.

【国際会議発表件数】

- The 7th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University (ISFAR-SU2020), March 5, 2021, Online 2件

【国内学会発表件数】

- 中部森林学会大会など 2件

固体地球変動の物理

講師 三井 雄太 (MITSUI Yuta)
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：理学部 地球科学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 地球科学コース)
専門分野： 地球物理学、地震学、測地学
e-mail address: mit@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://mit.sci.shizuoka.ac.jp>



【 研究室組織 】

教 員：三井 雄太
修士課程：M2 (2名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

主に宇宙からの観測データを基にして、地面がどう動いているか、地下で何が起きているかを推定する。具体的には、地震・火山・ゆっくりしたプレート運動などを研究対象とする。物理モデルあるいは統計解析に基づいて、観測データから新たな現象を探す。また、既存の現象についても「どう分布しているか(空間)」「どう変化しているか(時間)」の両面から、未知の実態を明らかにする。近年、観測データの量が増大したことで、数十年前に提唱された概念やモデルが必ずしもデータを説明しない、という状況がよく見られる。このような状況を打破するような、新しい概念やモデルを構築することも1つの目標としている。

【 主な研究成果 】

(1) トンガ海溝におけるスローイベントの発見

衛星測位システム (GNSS) と地震活動のデータに基づいて、世界でもっとも深発地震が活動的なトンガ海溝沈み込み帯におけるスローイベントを発見した。

(2) 2011 年東北地震後の地殻変動の定量化

2011 年東北地方太平洋沖地震後の東日本における地表変位 (余効変動) が、余震発生数のべき乗的減衰を表す「改良大森則」と同様の経験式で表せることを示した上で、その減衰指数が余震と比べて明確に小さいことを見出した。

【 学術論文・著書 】

- 1) Y. Mitsui, H. Muramatsu, Y. Tanaka, “Slow deformation event between large intraslab earthquakes at the Tonga Trench”, *Sci. Rep.* 11, 257 (2021).
- 2) S. Morikami, Y. Mitsui, “Omori-like slow decay ($p < 1$) of postseismic displacement rates following the 2011 Tohoku megathrust earthquake”, *Earth Planets Space* 72, 37 (2020).

【 国際会議発表件数 】

- 1) American Geophysical Union 2020 Fall Meeting, December 1-17, 2020, online
他 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本地震学会、日本火山学会、日本測地学会など 11 件

【 新聞報道等 】

- 1) 朝日新聞 (2020. 7. 4)

【 受賞・表彰 】

- 1) 山佳典史 (M2)、学生による講演会優秀発表(日本測地学会第 134 回講演会) (2020. 10. 23) 「超伝導重力計(iGrav#017)観測で得た道東・弟子屈の約 2 年間の重力時間変化」

リモートセンシングを用いた農業情報の取得

助教 菌部 礼 (SONOBE Rei)

(主担当：農学部 生物資源科学科及び

大学院総合科学技術研究科農学専攻 環境森林科学コース)

専門分野： リモートセンシング、農業情報工学

e-mail address: sonobe.rei@shizuoka.ac.jp



【 研究室組織 】

教 員：菌部 礼

修士課程：M2（1名）、M1（2名）

【 研究目標 】

作物の分光反射特性を基にした非破壊での品質評価及び健康診断技術の開発に取り組んでいる。主な研究テーマは以下の通りである。

- (1) 分光反射特性を活用した茶葉の品質及び光環境ストレスの評価
- (2) ミニ分光器を活用した生育モニタリング手法の開発

【 主な研究成果 】

(1) 分光反射特性を活用した茶葉の品質及び光環境ストレスの評価

現場での茶樹生葉の品質および枯死リスクの評価方法を提案した研究である。葉に含まれるクロロフィルやカロテノイド含量は品質やストレスの評価に有効な指標である。しかし、従来の手法は化学分析が必要であり計測結果が得られるまで数日要していた。本研究では、ハイパースペクトルリモートセンシングを活用することによって非破壊かつ迅速にこれらを推定する手法を開発している。加えて、品質と強い関連性があるアミノ酸含量及びカテキン含量の生葉段階での評価手法を検討した。

(2) ミニ分光器を活用した生育モニタリング手法の開発

ミニ分光器をベースとしたハイパースペクトルセンサをドローンに搭載することによって、圃場スケールでのハイパースペクトルデータを取得している。

【 今後の展開 】

現在、茶園を対象にハイパースペクトルセンサによるモニタリングを実施している。本データに基づく圃場スケールでの生育・品質管理システムの構築を検討していく。

【 学術論文・著書 】

- 1)Rei Sonobe, Hiroto Yamashita, Harumi Mihara, Akio Morita and Takashi Ikka. 2021. Hyperspectral reflectance sensing for quantifying leaf chlorophyll content in wasabi leaves using spectral pre-processing techniques and machine learning algorithms. International Journal of Remote Sensing. 42(4), 1311-1329.
- 2)Hiroto Yamashita, Rei Sonobe, Yuhei Hirono, Akio Morita and Takashi Ikka. 2021. Potential of spectroscopic analyses for non-destructive estimation of tea quality-related metabolites in fresh new

leaves. Scientific Reports. 11, 4169.

- 3) Rei Sonobe, Hiroto Yamashita, Harumi Mihara, Akio Morita and Takashi Ikka. 2020. Estimation of leaf chlorophyll-a, b and carotenoid contents and their ratios using hyperspectral reflectance. Remote Sensing. 12(19), 3265.
- 4) Hiroto Yamashita, Rei Sonobe, Yuhei Hirono, Akio Morita and Takashi Ikka. 2020. Dissection of hyperspectral reflectance to estimate nitrogen and chlorophyll contents in tea leaves based on machine learning algorithms. Scientific Reports. 10, 17360.
- 5) Rei Sonobe, Yuhei Hirono and Ayako Oi. 2020. Quantifying chlorophyll a and b content in tea leaves using hyperspectral reflectance and deep learning. Remote Sensing Letters. 11(10), 933-942.
- 6) 山谷祐貴, 菌部礼, 小林伸行, 望月貫一郎, 王秀峰, 谷宏. 2020. XバンドおよびCバンド SAR データを併用した機械学習アルゴリズムによる作物分類の高精度化・効率化に関する検討. 写真測量とリモートセンシング. 59: 259-274.
- 7) 菌部礼, 衛星リモートセンシング(分担執筆), 農業気象学入門, 文永堂出版 (2021年), 187-191
- 8) 菌部礼, 山岳リモートセンシング(分担執筆), 山岳科学, 古今書院 (2020年), 63-67

【 国際会議発表件数 】

- 1) International Symposium on Agricultural Meteorology (ISAM2021), March 18-31, 2021, Online conference 2件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本写真測量学会など 5件

(8)ベーシック部門

部門長 三重野 哲

1. 部門の目標・活動方針

ベーシック部門は、24名の教員から構成されている。ベーシック部門は、静岡・浜松の教員によって構成され、科学技術の根幹をなす部分を中心に研究を進めている。また、他部門と連携しながら、学際・融合的研究も進められている。物質科学分野では、「ナノ物質と光量子」をキーワードに基本法則の解明とともに機能物質の創成を目指す研究を、数理科学分野では、自然現象を認識する基本概念として、「私たちの数理科学」を共通のテーマとして、様々な分野の研究に繋がる数学・科学の研究を行っている。

2. 教員名と主なテーマ

- ・ 三重野 哲：炭素ナノ材料の合成・物性と応用、プラズマ科学の実験的研究
- ・ 浅芝 秀人：多元環の表現論
- ・ 岡林 利明：高分解能分光法による短寿命分子種とクラスターの物理化学的研究
- ・ 小林 健二：超分子化学に基づく物質創製と機能化
- ・ 近藤 満：新しい機能性金属錯体の合成研究
- ・ 坂本 健吉：有機典型元素化合物の機能探求
- ・ 鈴木 信行：非古典述語論理、Kripke 意味論
- ・ 関根 理香：無機材料の構造・物性・反応性の理論的解明
- ・ 田中 直樹：作用素半群の生成と微分方程式系の適切性
- ・ 土屋 麻人：場の量子論と超弦理論の非摂動的な研究
- ・ 富田 誠：ナノ構造光学媒質中での光の伝播現象
- ・ 鳥居 肇：液体系と生体分子系のダイナミクス・機能と相互作用の理論的解析
- ・ 宮崎 倫子：常微分方程式におけるタイムラグの影響
- ・ 毛利 出：非可換代数幾何学
- ・ 依田 秀実：有機化学、生命機能物質合成
- ・ 海老原孝雄：強相関係物質の単結晶育成と物性開拓
- ・ 大矢 恭久：核融合炉システム中でのトリチウム挙動
- ・ 保坂 哲也：群が幾何学的に作用するCAT(0)空間の研究
- ・ Diego A. Mejia：強制法理論および実数直線上の組合せ論
- ・ 矢永 誠人：人工放射性核種の環境動態
- ・ 依岡 輝幸：強制法理論
- ・ 近田 拓未：先進エネルギーシステム用機能性材料研究開発
- ・ 森田 健：ブラックホールの量子論的側面の研究
- ・ 守谷 誠：分子の規則的配列を用いた革新的電池材料開発

3. 部門の活動

(1) 国際レベルの論文公表、招待講演、国際会議での発表、研究会の企画を積極的に行っている(後述資料参照)。COVID-19 感染防止のため、会議の多くはリモート会議であった。

(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) 静岡大学サステナビリティセンターの活動として、「環境変動適応 - サクラエビ問題」などに取り組んでいる。

4. 特記事項

(1) 受賞

- 1) 土屋 麻人: 第4期静岡大学研究フェロー(2019年度~2021年度).

(2) 地域連携活動

- 1) 近田拓未: 静岡県立静岡城北高等学校での出張授業(高大連携出張講義)「大学で学ぶこと~化学、放射線、そして社会~」(2020.10.28)。
- 2) Diego A. Mejía:【高大連携】静岡大学 FSS(未来の科学者養成スクール)にて高校生の受け入れ(2020.4~2021.3)。
- 3) Diego A. Mejía: 数学・日本についてのラジオ放送のインタビュー(27分). コロンビア国立大学のラジオ放送局、コロンビア(2020.4.27)。
- 4) Diego A. Mejía: 創造理学コースのオープンキャンパス。オンデマンド動画を配信(2020.8)。
- 5) Diego A. Mejía: 静岡市立高等学校 SSH プログラム。「探究プログラムII」夏季研究室研修、数学の研究活動についての研修会(2020.8.1)。
- 6) Diego A. Mejía: コロンビア国立大学のOB・OL。海外での学習・仕事に関するフォーラム。ライブ・オンデマンド型(2020.10.6)。
- 7) Diego A. Mejía: 数理論理学におけるコロンビア・コスタリカの歴史・研究者の活動に関するフォーラム。オンライン・オンデマンド型(2021.3.4)。

(3) 世話人を務めた学会・研究集会・講演会等

- 1) 大矢恭久: 日米共同研究 FRONTIER 計画ワークショップ、Teams による開催(2020.10.2~4)。
- 2) 田中直樹: 第46回発展方程式研究会、Zoom による開催(2020.12.25~27)。
- 3) Diego A. Mejía: Set Theory: Reals and Topology, 京都大学 RIMS 研究集会、(99名参加)オンライン型(2020/11/16~20)。
- 4) 森田 健: Strings and Fields 2020, オンライン国際研究会、(2020.11.16-20)。

(4) 招待講演等

- 1) 浅芝秀人: “Covering theory for singular equivalences of Morita type”, International Colloquium on Representations of Algebras and Its Applications; Alexander Zavadskij (IV ICRAAZ), コロンビア大学主催の遠隔会議(2020.11.5)。
- 2) 浅芝秀人: 「双圏論的被覆理論と導来同値」, 第4回 数理新人セミナー、数理新人セミナー主催の遠隔セミナー(2021.2.10)。
- 3) 大矢恭久: “Overview of hydrogen isotope retention characteristics for plasma facing walls after exposure in 2015-2019 QUEST plasma”, Int. Toki Conference (ITC-29), セラトピア土岐(2020.10.27-30)。
- 4) 鈴木信行: 「中間述語論理における選言特性と存在特性」、日本数学会、R2年度秋季総合分科会(数学基礎論分科会)特別講演。熊本大学、オンライン開催(2020.9.25)

- 5) 近田拓未: "Advances in tritium permeation barrier research: An overview", 31st Symposium on Fusion Technology, オンライン開催 (2020.9.24)。
- 6) 近田拓未: 「先進ブランケットにおける機能性被覆の研究開発」、第23回若手科学者によるプラズマ研究会、オンライン開催 (2021.3.16)。
- 7) Diego A. Mejía: "Preserving splitting families". Research Seminar, Kurt Goedel Research Center, University of Vienna, オーストリア。オンライン型(2020.5.28)。
- 8) Diego A. Mejía: 日本の数学:論理と無限(スペイン語での講演)、Fundacion Universidad de America、コロンビア。オンライン型(2020.6.9)。
- 9) Diego A. Mejía: "Preserving failures of simple fragments of Martin's axiom", Kobe Set Theory Workshop 2021 on the occasion of Sakaé Fuchino's Retirement. オンライン型 (2021.3/.11)。
- 10) 山代和志(土屋指導学生): "Information geometry encoded in bulk geometry", KEK Theory Seminar ONLINE, (2021.7.21)。
- 11) 田中豪太(土屋指導学生): "Renormalization group and diffusion equation", 信州大学基礎科学セミナー (2021.1.6)。
- 12) Md. J. Rahman, Md. A. Momin, U. Mostafa, Md. J. Islam, T. Mieno: "Application of carbon nanotubes onto natural fibers for advanced technology", Int. Conf. Science & Technol. for Celebrating the Birth Centenary of Bangabndhu", Dhaka, オンライン型 (2021. 3. 13)。
- 13) 三重野哲: 「アーク放電法を用いたGd内包炭素カプセルの合成」、2020年度静岡大-核融合研 連携研究会、静岡大学 (2020.12.15)。
- 14) 森田健: "Analogous Hawking radiation in Butterfly Effect", "Workshop 4th INT. CONF. on HOLOGRAPHY, STRING THEORY & DISCRETE APPROACH in HANOI", オンライン国際研究会、(2020.8.3)。
- 15) 守谷誠: 「高速リチウムイオン伝導性を示す分子結晶電解質の開発と電解質の融解・凝固を利用した全固体電池の作製」、一般社団法人 電子情報技術産業協会(JEITA) 全固体電池に関する調査 TF 講演会、オンライン(2021.2.26)。
- 16) 守谷誠: 「高速リチウムイオン伝導性分子結晶電解質の開発と全固体電池への展開」、静岡大学第14回超領域研究会、静岡大学(2020.12.3)。

(5) 新聞記事など

- 1) 土屋麻人: 「67歳高校講師に博士号 定年退職後に学び直し 静学位授与式」静岡新聞、(2021年3月博士課程修了の松本雅巳氏についての記事) (2021. 3. 24) 。
- 2) 守谷誠: 「「社会の役に」全固体電池研究に懸ける 脱炭素社会へ高まる期待」、静岡新聞夕刊 4、5面(2021.2.19)。
- 3) 守谷誠: 「「第4の電解質 分子結晶」がもたらす全固体電池バージョンアップ〜静岡大と東工大のタッグで実現」、ウェブメディア「DG Lab Haus」(2020.12.2)。
- 4) 守谷誠: 「全固体電池の充放電効率 95%に、静岡大と東工大が有機分子結晶を開発」、日刊工業新聞(2020.11.30)。
- 5) 守谷誠: 「高リチウムイオン伝導性実現 有機分子結晶を開発」、科学新聞 4面(2020.11.20)。
- 6) 守谷誠: 「寒さに強い全固体電池、零下でもEV快走へ」、日経産業新聞 6面(2020.11.16)。

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

教授 三重野 哲 (MIENO Tetsu)
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：理学部 物理学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 物理学コース)
専門分野：プラズマ材料科学、クラスター科学、宇宙環境科学
e-mail address: mieno.tetsu@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/plasma/>



【 研究室組織 】

教 員：三重野 哲

博士課程：Md. Abdul Momin (D3、国費留学生) (1名)

修士課程：M2 (1名)、M1 (1名)

学 部 生：B4 (3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) ナノチューブ、ナノ粒子の高品質・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) 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ている。ナノチューブ・繊維複合材料の合成に成功し、圧力センサーを開発した。
- (2) 導電性ナノチューブ・セルロース複合材料の開発に成功し、その特性を解明した。材料中イオンの移動度を研究した。
- (3) $J \times B$ アークジェット放電における、噴出特性を解明した。
- (4) 微粒子プラズマにおける粒子回転運動の性質を解明した。

【 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) 水分散性ナノチューブ化合物の合成、物性、応用に関する研究を行う。ナノチューブ複合材料の研究を進める。
- (3) ナノチューブ・セルロース複合物の応用について研究する。
- (4) $J \times B$ アークジェット放電の特性を解明していく。

【 学術論文・著書等 】

- 1) M. B. Mustafiz, K. H. Maria, Md. J. Rahman, T. Mieno, "Bio-composites from banana tree fibers ambient with multi-walled carbon nanotubes: manufacturing and properties", Int. Nano Letters, **11** (2021) 1-10.

- 2) N. Alam, K. H. Maria, Md. J. Rahman, P. Sultana, T. Mieno, "A wet chemical synthesis and characterization of MWCNT-starch biocomposites", J. Bangladesh Academy of Sci., **44** (2020) 43-52.
- 3) Md. J. Islam, Md. J. Rahman, T. Mieno, "Safely functionalized carbon nanotube-coated jute fibers for advanced technology", Advanced Composites and Hybrid Materials, **3** (2020) 285-293.
- 4) M. Zhao, S. Yamazaki, T. Wada, A. Koike, F. Sen N. Ashikawa, Y. Someya, T. Mieno, Y. Oya, "Deutrium recombination coefficient on tungsten surface determined by plasma driven permeation", Fusion engineering and design, **160** (2020)11853-1-6.
- 5) U. Mostafa, Md. J. Rahman, T. Mieno, Md. A. H. Bhuiyan, "Carbon nanotube-incorporated cellulose nano composite sheet for flexible technology", Bulletin Materials Sci., **43** (2020)142-1-9.
- 6) Md. A. Momin, Md. J. Rahman, T. Mieno, "Foot pressure sensor system made from MWNT coated cotton fibers to monitor human activities", Surface & Coating Technol., **394** (2020) 125749-1-9.

【 解説・特集等 】

- 1) Ed. T. Mieno, Y. Hayashi, K. Xue, "Progress in Fine Particle Plasmas", IntechOpen (2020) pp. 1-214 (専門書の編集) .

【 国際会議発表件数 】

- 1) K. Tanabe, K. Takayama, T. Mieno, "Production of Gd-induced carbon nano-capsules by the JxB arc discharge method", 21st WS Fine Particle Plasmas, NIFS (ZOOM), 2020. 12. 21.
など3件

【 国内学会発表件数 】

- 1) Md. A. Momin, Md. J. Rahman, T. Mieno, "Foot pressure sensor system made from MWNT coated cotton fibers to monitor human activities and sports performance" 59th Fullerenes-nanotubes-graphene general symposium (FNTG), Nagoya, 2020. 9. 17.
など3件

【 招待講演件数 】

- 1) Md. J. Rahman, Md. A. Momin, U. Mostafa, Md. J. Islam, T. Mieno, "Application of carbon nanotubes on to natural fibers for advanced technology", Int. Conf. Science & Technology for Celebrating the Birth Centenary of Bangabndhu", Dhaka, 2021. 3. 13.
- 2) 三重野 哲、「アーク放電法を用いたGd内包炭素カプセルの合成」、2020年度静岡大-核融合研一連携研究会、静岡大、2020. 12. 15. 2件

多元環の表現論

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 (2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 は圏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) 小圏余弱作用をもつ線型圏のグロタンディーク構成 (およびその両側加群版) と、導来同値性との関係を調べる。
- (3) 小圏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。
- (4) 小圏擬作用をもつ線形圏のグロタンディーク構成および小圏次数付き線形圏のスマッシュ積が Cohen-Montgomery 双対を与えることを証明する。
- (5) 小圏余弱作用をもつ線形圏のグロタンディーク構成の計算法を求める。
- (6) 小圏次数付き線形圏と小圏のスマッシュ積の計算法を求め、被覆の計算法を与える。
- (7) 上の (2)、(3)、(4)、(5)、(6) の問題を微分次数線形圏の場合について考える。
- (8) 上の (2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7) の結果を多元環および微分次数線形圏の導来同値分類に応用する。
- (9) 多元環の表現論の位相幾何学的データ解析 (TDA) への応用 (CREST 研究)

【 主な研究成果 】

(3) はほぼ完成し、昨年度に詳しく報告した。純粋数学では、本年度は主に (7) について研究した。(7-2) の問題が解け、それを応用して、ポテンシャル付きクイバーから定まる Ginzburg 微分次数圏の導来同値の例を与えた。

(9) に関する研究。TDA を実際に応用する際、パーシステンス加群の同型の元での不変量を求めることが重要な問題となる。完全な不変量としての直既約分解を求めることは、たいていの場合時間が掛かりすぎるので、それ以外の不変量で役に立つものを探す必要がある。一昨年度その候補として、区間表現の直和による "内側からの" 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。作年度は、一般のパーシステンス加群をグロタンディーク群のなかで区間表現の直和で近似する方法が見つかった。これは、正部分と負部分をともに用いる。今年度は、区間表現の直和に分解できるかどうかの判定法についてより詳しく調べ、計算コストを計算した。また、小さな 2 次元グリッドに対するパーシステンス加群について区間表現の直和に分解できるかどうかを判定し、できる場合にその分解を与えるソフトウェアを開発した。

【 今後の展開 】

上記(7-2)の結果により、ポテンシャル付きクイバーから定まる Ginzburg 微分次数圏の導来同値が扱えるようになったので、これらの導来同値分類の研究を進める。そのためには(7-5)の計算法を確立する必要がある。また、より多くの多元環について目標(1)の研究を行い、導来同値のもとでの具体的な完全不変量を求める。目標(6)のために I 次数付線形圏 B と小圏 I とのスマッシュ積 $B\#I$ の具体的な計算法を確立する。目標(9)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 bocs を発展させた $gitalgebra$ を応用する方法について調べる。

【 学術論文・著書 】

論文：

- 1)Asashiba, Hideto; Kimura, Mayumi; Nakashima, Ken; and Yoshiwaki, Michio: On isomorphisms of generalized multifold extensions of algebras without nonzero oriented cycles, Communications in Algebra, 49, 1048—1070, 2021, (online:18 Oct 2020), DOI: 10.1080/00927872.2020.1826958
- 2)Asashiba, Hideto: Cohen–Montgomery Duality for Pseudo-actions of a Group, Bulletin of the Iranian Mathematical Society, 47, 767—842, 2021, (online: Aug 2020, 1-76), DOI:10.1007/s41980-020-00413-6.

【 解説・特集等 】

- ・浅芝 秀人: "圏論の技法(中岡宏行著)日本評論社"の書評, 数学 72, 318–322, 2020 年 7 月

【 国際会議発表件数 】

- 1)浅芝 秀人: Covering theory for singular equivalences of Morita type, International Colloquium on Representations of Algebras and Its Applications; Alexander Zavadskij (IV ICRAAZ), コロンビア大学主催の Zoom による遠隔会議, 2020-11-05.

以上計 1 件

【 国内学会発表件数 】

- ・日本数学会など計 3 件

【 招待講演件数 】

- 1)浅芝 秀人: Covering theory for singular equivalences of Morita type, International Colloquium on Representations of Algebras and Its Applications; Alexander Zavadskij (IV ICRAAZ), コロンビア大学主催の Zoom による遠隔会議, 2020-11-05.
- 2)浅芝 秀人: 双圏論的被覆理論と導来同値, 第 4 回数理新人セミナー, 2021-02-10.

以上計 2 件

【 受賞・表彰 】

- ・永年勤続退職者表彰

超分子化学に基づく物質創製と機能化

教授 小林 健二 (KOBAYASHI Kenji)
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：グリーン科学技術研究所
副担当：大学院総合科学技術研究科理学専攻 化学コース)
専門分野： 超分子化学、有機機能化学
e-mail address: kobayashi.kenji.a@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://sites.google.com/view/shizuoka-chem-kobayashi>



【 研究室組織 】

教 員：小林 健二
博士課程：中林 翔 (創造科技院 D3)
修士課程：M2 (1名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

我々は、超分子化学と有機構造化学を基盤として、新規物質の合成とその分子集合性について研究を行い、ナノサイエンス・材料科学へ展開することを目的としている。現在の研究目標を以下に列記する。

- (1) 水素結合、配位結合、動的共有結合等に基づく分子集合カプセルの構築と機能化
- (2) 新規拡張パイ共役分子の合成と分子デバイスへの展開

【 主な研究成果 】

(1) 動的共有結合に基づく分子集合カプセル

2分子のテトラキス(アニリン)キャビタンドと4分子のイソフタルアルデヒドから動的イミン結合に基づく分子集合カプセルの構築に成功し、様々なゲスト分子の包接を見出した。

(2) 配位結合に基づく光応答性分子集合カプセル

2分子のテトラキス(*m*-ピリジルアゾフェニル)キャビタンドと4分子の $\text{PdCl}_2(\text{MeCN})_2$ から Pd-Npy 配位結合に基づく分子集合カプセルの構築に成功し、*m*-ピリジルアゾフェニル基の配座柔軟性によって様々なサイズのゲスト分子を包接できることを見出した。また、*m*-ピリジルアゾフェニル基の光応答機能に基づき、紫外光照射によってカプセルの不安定化とゲスト放出、可視光と熱によってカプセルの再安定化とゲスト再包接を見出した。

(3) 環状 2,7-アントリレンエチニレン 6量体

独自に開発した 1,8-ジアリール-3,6-ジボリルアントラセンを合成鍵中間体として、アントラセンとアセチレンが交互配列した平面性大環状アントラセン6量体である環状ヘキサ-2,7-(4,5-ジアリール)アントリレンエチニレンの合成に成功し、その内孔にカーボンナノチューブのセグメント構造の1つである[9]環状パラフェニレンを包接することを見出した。

(4) 光アップコンバージョン発光体

三重項-三重項消滅光アップコンバージョン(TTA-UC)は、弱いエネルギーの長波長の光を強いエネルギーの短波長の光に変換させる光化学過程として注目される。固体状態でも有効に作用する光アップコンバージョン発光体の合成に成功した。

【 今後の展開 】

超分子化学と有機構造化学をベースに、新規物質群を分子設計・合成し、分子集合させることで、ボトムアップ型ナノテクノロジー&サイエンスに貢献したい。

【 学術論文・著書 】

- 1)“Synthesis and Properties of a Cyclohexa-2,7-Anthrylene Ethynylene Derivative.”, H. Matsuki, K. Okubo, Y. Takaki, Y. Niihori, M. Mitsui, E. Kayahara, S. Yamago, K. Kobayashi, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2021**, *60*, 998-1003.
- 2)“Cavitand-Based Pd-Pyridyl Coordination Capsules: Guest-Induced Homo- or Heterocapsule Selection and Applications of Homocapsule to Protection of Photosensitive Guest and Chiral Capsule Formation.”, M. Nakamura, Y. Tsukamoto, T. Ueta, Y. Sei, T. Fukushima, K. Yoza, K. Kobayashi, *Chem. Asian J.* **2020**, *15*, 2218-2230.

【 国内学会発表件数 】

- 1) 日本化学会など5件

【 受賞・表彰 】

- 1) 米谷樹 (B4)、日本化学会東海支部支部長賞

新しい機能性金属錯体の合成研究

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.kondolab-shizudai.sakura.ne.jp/Kondo_Lab/Kondo_lab.html



【 研究室組織 】

教 員：近藤 満

修士課程：M2 (1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、あるいは、それらを高感度に検出できる金属錯体の合成を進める。

- (1) 超分子カプセルを利用した有害陰イオンの高選択的認識と捕捉
- (2) 超分子カプセルを利用した有害陰イオンの高感度検出
- (3) 超分子カプセルを利用した小分子の選択的認識と捕捉分離

【 主な研究成果 】

- (1) メトキシ基を骨格に導入した新しい架橋配位子を合成し、これらの架橋配位子を用いて、ケージ構造をもつ金属錯体の合成を行った。これまで、 $B-CH_2-Ar-CH_2-B$ ($B =$ イミダゾール、あるいはベンズイミダゾール、 $Ar =$ メチル基を3つ以上有するアリール基)の組成で表される架橋配位子を用いて種々のケージ型錯体の合成を行ってきた。これまでに、Barrel 型およびBowl 型構造をもつケージ型錯体を合成することに成功し、得られた錯体のケージ内部に捕捉される小分子の選択性を検討したところ、配位子の種類に応じて、THF、メタノール、およびイソプロパノールなどの小分子を選択的に捕捉できることが明らかとなった。さらに、これらのケージ型錯体の生成過程を利用することで、混合有機溶媒中から、2種類の有機分子を高選択的に捕捉分離することに成功した。いずれの化合物も THF を捕捉し、これ以外に、メタノール、あるいはイソプロパノールのような小分子を捕捉除去することが示された。この過程で生成する金属錯体の結晶構造を単結晶 X 線構造解析により決定し、2種類の有機小分子が捕捉分離されるメカズムを検討した。その結果、いずれの場合においても THF がケージ空間内部に捕捉され、さらにケージ錯体の分子間に小分子が捕捉されることが明らかとなった。
- (2) 過塩素酸イオンは、他の陽イオンとの相互作用が低いため、他の分子を利用した認識や捕捉が非常に難しい陰イオンである。この陰イオンは子供の成長を阻害する有害性があるにも関わらず、飲用に使用する水からの検出が相次ぎ、欧米、米国を中心に社会問題となった。過塩素酸イオンは煮沸等でも分解しないため、その除去が難しい。飲用水、環境水中に溶解している過塩素酸イオンの濃度の定量は、これまでは、イオンクロマトグラフィーおよび、マススペクトルなどの大型機器を用いて分析するしか方法が無かった。これらの機器は高額である上、測定操作も煩雑な上、装置の維持管にも多大な手間隙がかかる。本研究室では、メチルオレンジを対イオンにもつカプセル型錯体を合成し、この錯体が、水溶液中の過塩素酸イオンと陰イオン交換反応を介してメチルオレンジを放出することを見出してきた。この反

応を利用することで、水溶液中の過塩素酸イオンを呈色させることができ、その感度は ppb レベルであったが、この低濃度レベルの過塩素酸イオンの検出には分光スペクトルを使用する必要があった。これは過塩素酸イオンを含まないブランク溶液でもわずかに呈色が起こることに原因があった。今回、呈色活性に対するケージ錯体の配位子の構造の相関関係を系統的に検討することで、ブランク水溶液で呈色を示さず、かつ ppb レベルの過塩素酸イオンの存在に対して水溶液を呈色させることができるケージ型錯体を見出した。分析機器を一切使用することなく、水溶液中の 6 ppb の過塩素酸イオンを呈色により検出できることを見出した。

【 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) T. Okubo, A. Kameyama, K. Kamiya, M. Kondo, M. Hara*, “F-segments of Arabidopsis dehydrins show cryoprotective activities for lactate dehydrogenase depending on the hydrophobic residues” *Phytochemistry*, **2020**, *173*, 12300.
- 2) R. Narukawa, T. Kobayashi, S. Fukunaga, Y. Suzuki, T. Kan, M. Kondo*, “Substituent-Controlled Constructions of M₂L₄ Cage and 1D Network Structures for Cu(II) Complexes with Bis-benzimidazole Ligands” *Chemistry Letters*, **2020**, *49*, 832.
- 3) K. Tanaka, Y. Tago, M. Kondo, Y. Watanabe, K. Nisho, T. Hitosugi, M. Moriya”, “High Li-Ion Conductivity in Li{N(SO₂F)₂} (NCCH₂CH₂CN)₂ Molecular Crystal” *Nano. Lett.* **2020**, *20*, 8200.

【 特許 】 1 件

- ・「イオン性金属錯体、陰イオン検出剤、陰イオン検出方法、及び芳香族化合物」 PCT/JP2020/32463
令和 2 年 8 月 27 日 申請、 発明者 近藤 満

【 国内学会発表件数 】 1 件

- ・ 第 2 回 静岡県三大学連携シンポジウム ZOOM 配信 (2020. 11. 17)
「カプセル分子を利用した過塩素酸イオンの高感度呈色」主宰 静岡県立大学、浜松医科大学、静岡大学

非古典述語論理、Kripke 意味論

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

【 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例えば「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。

【 招待講演件数 】

- ・ 日本数学会 2020 年度秋季総合分科会（数学基礎論分科会）（2020.9）特別講演

作用素半群の生成と微分方程式系の適切性

教授 田中 直樹 (TANAKA Naoki)
情報科学専攻 (主担当: 理学部 数学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 数学コース)
専門分野: 作用素半群と発展方程式
e-mail address: tanaka.naoki@shizuoka.ac.jp



【 研究室組織 】

教 員 : 田中 直樹

修士課程 : M2 (1名)

【 研究目標 】

研究目的は、解の初期値に関する連続的依存性に着目して、バナッハ空間における非自励な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、ベクトル空間の枠を超える適切性定理へと深化させることである。

- (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) 変異解析が秘める可能性の追究—距離空間における微分方程式の適切性理論の深化—
- (3) 距離空間における勾配流に対する適切性定理の拡張—自励系から非自励系へ—

【 主な研究成果 】

(1) 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様々な研究を統一的に扱う理論の構築を目指すために、スティルチエス積分により記述される積分方程式の最大解を利用し、非自励な非線形関数微分方程式の解の増大度条件を提案すると同時に、連続な有界変動関数を利用した連続率による、方程式を支配する作用素の時間に関する連続性条件の下で、非自励な非線形関数微分方程式の可解性を確立した。

(2) 変異解析 (距離空間における微分方程式に対する適切性の研究)

Aubin により導入された、距離空間において微分を表現するための数学的道具について、その時間に関するリップシッツ連続性条件を仮定しない設定の下、変異解析を展開した。さらに、その成果をバナッハ空間における半線形発展方程式及び遅れを伴う微分方程式へ応用した。

【 今後の展開 】

バナッハ空間における重要な研究対象である Neumann 境界条件つき多孔質媒体方程式に対する適切性や流れの制約条件に対する変分不等式の問題などを、組織的に扱える理論を構築できるかどうかという問いは、体系的な理論構築を目指す観点から考察に値する。そこで、上述の重要な研究対象である方程式に加え、双曲型方程式系を組織的に扱えるように、加藤理論や時間に依存する劣微分作用素により支配される発展方程式の枠組みを拡張することを目標とする。また、距離空間における勾配流に対する適切性定理について、自励系から非自励系へ拡張することを目的に、非自励系の勾配流に対する解の概念をどのように導入するか、さらに、定義した解に対する適切性をいかに導くかという問題を設定し、それを解明することで、高名な AGS 理論の 1 つの非自励系への拡張を与える。

【 学術論文・著書 】

- 1) K. Takami, N. Tanaka, Mutational analysis with transitions whose domains vary in state and that are not necessarily Lipschitz continuous in time, *J. Math. Anal. Appl.* 498 (2021), no. 1, 124967, 27 pp.

場の量子論と超弦理論の非摂動的研究

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: 山代 和志 (創造科技院 D3、学振特別研究員 DC2)、田中 豪太 (創造科技院 D2)、
桑原 孝明 (創造科技院 D1)、水野 優輝 (創造科技院 D1)

修士課程: M2 (2名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

我々は、素粒子論において、理論の非摂動的な解析と理論の持つ非摂動効果に興味を持っている。当面の研究目標は以下のとおりである。

- (1) 重力を含む統一理論の最有力候補である超弦理論を非摂動的に定式化する。
- (2) (1) の定式化を非摂動的に解析し、素粒子論と宇宙論に対して新たな予言を行う。
- (3) 場の量子論を非摂動的に解析することにより、標準模型を超える物理を探求する。
- (4) (2) と (3) を実践するための数値計算法を開発する。

【 主な研究成果 】

(1) IIB 行列模型の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、行列の自由度から創発する。数値シミュレーションによって、この模型において 3+1 次元の膨張する宇宙の出現を示す結果が得られていた。一方で、この時空はその膨張に行列の固有値のうち 2 つのみが関与しているという特異な構造を持っており、これはシミュレーションをするときに符号問題を避けるために行った近似に起因している。ここでは、近似を行わずに、符号問題を解決するために複素ランジュバン法を用いてシミュレーションを行い、特異性のない時空が出現している新しい相を発見した。

(2) くりこみ群と拡散方程式の関係

厳密くりこみ群は場の量子論を非摂動論かつ解析的に研究する手法を与える。ここでは、スカラー場に対する一般の厳密くりこみ群方程式と拡張された拡散方程式の関係を明らかにした。この結果は、未解決のゲージ理論に対する厳密くりこみ群方程式の構築に知見を与えるものである。

(3) 情報幾何とバルク幾何の関係

AdS/CFT 対応あるいはゲージ重力対応は量子重力理論の構築に大きなヒントを与えると期待されるが、ここでも空間の創発が見られ、ゲージ理論からいかに重力側のバルク幾何を再構成されるかを明らかにすることが課題となっている。ここでは、双対重力理論を持つ場の量子論とそれに摂動をかけて得られる理論を考え、これら 2 つの理論の基底状態の間の距離を測る量子情報計量を、バルクにおいて元の場の量子論に対応する時空からのバックリアクションで表

す公式を発見した。この公式は摂動の種類に依らない普遍的なものであり、バルクの再構成の問題に多くの知見を与えると期待される。

【 今後の展開 】

- (1) 行列模型における曲がった時空の記述の仕方を明らかにし、超弦理論を非摂動的に定義する行列模型を完成させる。
- (2) IIB 行列模型の複素ランジュバン法を用いたシミュレーションをより大きな行列サイズで推進する。これにより、宇宙初期の時空の構造の解明を目指す。
- (3) ゲージ理論における量子情報量とバルク幾何の関係を探求し、バルク幾何を再構成を行い、量子重力理論の構築を目指す。
- (4) ゲージ理論に対する厳密くりこみ群方程式を構築し、量子重力理論やゲージ重力対応の研究に応用する。

【 学術論文・著書 】

- 1) “The emergence of expanding space-time and intersecting D-branes from classical solutions in the Lorentzian type IIB matrix model”, Progress of Theoretical and Experimental Physics (2020) 4, 043B10, 査読有
- 2) “Information geometry encoded in bulk geometry”, Journal of High Energy Physics 06 (2020) 107, 査読有
- 3) “How information geometry is encoded in bulk geometry”, Proceedings of Science, CORFU2019, (2020)179, 査読有
- 4) “Complex Langevin calculations in QCD at finite density”, Journal of High Energy Physics 10(2020)144, 査読有
- 5) “Renormalization group and diffusion equation”, Progress of Theoretical and Experimental Physics (2021) 2, 023B02, 査読有

【 国際会議発表件数 】

- ・ 4 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 土屋麻人：“超弦の行列模型から創発する時空の研究”，「富岳」成果創出加速プログラム「シミュレーションで探る基礎科学：素粒子の基本法則から元素の生成まで」報告会，(2020.9)，オンライン開催 他 11 件

【 招待講演件数 】

- 1) 国内学会発表件数 1 件

【 受賞・表彰 】

- 1) 土屋麻人：静岡大学研究フェロー（第4期令和元年度～令和3年度）

ナノ構造光学媒質中での光の伝播現象

教授 富田 誠 (TOMITA Makoto)
光・ナノ物質機能専攻 (主担当: 理学部 物理学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 物理学コース)
専門分野: 量子エレクトロニクス、量子光学
e-mail address: tomita.makoto@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~spmtomi/>



【 研究室組織 】

教 員: 富田 誠
修士課程: M2 (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、Goos-Hänchen シフト

【 主な研究成果 】

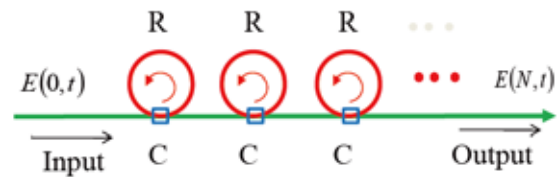
(1) Net Goos-Hänchen (GH) シフト及び Reshaping シフト

物理学において、空間と時間領域は幅広い 2 元性を持つ。分散媒質中を伝搬する波束がその例である。時間領域ではパルス伝搬は群速度を用いて記述される。電磁誘導透明化現象の中で観測される、「遅い光」などである。一方、空間領域でよく知られた現象として、グース-ハンシェン (Goos-Hänchen ;GH) シフトがある。この効果は、従来は、基礎物理学的な観点から研究されてきた。近年、応用も視野に、狭域帯の共鳴現象にともなった急峻な位相変化を用い、巨大 GH シフトを作り出す研究が盛んに行われている。しかし、共鳴現象を利用する方法には多くの問題が存在する。その1つは、共鳴にともなった複雑な分散によって、反射ビームプロファイルの広がりや変形が生じ、従来の GH シフトの定義が意味をなくすことである。

本研究では、この問題を解決することを目的とし、特に、時間領域における波束の伝搬現象との類似性に注目し、GH シフトの新しい定義に関する研究を行った。新しい GH シフト概念ではビームシフトをビームのピークではなく、ビームの重心位置から定義し、シフト量を Net GH シフト及び Reshaping シフトによって記述する。これにより従来の GH シフトの概念が破綻する条件下でも、シフト量が定義可能となる。Net GH シフトは従来の GH シフトをスペクトル積分した量で、分散が小さい極限では従来の定義に帰着する。Reshaping シフトは、従来の定義では無視されている分散の虚部の項から現われる。この方法は、研究室でこれまで提案してきた、時間領域で、従来の群速度の定義が破綻する長距離伝播する光パルスの伝播を記述するための、Net group と Reshaping delay の概念 [Phys. Rev. Lett. 94, 223901 (2005)] を空間領域に拡張したものである。

(2) 直列配置リング共振器におけるパルスのピークを除去されたパルスからのパルスピークの観測

光の伝播速度は物理学にとっては基本的な問題の1つである。いわゆる「速い光」とは真空中の光速 c よりも速く、あるいは負の速度でパルスピークが媒質中を伝播する現象である。特に、負の速度は、パルスのピークが入射



するよりも早く、出射パルスのピークが出力に現れるという奇妙な効果である。一見すると因果律と矛盾するように見え、関心を集めている。この特異な振る舞いから導かれる1つの疑問は、ガウス型パルスの先頭部分が媒質に入射した後、入射ピークが媒質に入射するよりも早く入射パルスが“遮断”された場合、出射パルスのピークは現れるか、という疑問である。研究室ではこのテーマを1段の共振器で取り組んできた[Phys. Rev. Lett. 112, 093903 (2014)]。本研究では、直列配置された共振器列の高い異常分散をもちいて、ピークを持たないガウスパルスによる出射パルスピークの観測する実証実験をおこなった。多段に配列されたリング共振器の各段を通過する波形を系統的に観測し、ピークが成長する様子を実験的に捕らえた。このことは、入射と出射パルスのピークはお互いに解析的に(因果律で)結ばれておらず、周波数分散によって引き起こされた位相シフトによりパルスの異なった部位から形成されるものであること、負の速度は因果律に反するものではないことを端的に示すことになる。

【学術論文・著書等】

- 1)“Developments of pulse peak from peak-truncated Gaussian optical pulses in a serial array of high-Q ring resonators”, Makoto Tomita, Taichi Sudo, Kota Yoshimura and Daiki Sugio, Physical Review A, 102, 043507 (2020).
- 2)“Net and reshaping Goos-Hanchen shifts”, Hirozumi Saito and Makoto Tomita, Journal of the Optical Society of America B, 38, 1048-1056 (2021).
- 3)“Quantum proton entanglement in nanocrystalline Silicon surface” Takahiro Matsumoto, Hidehiko Sugimoto, Takashi Ohhara, Stephen M. Bennington, Makoto Tomita, and Susumu Ikeda (Submitted)

【国内学会発表】

- 1) 日本物理学会 2020 年秋季大会 オンライン開催 PSE 3 5
題目: Net 及び Reshaping グースハンシェンシフト 静大理 齋藤滉純, 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-Hanchen 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



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 (教授)、北村 勇吉 (工学領域 助教)

修士課程：M2 (1名)、M1 (1名)

【 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、(a) 水素結合系の赤外・テラヘルツスペクトル等の特徴付ける分子間相互作用とダイナミクスの解明、(b) 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、(c) ハロゲン結合など分子間相互作用の基礎論、(d) 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) ハロゲン結合の諸性質及び分光学的特徴との関係の理論的解明

ハロゲン結合形成に主に寄与するのは、ハロゲン原子内の電子分布の偏りによる電気四重極子に由来する異方的な静電相互作用であるため、それを的確に表現する必要がある一方で、水素結合と同様、純粋な静電相互作用ではなく、それに由来する分光学的特徴にも留意する必要がある。本研究では、静電相互作用の異方性を MD 計算に容易に適用可能な形で表現するための点電荷の配置について、従来法での不具合を解消する方法を、電子密度解析によって定量的に提示した。また、ハロゲン結合に含まれる部分的な電荷移動的性質および共有結合的性質が、THz および赤外スペクトルの特徴と関係すること、そこには分子間に亘る電子の振舞いが関わっていること、ハロゲン結合の幾何学的特徴と良い相関を示すことなどを、幾つかの例をもとに明らかにした。

[*J. Chem. Phys.* **153**, 174302/1–10 (2020); *Phys. Chem. Chem. Phys.* **21**, 17118–17125 (2019); *Phys. Chem. Chem. Phys.* **18**, 10081–10096 (2016)]

(2) 溶媒の相互作用による伸縮振動数と NMR 化学シフトの変化の解析

OH 基・C=O 基・C=N 基など幾つかの官能基の伸縮振動と NMR 化学シフトは、液体・溶液系や生体分子系における静電環境のプロープとして、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、水の OH 伸縮振動を対象に、水素結合形成に伴う振動数シフトに関わる従来からの静電相互作用モデルには、分子間に亘る電子の振舞いの要素が実効的に含まれていることを、定量的に示した。また、溶液中およびヘムのリガンドとしてのシアン化物イオンを対象に、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、シアン化物イオンが静電環境の良いプロープとなること、ここでも分子間に亘る電子の振舞いが重要な役割を果たすことを示した。

[*J. Phys. Chem. B* **125**, 1468–1475 (2021); *Chem. Rev.* **120**, 7152–7218 (2020); *J. Mol. Liq.* **284**, 773–779 (2019); *J. Phys. Chem. A* **120**, 7137–7144 (2016)]

(3) 氷 I_h の表面における OH 基の配向秩序構造の解明

氷 I_h の内部における水素原子の配置は、ice rule を満たす範囲内でランダムであり、これが

残余エントロピーの起源であることが知られている。しかし、表面における配置は十分に明らかではなく、議論の対象となっている。本研究では、表面選択的に測定できることが知られているヘテロダイン検出和周波発生振動分光法を、さまざまな割合で同位体希釈したサンプルに適用し、理論解析と組み合わせることにより、氷_{1h}の表面におけるOH基の配向秩序の様相を解析した。その結果、表面においてOH基が上向きとなった秩序構造をとることを明らかにした。[*Chem. Commun.* **56**, 4563–4566 (2020)]

(4) 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。

[*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)]

(5) 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に亘る電子の振舞い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)]

【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) Y. Nojima, Y. Shioya, H. Torii, and S. Yamaguchi, “Hydrogen order at the surface of ice I_h revealed by vibrational spectroscopy”, *Chem. Commun.* **56**, 4563–4566 (2020).
- 2) C. R. Baiz, B. Błasiak, J. Bredenbeck, M. Cho, J.-H. Choi, S. A. Corcelli, A. G. Dijkstra, C.-J. Feng, S. Garrett-Roe, N.-H. Ge, M. W. D. Hanson-Heine, J. D. Hirst, T. L. C. Jansen, K. Kwac, K. J. Kubarych, C. H. Londergan, H. Maekawa, M. Reppert, S. Saito, S. Roy, J. L. Skinner, G. Stock, J. E. Straub, M. C. Thielges, K. Tominaga, A. Tokmakoff, H. Torii, L. Wang, L. J. Webb, and M. T. Zanni, “Vibrational spectroscopic map, vibrational spectroscopy, and intermolecular interaction”, *Chem. Rev.* **120**, 7152–7218 (2020).
- 3) K. Saito, R. Izumi, and H. Torii, “Dissecting the electric quadrupolar and polarization effects operating in halogen bonding with a focus on bromine”, *J. Chem. Phys.* **153**, 174302/1–10 (2020).
- 4) H. Torii and R. Ukawa, “Role of intermolecular charge fluxes in the hydrogen-bond-induced frequency shifts of the OH stretching mode of water”, *J. Phys. Chem. B* **125**, 1468–1475 (2021).

【 国内学会発表件数 】

・分子科学会オンライン討論会（2件）、第34回分子シミュレーション討論会（2件）[計4件]

【 受賞・表彰 】

- 1) 齋藤健人 (M2), 日本化学会東海支部長賞 (2021.03.19)

非可換代数幾何学

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



【 研究室組織 】

教 員：毛利 出

博士課程：HU Haigang (D1)、松野 仁樹 (D1)

修士課程：山本 純寛 (M1)

【 研究目標 】

非可換代数幾何学という研究分野は1990年代に始まった大変新しい数学の分野で、現在欧米を中心に活発に研究されています。代数幾何学における重要な研究課題の一つは低次元代数多様体を分類することです。同様に非可換代数幾何学においても低次元非可換代数多様体を分類することが最重要課題となっています。実際非可換代数幾何学は非可換射影平面の斉次座標環であるところの3次元AS-regular代数の分類問題に始まったといつてよいでしょう。その後非可換射影曲線の分類は完成されましたので、次なる目標は高次元非可換射影空間や非可換射影曲面を分類することです。私は特に次の研究課題の解決を主要な研究目標としています。

- (1) 非可換射影空間の斉次座標環であるAS-regular代数のホモロジー代数的性質の研究と分類問題。
- (2) 非可換射影曲面の重要な研究対象である非可換線織曲面の幾何学的性質の研究と分類問題。

【 主な研究成果 】

令和2年度の主な研究成果は次の通りです。

- (1) 東京理科大学の板場綾子氏との共同研究で、非可換射影平面が中心上有限生成になるための必要十分条件を幾何的に判定することに成功しました。またこの研究成果を論文にまとめて学術誌に投稿することができました。
- (2) 非可換射影2次超曲面は非可換代数幾何学の重要な研究対象ですが、その最も単純な場合である非可換射影2次曲線の研究を指導学生であるHu君と松野君とで行い、Calabi-Yau非可換射影平面に埋め込むことのできる非可換射影2次曲線を完全に分類することができました。またこの研究成果を論文にまとめることができました。
- (3) 昨年度アメリカ西ワシントン大学のAdam Nyman氏との共同研究で、今まであまり研究されてこなかったAS-regular Z 代数の性質を研究し論文にまとめて投稿していましたが、その論文が代数学の学術誌として評判の高いJ. Pure Appl. Algebraに出版されることになりました。今年度も引き続き共同研究を行いAS-regular Z 代数を斉次座標環とする非可換射影空間の圏論的特徴づけに成功することができました。

【 今後の展開 】

令和3年度は次のような研究課題に取り組む予定です。

(1) 指導学生の研究課題として3次元 AS-regular 代数の次数付自己同型群の分類は完成しつつありますが、それより広い概念である twisting system の研究と分類を行う予定です。

(2) 引き続きアメリカ西ワシントン大学の Adam Nyman 氏と共同研究を行い、上記研究成果を論文にまとめ学術誌に投稿する予定です。

(3) 東京大学の植田一石氏と大阪大学の大川新之介氏と共同研究を行い、射影直線上の非可換線織曲面として定義される非可換 Hirzebruch 曲面の研究を導来圏の見地から発展させる予定です。

【 学術論文・著書 】

・ Izuru Mori and Adam Nyman

“Local duality for connected Z-algebras”, J. Pure Appl. Algebra 225 印刷中、査読有

【 国内学会発表件数 】 2 件

有機化学、生命機能物質合成

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://www.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 (5名)、M1 (4名)

学 部 生: B4 (7名)

【研究目標】

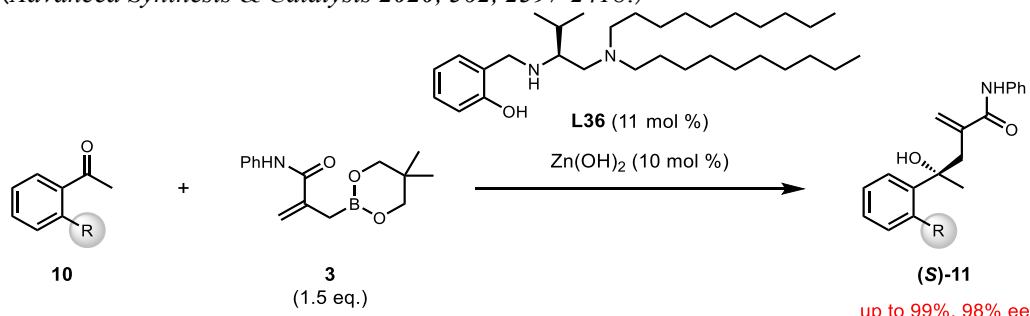
- (1) 未知で精密な生体系の営みをモデル化して解明 (Research) するとともに、
 - (2) 生命活動に欠かせないバイオフィンケミカルズ (抗生物質、抗 HIV 作用物質、ビタミン類など) やバイオメディカル (フェロモン類など) の設計 (Design)、
 - (3) さらにそれらの全合成と機能化を目指した応用 (Produce)、を目標にしている (RDP)。
- すなわち、未知な【生命・生体】反応の探求と解明を目指しつつ、優れたバイオマテリアルズ
 の設計・構築を行い、それらを利用した新しい機能性物質の開発を行っている。

<具体的な研究課題>

- (1) 優れたファインケミカルズ (医薬品、薬理、生理活性物質、香料等) の全合成
- (2) 精密有機合成 (立体選択的不斉合成法の開発と応用)
- (3) 新しい化学酵素反応の開発と応用
- (4) 新しい機能性有機材料の開発と応用
- (5) 有機分子触媒による不斉有機反応の開発と生理活性物質合成への応用

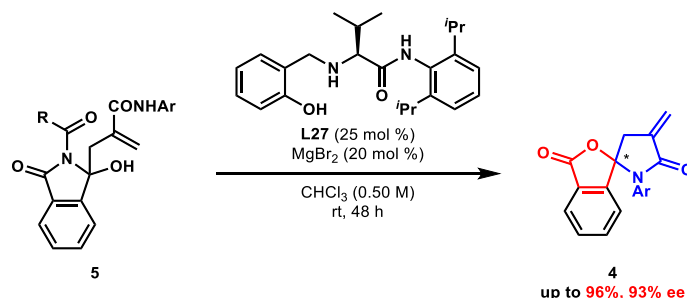
【主な研究成果】

(1) 水を溶媒とする新しい特異な反応場の設計に成功すると同時に、有機合成的には極めて新しい水溶液中での環境調和型アミドアリル化反応の開発に成功した。水を溶媒として、 β -アミドアリルボロン酸エステル **3** を用いた触媒的不斉アミドアリル化反応について検討したところ、反応性の高いアルデヒドや脂肪族ケトンに対する反応の立体制御は困難であったが、長鎖アルキル基を導入した不斉配位子と水酸化亜鉛を触媒として用いることで、芳香族ケトンに対する付加反応が水中で高エナンチオ選択的に進行した。特にアセトフェノンのオルト位に適度に嵩高い置換基を導入することで、定量的に反応を行うと同時にほぼ完全な立体制御を実現した。(*Advanced Synthesis & Catalysis* **2020**, *362*, 2397-2418.)



(2) γ -ラクタムおよび γ -ラクトン構造を有するアザスピロ- γ -ラクトン **4** の不斉合成を目指し、ヒドロキシラクタム **5** に対する不斉アザスピロラクトン化反応の検討を行った。その結果、クロロホルムを溶媒として用い、臭化マグネシウムとアミノフェノール誘導体 **L27** を触媒量添加することで高収率かつ高エナンチオ選択的に **4** を得ることに成功した (Scheme 18)。また、本

反応は 5 の側鎖の窒素上の置換基に関わらず適用できることが明らかとなった。この手法を用いて (*R*)-4a も合成し、P388 細胞に対する細胞毒性試験を行ったところ、絶対立体配置に関わらず、4a が比較的強い活性をもつことが明らかとなった。(Tetrahedron 2020, 76, Article Number 131252.)



(3) 本研究では、ラクタム窒素原子上に種々の電子供与基を有する・フェニルチオラクタム誘導体の、求電子的なアミドアリル化反応を検討し、メチレンラクトンおよびメチレンラクタムを有するスピロ環の分岐合成の開発に成功した。目的の 2-アセトキシメタクリルアミド誘導体への付加反応は、遷移金属を用いず NaH を塩基とすることのみで円滑に進行し、対応するアリル付加体を高収率にて与えた。さらに、アリル付加体のフェニルチオ基を水酸基で置換した後、酸性条件下環化反応を行うことでメチレンラクタムを有するスピロラクタムへと誘導可能であった。他方、アリル付加体のアミド基を Boc 基で保護した後に、フェニルチオ基の水酸化化を行うことでメチレンラクトンをも有するスピロラクタムへと誘導できた。本合成法は基質であるラクタム誘導体の窒素原子上の置換基や芳香環の有無に関わらず幅広く適用可能であった (Scheme 13)。さらに、P388 細胞に対する細胞毒性調査の結果、メチレンラクトンをも有するスピロラクタムが強力な活性を有していることが判明した (Beilstein Journal of Organic Chemistry 2020, 16, 2769-2775.)

【 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) Zn(OH)₂-catalyzed Asymmetric Allylation of Acetophenones with Amido-functionalized Allylboronate in Water Tetsuya Sengoku, Ryunosuke Maegawa, Hiroki Imamura, Mitsuo Wada, and Hidemi Yoda, *Advanced Synthesis & Catalysis* **2020**, 362, 2397-2418
- 2) Development of New Catalytic Enantioselective Formation of Methylene lactam-based *N,O*-Spirocyclic Compounds via Ring Opening-asymmetric Reclosure of Hydroxylactams Tetsuya Sengoku, Ayako Miyoshi, Tamaki Tsuda, Toshiyasu Inuzuka, Masami Sakamoto, Masaki Takahashi and Hidemi Yoda *Tetrahedron* **2020**, 76, Article Number 131252.
- 3) Bifurcated Synthesis of Methylene Lactone- and Methylene Lactam-fused Spirolactams via Electrophilic Amide Allylation of γ -Phenylthio-functionalized γ -Lactams Tetsuya Sengoku, Koki Makino, Ayumi Iijima, Toshiyasu Inuzuka, and Hidemi Yoda *Beilstein Journal of Organic Chemistry* **2020**, 16, 2769-2775.

【 国内学会発表件数 】

- 1) 日本化学会第 101 春季年会 4 件

【 特記事項等 】

- 1) 有機合成化学協会 幹事
- 2) 複素環化学討論会 学生講演賞選考委員
- 3) 有機合成化学協会東海支部 VIP 賞、優秀賞選考委員
- 4) 企業専任技術アドバイザーおよび顧問 (2 社)

強相関係物質の単結晶育成と物性開拓

准教授 海老原 孝雄 (EBIHARA Takao)
光・ナノ物質機能専攻 (主担当: 理学部 物理学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 物理学コース)
専門分野: 固体電子物性
e-mail address: ebihara.takao@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://tdb.shizuoka.ac.jp/RDB/public/Default2.aspx?id=10986&l=0>



【 研究室組織 】

教 員 : 海老原 孝雄

博士課程 : D3 (1名)

修士課程 : M1 (1名)

学 部 生 : B4 (1名)

【 研究目標 】

我々は次世代の超伝導体や熱電材料等の設計指針を得るための学理を追求するため、強相関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。その典型例が $CeNi_2Ge_2$ であるが、有効質量の重さゆえに、この物質における電子状態研究は長らく困難であった。加えて試料純度の問題もあるため、本研究室では今年度、 $ThCr_2Si_2$ 型正方晶を有する $CeNi_2Ge_2$ の結晶純良化に取り組んだ。ユニークな結晶純良化装置を持つ富山県立大学との共同研究を始め、世界最高レベルの純度の試料を手にすることができた。
- (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 化合物や希土類元素を含む超伝導体についても結晶育成を行い、その強磁場物性と微視的電子状態を研究している。2018 年度に雰囲気制御のできる $MoSi_2$ ヒーター炉を導入して、2019 年度は本格的に運用を開始し、従来のテトラアーク炉と組み合わせながら、育成困難物質の結晶化と純良化に取り組んだ。2019 年度に YRh_4B_4 という単相合成が困難な高温超伝導物質について、ほぼ単相の試料を得ることに成功し、種々の物性測定を通じて超伝導物性および電子状態を知る上で重要な超伝導パラメータを決定することができ、2020 年度に論文として出版することができた。

【 今後の展開 】

我々は様々な結晶育成手法を用いて良質の単結晶を作成しており、極端条件測定では東京大学物性研究所・大阪大学・米国立強磁場研究所との連携を取りながら電子状態研究を推進してきた。雰囲気制御可能な高温電気炉 (MoSi₂ 炉 : 上限 1, 6 0 0 °C) の本格運用を開始するなど、新たな結晶育成手法の開発とともに、純良単結晶の作成にトライし始め、良好な結果を得ている。今後、さらなる結晶化と純良化に加え、極端条件物性と電子状態の研究を進めていく。

【 学術論文・著書 】

1) Superconductor Science and Technology **33** (2020)125006 (6page)

【 国内学会発表件数 】

・ 1 件

核融合炉システム中でのトリチウム挙動

准教授 大矢 恭久 (OYA Yasuhisa)
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 理学部 放射科学教育研究
推進センター及び大学院総合科学技術研究科理学専攻 化学コース)
専門分野: トリチウム工学、核融合炉工学、放射化学
e-mail address: oya.yasuhisa@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://fusion.sci.shizuoka.ac.jp/>



【 研究室組織 】

教 員: 大矢 恭久
研 究 員: 孫 飛 (学術研究員)
博士課程: 趙 明忠 (創造科技院 D3)
修士課程: M2 (4名)、M1 (1名)
学 部 生: 4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 (トリチウム) の炉内挙動評価を明らかにし、原型炉設計を進める。

高エネルギー粒子照射環境下における材料と水素同位体との相互作用およびその影響について明らかにすることにより安全性を高めた核融合炉システム構築のための知見を集積する。

【 主な研究成果 】

(1) 照射損傷分布をもつプラズマ対向壁タングステン中のトリチウム挙動

核融合炉環境下では中性子および高エネルギー粒子照射によりプラズマ対向壁であるタングステンに種々の照射欠陥がその分布を持って導入されるため、非照射材とはトリチウム滞留挙動が大きく異なる。そのため、原子炉中性子照射および高エネルギー鉄イオン照射により照射損傷分布を制御したタングステンにおける水素同位体滞留挙動を評価すると共にそのメカニズムについて検討した。さらに、核融合反応によって生成するヘリウムの影響についても検討を行った。(Journal of Nuclear Materials, 539 (2020) 152323., Journal of Nuclear Materials, 537 (2020) 152227)

(2) プラズマ対向材におけるプラズマ駆動水素透過挙動評価

核融合炉設計のためには、高温下におけるプラズマ対向材中での水素同位体挙動に及ぼす物理定数 (溶解度、拡散係数、再結合定数など) を明らかにする必要がある。そこで、静岡大学の放射線管理区域内にプラズマ駆動水素透過測定装置を構築し、高温下における水素透過挙動を評価した。(Fusion Engineering and Design, 160 (2020) 111853)

【 今後の展開 】

核融合炉設計に向けたプラズマ対向材中の水素リサイクリング評価のため、プラズマ駆動透過に及ぼす水素同位体効果およびそのヘリウム添加効果を計画している。

【 学術論文・著書 】

- 1) Mingzhong Zhao, Shota Yamazaki, Takuro Wada, Ayaka Koike, Fei Sun, Naoko Ashikawa, Yoji Someya, Tetsu Mieno, Yasuhisa Oya, "Deuterium recombination coefficient on tungsten surface determined by plasma driven permeation", Fusion Engineering and Design, 160 (2020) 111853.
- 2) Y. Oya, F. Sun, Y. Yamauchi, Y. Nobuta, M. Shimada, C.N. Taylor, W.R. Wampler, M. Nakata, L.M. Garrison, and Y. Hatano, "D retention and depth profile behavior for single crystal tungsten with high temperature neutron irradiation", Journal of Nuclear Materials, 539 (2020) 152323.

- 3) F. Sun, M. Nakata, S. E. Lee, M. Zhao, T. Wada, S. Yamazaki, A. Koike, S. Kondo, T. Hinoki, M. Hara, Y. Oya, “Synergistic effects of high energy helium irradiation and damage introduction at high temperature on hydrogen isotope retention in plasma facing materials”, *Journal of Nuclear Materials*, 533 (2020) 152122.
- 4) Ayaka Koike, Moeko Nakata, Shota Yamazaki, Takuro Wada, Fei Sun, Mingzhong Zhao, Naoaki Yoshida, Kazuaki Hanada, Yasuhisa Oya, “Evaluation of hydrogen retention behavior in tungsten exposed to hydrogen plasma in QUEST”, *Nuclear Materials and Energy*, 26 (2021) 100856.
- 5) Yasuhisa Oya, Suguru Masuzaki, Masayuki Tokitani, Moeko Nakata, Fei Sun, Makoto Oyaidzu, Kanetsuku Isobe, Nobuyuki Asakura, Teppei Otsuka, Anna Widdowson, Jari Likonen, Marek Rubel and JET contributors, “Comparison of hydrogen isotope retention in divertor tiles of JET with the ITER-Like Wall following campaigns in 2011-2012 and 2015-2016”, *Fusion Science and Technology*, 76 (2020) 439-445.
- 6) F. Sun, X.C. Li, L. Zhang, M. Nakata, M. Zhao, T. Wada, S. Yamazaki, A. Koike, Y. Oya, “Modeling and simulation for surface helium effect on hydrogen isotopes diffusion and trapping/detrapping behavior in plasma facing materials”, *Journal of Nuclear Materials*, 537 (2020) 152227.
- 7) Yasuhisa Oya, Akihiro Togari, Moeko Nakata, Ayaka Koike, Takuro Wada, Shota Yamazaki, Mingzhong Zhao, Fei Sun, Miyuki Yajima, Suguru Masuzaki, “Hydrogen isotope exchange at the surface of C-W mixed material layer on tungsten by gas exposure”, *Fusion Engineering and Design*, 157 (2020) 111633.
- 8) Chun-Shang Wong, Josh A. Whaley, Takuro Wada, Sakumi Harayama, Yasuhisa Oya, Robert D. Kolasinski, “Changes in surface morphology of helium-induced tungsten nanostructure during high-temperature annealing”, *Nuclear Materials and Energy*, 22 (2020) 100730.

【 解説・特集等 】

- 1) タスク3 トリチウム挙動および中性子照射効果（日米科学技術協力事業 PHENIX 計画 -6 年間の成果と次期計画-）*プラズマ核融合学会誌*、96 (2020) 140-144.

【 国際会議発表件数 】

- ・ Nuclear Materials Conference (NuMAT2020), 3rd Asia-Pacific Symposium on Tritium Science (APSOT-3), 29th International Toki Conference (ITC-29) (招待講演)

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本原子力学会、プラズマ核融合学会、日本科学教育学会

【 受賞・表彰 】

- 1) 小池彩華 (M2)、「第2回私たちの未来のための提言コンテスト どうする？高レベル放射性廃棄物」優秀賞 (2021. 1. 12) 「無関心と向き合う」
- 2) 小池彩華 (M2)、Young Researcher Award (2020.11.6) 「Evaluation of Hydrogen Retention Behavior for Damaged Tungsten Exposed to Hydrogen Plasma at QUEST with High Temperature Wall」
- 3) 孫 飛 (学術研究員)、日本原子力学会核融合工学部会奨励賞 (2020. 9. 17) 「Synergistic effects of surface/bulk helium and irradiation damage on hydrogen isotope retention behavior in plasma facing materials」

強制法理論および実数直線上の組合せ論

准教授 メヒア ディエゴ (MEJIA Diego)
情報科学専攻 (主担当: 理学部 創造理学コース及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻)
専門分野: 数理論理学 (集合論)
e-mail address: diego.mejia@shizuoka.ac.jp
homepage: https://www.researchgate.net/profile/Diego_Mejia2



【 研究室組織 】

教 員: メヒア ディエゴ

【 研究目標 】

強制法理論は「無矛盾性結果」(ある命題が反証できないこと)を証明する有効な手段であり、数理論理学の主要な研究手法の一つである。大部分の強制法理論の応用は強い組合せの性質を持つ数学のモデルの列を作る反復強制法が基礎となっている。

研究目的は以下の3つである。

- (1) 様々な数学分野や計算機科学への応用を見込める反復強制法を新しく作り出し、既存の技術をより発展させることである。
- (2) 連続体上の組合せ論への応用。
- (3) 限定算術における「弱い強制法」を使った計算複雑性理論への応用。

【 主な研究成果 】

(1) 超フィルター極限及び有限加法極限を用いる多次元反復強制法の構築

Proc. AMS 144 (2016)で1次元の反復強制法に応用された超フィルター極限及び有限加法極限という強制法の手法が構築されている。これは連続体上の組合せ論の(特にCichonの図式上の基数不変量に関する)未解決問題を解き明かすために利用された。

この手法をAPAL 72 (2021)で2次元の反復強制法の構造に拡張して、連続体上の基数不変量に関する分割の問題に応用した。特にMLQ 65 (2019)の未解決問題を解き明かした。

(2) 古典な基数不変量の分割

有名なCichonの図式上の基数不変量はすでに分割されている(JEMS 2020)。この結果の拡張に対し、他の古典な基数不変量を同様に分割できるかという問題が注目されている。

J. Math. Log. (2021)、Israel J. Math. (2021)とColloq. Math. (2021)で、様々な古典な基数不変量を検討して、新たな強制法の手法でCichonの図式上の基数不変量と同様に分割できた。

【 今後の展開 】

(1) Creature 強制法に関する発展

強制法の手法の中で、creature 強制法は大きな成功の一つだが、複雑である。成功性を失わずに、creature 強制法を簡略化することを目指す。

(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) J. Brendle, M. Cardona and D.A. Mejía: “Filter-linkedness and its effect on preservation of cardinal characteristics”, *Annals of Pure and Applied Logic* 172, no. 1, 2021 (online first).
- 2) M. Goldstern, J. Kellner, D.A. Mejía and S. Shelah: “Controlling cardinal characteristics without adding reals”, *Journal of Mathematical Logic* 2021 online ready.
- 3) M. Goldstern, J. Kellner, D.A. Mejía and S. Shelah: “Preservation of splitting families and cardinal characteristics of the continuum”, *Israel Journal of Mathematics* 2021.
- 4) M. Goldstern, J. Kellner, D.A. Mejía and S. Shelah: “Controlling classical cardinal characteristics while collapsing cardinals”, *Colloquium Mathematicum* 2021.

【 国際会議発表件数 】

- 1) Kobe Set Theory Workshop 2021 on the occasion of Sakaé Fuchino's Retirement (2021/3/9-11) オンライン
- 2) 京都大学 RIMS 研究集会 2020 Set Theory: Reals and Topology (2020.11.16-20) 代表者

【 国内学会発表件数 】

- 1) 日本数学会 2020 年度秋季総合分科会、熊本大学 (2019.9) オンライン

【 招待講演件数 】

- 1) “Preserving splitting families”. Research Seminar, Kurt Goedel Research Center, University of Vienna, オーストリア (2020/5/28) オンライン
- 2) 日本の数学：論理と無限（スペイン語での講演）Fundación Universidad de America、コロンビア (2020/6/9) オンライン
- 3) “Preserving failures of simple fragments of Martin's axiom”, Kobe Set Theory Workshop 2021 on the occasion of Sakaé Fuchino's Retirement (2021/3/11) オンライン

【 新聞報道等 】

- 1) 数学・日本についてのラジオ放送のインタビュー (27 分) コロンビア国立大学のラジオ放送局、コロンビア (2020/4/27)
- 2) コロンビア国立大学の $0B \cdot 0L$ は海外での学習・仕事に関するフォーラム (2020/10/6) ライブ・オンデマンド
- 3) 数理論理学におけるコロンビア・コスタリカの歴史・研究者の活動に関するフォーラム (2021/3/4) オンライン・オンデマンド

強制法理論

准教授 依岡 輝幸 (YORIOKA Teruyuki)
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: 強制法理論、アレフ1上の組合せ論
e-mail address: yorioka@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://www.shizuoka.ac.jp/yorioka/>



【 研究室組織 】

教 員: 依岡 輝幸
修士課程: M2 (3名)

【 研究目標 】

公理的集合論における代表的手法である強制法理論および無限集合の組合せ論を駆使して連続体濃度を追求することが目標である。さらに連続体仮説の研究から得られた技術や知見を活かし、位相空間論や函数解析学などにおける新たな無矛盾結果を得ることも目指す。

2020年度は、連続体濃度を \aleph_3 以上に強制する Aspero-Mota による反復強制法の適用限界を示すための例を与えることが目標である。

【 主な研究成果 】

(1) Aspero-Mota 反復強制法の適用限界

Aspero-Mota 反復強制法は、Todorcevic の side-condition method を取り入れた forcing poset を利用して proper 強制法を反復させる方法である。多くの (しかし決して全てではない) side-condition method による forcing poset は Aspero-Mota 反復強制法に適用できる。Forcing poset によっては、Aspero-Mota 反復強制法に適用させて連続体濃度を \aleph_3 以上に強制することが可能である。Aspero-Mota は、Aspero-Mota 反復強制法を利用して measuring が成立することと連続体仮説が \aleph_3 以上であることが無矛盾であることを示す論文を出版しているが、その証明には誤りがある。

そこで、Justin Tatch Moore による、連続体濃度が \aleph_2 であることを導く組合せ原理 (ここではこれを (C) と呼ぶ) を Aspero-Mota 反復強制法を使って強制することを示した。ここで定義した反復強制法は、反復の長さが ω_2 以下であるときは proper であるが、それより長くなるときは proper でない。これにより、ある種の Aspero-Mota 反復強制法の適用限界があることが暗に示された。この証明のポイントは、 \in -collapse が non-meager 集合であることを保存することである。このことは 2021年3月の招待講演で講演した。

【 今後の展開 】

Suslin 木の存在のような、Aspero-Mota 反復強制法による保存定理を与え、新たな無矛盾結果の成立を目指す。特に、non-meager 集合の保存定理を与え、大きい連続体仮説とサイズ \aleph_1 である non-meager 集合の存在とある種の強制法公理の成立の無矛盾結果を得る。

【 学術論文・著書 】

- 1) Ayako Itaba, Diego A. Mejía and Teruyuki Yorioka, Some infinitely generated non projective modules over path algebras and their extensions under Martin's Axiom, *Journal of the Mathematical Society of Japan* 72, 413-433 (2020).
- 2) Tadatoshi Miyamoto and Teruyuki Yorioka, A fragment of Aspero-Mota's Finitely Proper Forcing Axiom and an entangled set of reals, *Fundamenta Mathematicae* 251, 35-68 (2020).
- 3) Justin Tatch Moore and Teruyuki Yorioka, Todorčević's Axiom K_2 and ladder system colorings, *RIMS Kokyuroku* 2164, 104-107 (2020).

【 招待講演件数 】

- 1) Kobe Set Theory Workshop 2021 -- on the occasion of Sakaé Fuchino's Retirement -- (2021.3.10)

先進エネルギーシステム用機能性材料研究開発

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 (3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。当研究室では、構造材料やシステムを大幅に変えずに機能性被覆を施すことで、水素脆化や透過漏洩を低減させる技術開発として、主に以下の研究テーマに取り組んでいる。

- (1) セラミックス被覆中の水素同位体透過・滞留挙動における放射線照射効果の解明
- (2) トリチウム増殖材によるセラミックス被覆の腐食挙動の解明
- (3) 核融合炉環境における鋼材中の水素同位体透過挙動の解明と能動制御
- (4) 多層構造を用いた機能性被覆の開発
- (5) 新規機能性被覆材料および成膜手法の探索

【 主な研究成果 】

(1) セラミックス被覆における水素同位体透過・腐食・照射の複合効果の解明

核融合炉では、過酷な腐食環境および照射環境でトリチウムの透過が起こることが想定されている。これまでの研究で、透過、腐食、照射の個別の検討はなされてきたが、同時に起こった場合の複合効果を調べるために、重イオンを照射し損傷を与えたセラミックス被覆のリチウム鉛腐食挙動、およびリチウム鉛曝露環境下重水素透過試験を実施した。これにより、照射試験はリチウム鉛による腐食が促進される可能性が示された。

(2) セラミックス被覆中の水素同位体滞留挙動に対するガンマ線照射効果の解明

これまでガンマ線が核融合炉材料中の水素滞留挙動に与える影響は調べられてこなかった。重水素を導入したセラミックス被覆に対して種々の条件でガンマ線照射を実施し、核反応分析による水素同位体濃度の測定を実施した。ガンマ線照射によって、被覆中の水素同位体が脱離することが世界で初めて明らかになり、さらに脱離の様子は水素同位体の存在状態で変化することが示された。

(3) 新規機能性被覆材料および成膜手法の探索

過酷な環境で利用される機能性被覆において、亀裂等を自己修復する機能の付与が実現できれば、機能性被覆の応用性は格段に高まる。本項目の今年度の研究活動として、イットリア安定化ジルコニアの相転移による膨張を利用した被覆の作製と特性評価を行った。被覆は高い水素透過低減性能を示し、熱サイクル耐性や液体リチウム鉛共存性を示した。さらに、四点曲げ試験による被覆の劣化挙動を調べたところ、ひずみが小さい場合は立方晶から単斜晶の相転移が確認でき、自己修復性を有する可能性を示した。

【 今後の展開 】

機能性被覆研究開発においては、これまで詳細な特性が明らかにされている金属酸化物や金属を組合せた多層構造を有する被覆の作製と分析に取り組んでおり、国内外との共同研究のもと、腐食、照射、および水素の相互作用にともなう重畳効果を解明する。さらに、これまでの知見を統合し、核融合炉環境に適用可能な高性能被覆の設計につなげる。

さらに、機能性被覆の実用化に向けて、配管内面や複雑な基板形状に作製するための技術開発に取り組む。有機金属分解法などの液相法を用いて管材やエルボ一材への機能性被覆の成膜を実施し、管材被覆試料の水素同位体透過試験、微細構造解析、および機械特性の評価を通して成膜手法や被覆材料、層構造の最適化を行う。

【 学術論文・著書 】

- 1) Takumi Chikada, Ceramic Coatings for Fusion Reactors, in: R. Konings and R. Stoller (Eds.), Comprehensive Nuclear Materials 2nd edition, Elsevier, Oxford, 2020, pp. 274–283.
- 2) Sota Miura, Kazuki Nakamura, Erika Akahoshi, Sho Kano, Juro Yagi, Yoshimitsu Hishinuma, Teruya Tanaka, Takumi Chikada, Fusion Engineering and Design 170 (2021) 112536.
- 3) Ryosuke Norizuki, Teruya Tanaka, Erika Akahoshi, Keisuke Kimura, Kazuki Nakamura, Takumi Chikada, Fusion Engineering and Design 168 (2021) 112438.
- 4) Takumi Chikada, Matthias H.H. Kolb, Hikari Fujita, Kazuki Nakamura, Keisuke Kimura, Marcin Rasinski, Yoshimitsu Hishinuma, Keisuke Mukai, Regina Knitter, Corrosion Science 182 (2021) 109288.
- 5) Erika Akahoshi, Moeki Matsunaga, Keisuke Kimura, Kazuki Nakamura, Martin Balden, Yoshimitsu Hishinuma, Takumi Chikada, Fusion Engineering and Design 160 (2020) 111874.
- 6) Shota Nakazawa, Kazuki Nakamura, Hikari Fujita, Hans Maier, Thomas Schwarz-Selinger, Yuji Hatano, Naoko Ashikawa, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, Takumi Chikada, Journal of Nuclear Materials 539 (2020) 152321.
- 7) Kazuki Nakamura, Hikari Fujita, Jan Engels, Masayuki Tokitani, Yoshimitsu Hishinuma, Kiyohiro Yabuuchi, Sho Kano, Takayuki Terai, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, Takumi Chikada, Journal of Nuclear Materials 537 (2020) 152244.
- 8) Riho Endoh, Kazuki Nakamura, Hikari Fujita, Moeki Matsunaga, Keisuke Kimura, Johann Riesch, Yoshimitsu Hishinuma, Takumi Chikada, Fusion Engineering and Design 157 (2020) 111769.

【 国際会議発表件数 】

- ・ 3rd Asia-Pacific Symposium on Tritium Science (APSOT-3, 2020.11.4-7) 他 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ プラズマ・核融合学会第 37 回年会、オンライン開催（2020 年 12 月 1 日～4 日） 他 1 3 件

【 招待講演件数 】

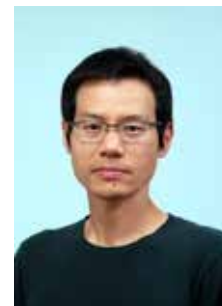
- ・ 31st Symposium on Fusion Technology (SOFT-2020)、および第 2 3 回若手科学者によるプラズマ研究会の 2 件。

【 受賞・表彰 】

- ・ 赤星江莉加 (M2)、日本原子力学会 2020 年秋の大会学生ポスターセッション 優秀賞 (2020 年 9 月 18 日)
- ・ 三浦颯太 (M1)、日本原子力学会 2020 年秋の大会学生ポスターセッション 優秀賞 (2020 年 9 月 18 日)
- ・ 芦田真奈 (B4)、2020 年度日本原子力学会フェロー賞 (2021 年 3 月 17 日)

ブラックホールの量子論的側面の研究

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://wvp.shizuoka.ac.jp/morita/>



【 研究室組織 】

教 員: 森田 健

博士課程: 吉田 大輝 (D1)

修士課程: 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) 有限温度行列模型におけるブラックホールの熱力学的な性質の研究

Hawkingによりブラックホールは温度や熱と言った、熱力学的な性質を持つ事が予言された。しかし、その熱的な性質はかなり変わっており、例えば、比熱が負となることが予測されている。比熱が負と言う事は、温度が上がれば上がるほど、エネルギーが下がり、安定になることを意味している。そのためブラックホールは、放っておいても勝手に温度が上昇していくと考えられている。これは通常の物質とは全く異なる性質であり、この性質の起源は理解されていない。

しかし超弦理論を通して、ブラックホールの性質は行列模型と呼ばれる、ある種の統計模型の性質に帰着する事が予言されている。そのため行列模型を解析する事で、ブラックホールの負の比熱の起源を統計力学的に解明できる可能性がある。しかし、行列模型の解析は一般に難しく、これまで負の比熱を確認する事はできていなかった。本研究では行列模型に新しい近似方法を適応する事で、行列模型における負の比熱状態を比較的簡単に確認する事に成功した。これによりブラックホールの負の比熱が統計力学的にも理解できる道筋が見えてきた。

(2) カオスにおける量子論的熱輻射の研究

(1) で述べたようにブラックホールは熱を持っている。そのため、黒体輻射を起こし、蒸発していくと考えられている。この黒体輻射はHawking輻射と呼ばれている。実はHawking輻射は通常の熱的な黒体輻射と異なり、その起源が量子力学にある事が知られている。(簡単に

言うとは通常の熱輻射は熱的な揺らぎが起源だが、Hawking 輻射は量子論的な揺らぎが起源である。) このような量子論的な熱輻射は他にも超音速流体や等加速度運動系などでも起こる事が予言されている。本研究では同様の量子論的な熱輻射がカオス系一般でも起こる事を示した。カオスというのは日常にありふれた現象なので、本研究により、ブラックホールの熱輻射がそれほど特殊で無く、じつはありふれた現象である事が理解できた。

【 今後の展開 】

今回の研究を応用していくことで、量子重力の性質をさらに解明していきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) 森田 健, “Bound on Lyapunov exponent in $c=1$ matrix model” The European Physical Journal C 80/ 331-
- 2) 森田 健, 吉田 大輝 “Critical Dimension and Negative Specific Heat in One-dimensional Large-N Reduced Models” Physical Review D 101/ 106010-
- 3) 森田 健, 解説記事 “ホーキング輻射とカオスの新たな関係” 日本物理学会誌 75/7 427-432
- 4) 森田 健, “Analogous Hawking Radiation in Butterfly Effect” Proceedings of 4th International Conference on Holography, String Theory and Discrete Approach in Hanoi

【 国際会議発表件数 】

- 1) 4th INTERNATIONAL CONFERENCE on HOLOGRAPHY, STRING THEORY and DISCRETE APPROACH in HANOI
(招待講演)

【 国内学会発表件数 】

- 1) 日本物理学会など、4件

分子の規則的配列を用いた革新的電池材料開発

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 D3)

修士課程：M2 (3名)、M1 (4名)

学 部 生：B4 (4名)

【 研究目標 】

ありふれた元素から構成される、新しい電池材料の開発を目指しています。そのための手法として、分子の自己集積化と規則的な配列を用いてイオン伝導パス（イオンの通り道）を構築することに取り組んでいます。「構造多様性に富む」という有機物の特徴と、「伝導パスを有する」という無機電解質材料に見られる特徴を併せ持つ新物質を開発し、高速かつ選択的なイオン伝導性を示す新規固体電解質へと展開します。また、燃料電池向け非白金触媒の高活性化・高密度化を目指し、錯体化学を出発点とした新規触媒材料の研究開発も実施しています。当面の研究目標は以下の通りです。

- (1) リチウムあるいはナトリウムイオンを高速かつ選択的に伝導性させる新規分子結晶の開発
- (2) マグネシウムやアルミニウムイオンの電解液中での溶媒和構造可視化
- (3) 中温無加湿条件下でプロトン的高速に拡散させ、十分な熱的・化学的安定性を有する有機イオン柔粘性結晶の開発
- (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
- (5) 燃料電池向け非白金触媒の高活性化・高密度化に向けた新規錯体触媒の開発

【 主な研究成果 】

(1) 分子の自己集積化を利用した分子結晶電解質の創製

分子が結晶格子中で規則的に配列し、イオン伝導パスを形成した分子結晶電解質の開発と特性向上を進めている。今年度は $\text{Li}\{\text{N}(\text{SO}_2\text{F})_2\}$ (以下、LiFSA) とスクシノニトリル (以下、SN) からなる分子結晶 $\text{Li}(\text{FSA})(\text{SN})_2$ の結晶構造解析に成功するとともに、この分子結晶が室温付近で $10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$, -20°C でも $10^{-5} \text{ S cm}^{-1}$ という高いイオン伝導性を示すことを見出した。また、この分子結晶のリチウムイオン輸率を測定したとこと、0.95 という極めて高い値であることを明らかにした。さらに、この $\text{Li}(\text{FSA})(\text{SN})_2$ の融解・凝固の過程を利用した全固体電池の作製を試み、100回以上安定的に動作させることに成功した。

(2) 燃料電池向け非白金触媒に向けた新規鉄錯体の合成と結晶構造解析

燃料電池の非白金アノード触媒として芳香族複素環配位子を有する FeN_4 型錯体に大きな注目が集まっている。このような錯体として、ポルフィリンやフタロシアニンといった 16 員環構造を持つ FeN_4 型錯体が精力的に検討されているが、これらの錯体では燃料電池作動条件下では配位子からの鉄中心の脱離を伴う分解が進行し、触媒活性が低下してしまうことが課題となっている。そこで、我々は上記配位子に比べて小さな N_4 空間を有する 14 員環型配位子を

用いた新規鉄錯体の開発を試みた。その結果、14 員環 FeN₄ ユニットがオキソ配位子によって連結された新規三核 FeN₄ 錯体を得るとともに、その結晶構造解析に成功した。また、得られた鉄錯体が酸素還元触媒活性を有すること、また既報の鉄ポルフィリン錯体に比べて、配位子から鉄の脱離が抑制されていることを明らかにした。

【 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電解質や燃料電池向け触媒の合成とデバイス応用を引き続き検討します。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、低炭素社会の実現に貢献する機能材料を作り出すことです。

【 学術論文・著書 】

- 1) “Room-Temperature Mg-Ion Conduction through Molecular Crystal Mg{N(SO₂CF₃)₂}₂(CH₃OC₅H₉)₂” Takaaki Ota, Shota Uchiyama, Keiichi Tsukada, Makoto Moriya* Frontiers in Energy Research, 9, 640777 (2021)
- 2) “High Li-Ion Conductivity in Li{N(SO₂F)₂}₂(NCCH₂CH₂CN)₂ Molecular Crystal” Kenjiro Tanaka, Yusuke Tago, Mitsuru Kondo, Yuki Watanabe, Kazunori Nishio, Taro Hitosugi*, Makoto Moriya* Nano Letters, 20, 8200–8204 (2020).
- 3) “Fourteen-Membered Macrocyclic Fe Complexes Inspired by FeN₄-Center-Embedded Graphene for Oxygen Reduction Catalysis” Makoto Moriya, Ryo Takahama, Kazuki Kamoi, Junya Ohyama, Shin Kawashima, Ryoichi Kojima, Mariko Okada, Teruaki Hayakawa, Yuta Nabae* The Journal of Physical Chemistry C, 124, 20730-20735 (2020).

【 国内学会発表件数 】

- 1) 電気化学会、固体イオニクス討論会、日本 MRS 学会など 7 件

【 国際会議発表件数 】

- 1) PRiME2020、1 件

【 招待講演件数 】

- 1) 一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA) 全固体電池に関する調査 TF 講演会 (2021 年 2 月)
- 2) 超領域研究推進本部第 14 回超領域研究会 (2020 年 12 月)

5. 特別教育研究経費等

令和2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	三浦 憲二郎(創造科学技術大学院国際戦略担当)
配分額	機能強化経費(機能強化促進分)13,437千円(令和2年度)
事業計画期間	令和2年度
研究組織	創造科学技術大学院総務委員、超領域分野に係る創造科学技術大学院の教員、事務補佐(1名)
目的	<p>海外の連携大学、先端拠点大学との間の共同研究指導や DDP など、国際会議、セミナー、講義等の共同教育を通して、学生、若手研究者のグローバル化と創造科学技術大学院の機能強化を図るとともに、地域大学、産業界の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国際的な人材を育成する。</p> <p>本大学院の重点3分野(光、ナノ、環境・エネルギー)を柱とする研究をベースに、俯瞰的で専門性に富む国際的博士人材の教育を強化するため、本学をハブとして各国に分散する研究教育拠点を有機的に結ぶ体制を構築することにより、本プログラムをより一層充実させる。</p>
実施状況	<p>本年度は、世界的な新型コロナウイルス感染拡大により、海外派遣・招聘を中心とした国際交流が困難となる中、以下の事業に取り組んだ。</p> <p>(1) 国際共同研究プロジェクトの実施</p> <p>現在進行している国際交流を将来的に持続・発展させること等を目的として、本大学教員が実施する国際共同研究に助成を行う「国際共同研究プロジェクト」を推進することとした。研究代表者は本大学院担当教員で、概ね50歳以下であること、海外機関に所属の研究者と共同で実施するプロジェクトであることなどを応募要件として募集したところ、14件の申請があり、1件あたり50万円の助成を行った。</p> <p>(2) オンラインでの国際会議等の開催</p> <p>インド SRM 科学技術大学と共催の、ナノ科学とナノ技術に関する国際会議「6th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN2021)」が、2021.2.1~3 にオンラインで開催され、32名の教員・ポスドク・学生が参加し、共同研究の推進を支援した。</p> <p>国際シンポジウム(ISFAR)は超領域研究推進本部と共催で2021.3.5にオンラインで開催し、約70名の参加があった。アメリカ、インド、中国、マレーシアなど海外から7名、日本国内から6名の研究者を招待し、講演をしていただいた。また、各研究分野の学生・研究者29名が事前に研究動画を作成し、国際シンポジウムのWebサイトから研究成果を発表した。</p> <p>一方、中東欧の協定校との国際会議「The 19th International Conference on</p>

Global Research and Education (Inter-Academia 2020)」（開催地：ベラルーシ）、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、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 5 回 International Conference on Nano Electronics Research and Education (ICNERE) 2020」（開催地：インドネシア）については、新型コロナウイルス感染拡大の影響により、2021 年に延期となった。

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	Arockiyasamy Periyanyaga Kristy	池田 浩也	Growth of vertically aligned ZnO nanorods on Silver (Ag) fabrics for self-powered physiological sensor
ナビジョン工学	Venkatesh Reddy Shalini	池田 浩也	Construction of microscopic measurement system of thermal diffusivity for Si nanowires for thermopile device applications
ナビジョン工学	Seenidurai Athithya	池田 浩也	Investigation of thermoelectric characteristics of co-doped Si nanowires for thermopile device applications
ナビジョン工学	Manivannan Revathi	猪川 洋	Performance Estimation of SOI MOSFET Single-Photon Detector by Real-Time Signal Processing and Simulation Method
ナビジョン工学	Arie Pangesti Aji	猪川 洋	Performance Enhancement of Antenna-Coupled Bolometer by Impedance Matching
ナビジョン工学	Alka Singh	猪川 洋	High-frequency characterization of single-electron transistor for terahertz detection
ナビジョン工学	柴野 暁	川田 善正	高空間分解能イオンイメージングシステムの開発
光・ナノ物質機能	中林 翔	小林 健二	ポルフィリンを基盤とする分子集合ギアの外部因子による構造制御
光・ナノ物質機能	叶 浩司	近藤 淳	SH-SAWバイオセンサにおける粘性侵入度を考慮した抗原抗体反応検出の高度化
光・ナノ物質機能	Teguh Firmansyah Talam	近藤 淳	Hybrid shear-horizontal surface acoustic wave (SH-SAW) and localized surface plasmon resonance (LSPR) sensor for environmental monitoring
光・ナノ物質機能	Sugumaran Kavirajan	下村 勝	The investigation of bulk and nanostructured Cu ₂ Te for thermoelectric application
光・ナノ物質機能	Singh Kamaljeet	下村 勝	Lanthanide-doped mesoporous TiO ₂ for photocatalytic and Dye-sensitized solar cell application
光・ナノ物質機能	Bharathi Palanisamy	下村 勝	Synergetic interaction of 2-D layered MoS ₂ on ZnO nanorod for gas sensing application
光・ナノ物質機能	李 焯	立岡 浩一	Synthesis of Iron Si-based nanosheets derived from layered CaSi ₂
光・ナノ物質機能	村上 拓	藤間 信久	非経験分子動力学シミュレーションによるLPSO構造中のL12型クラスターの積層方向配列過程
光・ナノ物質機能	Sreerama Jhansi Lakshmi	脇谷 尚樹	Heteroepitaxial growth of novel oxide thin film having very small lattice mismatch with Si
光・ナノ物質機能	Jumaeda Jatmika	海老原 孝雄	磁性・超伝導共存系希土類化合物の物性研究
光・ナノ物質機能	喜屋武 龍二	鳴海 哲夫	高次水素機能によるカルベン型分子性触媒の高活性化
光・ナノ物質機能	児玉 有輝	鳴海 哲夫	クロロアルケン型ペプチド結合等価体のβストランドのミミック効果
光・ナノ物質機能	竹内 伶音	鳴海 哲夫	Ufd1-Npl4の立体構造に基づいた間接的プロテアソーム阻害ペプチドの創製研究
光・ナノ物質機能	Jupalli Taruna Teja	Moraru Daniel	A study of single electron tunneling functionalities in highly doped Silicon -on- insulator junctionless transistors
光・ナノ物質機能	田中 晶子	佐藤 浩平	同位体標識タンパク質プローブの創製およびタンパク質主鎖との水素結合を指標とする阻害剤評価系の確立
情報科学	Sendilkumaar Indrapriyadarsini	浅井 秀樹	人工知能を用いた電子設計自動化

専攻名	申請者氏名	指導教員名	プロジェクト研究名
情報科学	加藤 新良太	石原 進	災害時異種無線併用型DTNにおける通信品質推定に基づく優先制御手法の開発
情報科学	河合 孔明	峰野 博史	農業向け機械学習手法の並列評価環境の研究
情報科学	Nahar Raufun	甲斐 充彦	DNN-based Automatic Speech Recognition for Distorted Speech in Real Recording Environment
環境・エネルギーシステム	Abd Rahman Jabir Mohd Din	二又 裕之	Characterization of self-inhibiting compound(s) produced by Comamonas testosteroni strain R2
環境・エネルギーシステム	本荘 雅宏	二又 裕之	微生物生態系における恒常性の鍵となる共存機構の解明
バイオサイエンス	Tasnuva Sharmin	丑丸 敬史	マイクロオートファジー関連因子の探索研究
バイオサイエンス	青柳 拓也	丑丸 敬史	シロイヌナズナIDD4転写因子の機能解析とリン酸化による転写調節の解析
バイオサイエンス	Khan Md. Saiful Islam	丑丸 敬史	Analysis of function of INDETERMINATE DOMAIN family genes in the regulation of seed germination under abiotic stresses.
バイオサイエンス	Most Naoshia Tasnin	丑丸 敬史	マイクロスクレオファジーにおけるNVJの解析
バイオサイエンス	古田島 美颯	河岸 洋和	フェアリーリング現象のメカニズム解明と代謝産物の存在意義
バイオサイエンス	Theeranukul Pachoensuk	徳元 俊伸	Establishment of gene knock-out strain of pax2a selected as ovulation-inducing gene by in vivo assay by genome editing in zebrafish
バイオサイエンス	Md. Rezanujjaman	徳元 俊伸	Evaluation of effects of chemicals on oocyte maturation and ovulation, and responsible gene identification for ovulation by in vivo assay using zebrafish
バイオサイエンス	Mohammad Rubel Rana	徳元 俊伸	Identification of membrane glucocorticoid receptor (mGR)
バイオサイエンス	Ali Md Hasan	徳元 俊伸	Identification and Purification of 20S Proteasome from Zebrafish (Danio rerio)
バイオサイエンス	Acharjee Mrityunjoy	徳元 俊伸	Identification of natural hormonal compound from sea weed, Padina
バイオサイエンス	Jirayu Boonyakida	朴 龍洙	Antigen displaying through SpyTag/SpyCatcher bioconjugation system on virus-like particle for vaccine matrix
バイオサイエンス	Md. Hazrat Ali	山崎 昌一	Elucidation of action mode of antimicrobial peptide PGLa using single E.coli cells and GUVs
バイオサイエンス	Md. Masum Billah	山崎 昌一	Effect of Membrane Tension on Antimicrobial Peptides (AMPs)-Induced Damages in Biomembranes
バイオサイエンス	増澤 樹	山本 歩	G4RNA凝集体の形成機構と作用機構の解明

(2) 英語論文投稿支援申請一覧

専攻名	投稿者名	指導教員名	掲載(受理)年月日	論文名	著者名	雑誌名
ナノビジョン工学	田端 健人	青木 徹	2020.11.9	High-spatial-resolution X-ray Imaging by Scintillator in Silicon Collimator	Kento Tabata, Ryota Ohtake, Toru Aoki	Sensors and Materials
ナノビジョン工学	西澤 潤一	青木 徹	2020.11.2	Effects of Heating on Electrical and Spectral Properties of In/CdTe/Au X- and γ -Ray Detectors with a Schottky Barrier or Laser-induced p-n Junction	Junichi Nishizawa, Volodymyr Gnatyuk, Kateryna Zelenska, Toru Aoki	Sensors and Materials
ナノビジョン工学	知久 典和	井上 翼	2020.6.22	Excellent electromagnetic interference shielding characteristics of a unidirectionally oriented thin multiwalled carbon nanotube/polyethylene film	Norikazu Chikyu, Takayuki Nakano, Gunther Kletetschka, Yoku Inoue	Materials and Design
ナノビジョン工学	Anitharaj Nagarajan	猪川 洋	2020.5.29	Angular Selectivity of SOI Photodiode with Surface Plasmon Antenna	Anitharaj Nagarajan, Shusuke Hara, Hiroaki Satoh, Aruna Priya Panchanathan, Hiroshi Inokawa	IEICE Electronics Express
ナノビジョン工学	Anitharaj Nagarajan	猪川 洋	2020.9.23	Angle-Sensitive Detector Based on Silicon-On-Insulator Photodiode Stacked with Surface Plasmon Antenna	Anitharaj Nagarajan, Shusuke Hara, Hiroaki Satoh, Aruna Priya Panchanathan, Hiroshi Inokawa	Sensors
ナノビジョン工学	Suchada Worasawat	三村 秀典	2020.6.5	Influence of oxygen assisted recombination on persistent photocurrent characteristics of ZnO polycrystalline thin films prepared by RF magnetron sputtering	Suchada Worasawat, Yoichiro Neo, Yoshinori Hatanaka, Wisanu Pecharapa, Hidenori Mimura	Japanese Journal of Applied Physics
光・ナノ物質機能	Teguh Handoyo	近藤 淳	2020.4.8	Enhancement of ultrathin localized surface plasmon resonance sensitivity using sequential temperature treatment for liquids sensing	Teguh Handoyo, Jun Kondoh	Sensors and Actuators A: Physical

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	Subramanian Nithiananth	下村 勝	2020.1.12	Crystal facet engineering of single-crystalline anatase TiO ₂ nanosheets with exposing dominate (0 1 0)-facet	S. Nithiananth, S. Harish, J. Archana, M. Navaneethan, M. Shimomura	Materials Letters
光・ナノ物質機能	Palani Rajasekaran	下村 勝	2020.7.15	Effect of Sb substitution on structural, morphological and electrical properties of BaSnO ₃ for thermoelectric application	Palani Rajasekaran, Yuki Kumaki, Mukannan Arivanandhan, Mohamed Mathar Sahib Ibrahim Khaleullah, R. Jayavel, Hiroshi Nakatsugawa, Yasuhiro Hayakawa, Masaru Shimomura	Physica B: Physics of Condensed Matter
光・ナノ物質機能	Palani Rajasekaran	下村 勝	2020.7.13	Facile synthesis of morphology-controlled La:BaSnO ₃ for the enhancement of thermoelectric power factor	Palani Rajasekaran, Mukannan Arivanandhan, Yuki Kumaki, Ramasamy Jayavel, Yasuhiro Hayakawa, Masaru Shimomura	CrystEngComm
光・ナノ物質機能	Mohammad Mokhtar Salina	下村 勝	2020.2.26	Surface chemistry and growth mechanism of highly oriented, single crystalline Nb-doped TiO ₂ nanorods	S. M. Mokhtar, M. K. Ahmad, S. Harish, N. K. A. Hamed, M. Shimomura	CrystEngComm
光・ナノ物質機能	Wan Ibtisam Wan Omar	下村 勝	2019.10.23	Quantization of Energy Gap of Nitrogen Doped Graphene Quantum Dots	Wan Ibtisam Wan Omar, Okei Yamaoka, Chin Fhong Soon, Mohd Khairul Ahmad, Masaru Shimomura	Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences

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	Jhansi Lakshmi Sreerama	脇谷 尚樹	2020.10.1	Epitaxial growth of neodymia stabilized zirconia on Si(001) substrate using dynamic aurora PLD	Jhansi Lakshmi Sreerama, Haruki Zayasu, Eiji Hamada, Takahiko Kawaguchi, Naonori Sakamoto, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya	Journal of the Ceramic Society of Japan
光・ナノ物質機能	Jumaeda Jatmika	海老原 孝雄	2020.10.26	Superconducting properties of the ternary boride YRh4B4	Jumaeda Jatmika, Hiroshi Maruyama, Md. Shahidur Rahman, Akito Sakai, Satoru Nakatsuji, Akira Iyo, Takao Ebihara	Superconductor Science and Technology
光・ナノ物質機能	喜屋武 龍二	鳴海 哲夫	2020.7.14	Pendant Alkoxy Groups on N-Aryl Substitutions Drive the Efficiency of Imidazolylidene Catalysts for Homoenolate Annulation from Enal and Aldehyde	Ryuji Kyan, Kohei Sato, Nobuyuki Mase, Tetsuo Narumi	Angewandte Chemie International Edition
環境・エネルギーシステム	Devendran Thirunavukarasu	島村 佳伸	2020.4.24	Mechanical Characterization on Solvent Treated Cellulose Nanofiber Preforms Using Solution Dipping-Hot Press Technique	Devendran Thirunavukarasu, Yoshinobu Shimamura, Keiichiro Tohgo, Tomoyuki Fujii	Nanomaterials
環境・エネルギーシステム	松下 由憲	野口 敏彦	2020.11.10	Control of Dual-Output DC/DC Converters Using Duty Cycle and Frequency	Yoshinori Matsushita, Toshihiko Noguchi, Kazuki Shimizu, Noritaka Taguchi, Makoto Ishii	World Electric Vehicle Journal
環境・エネルギーシステム	Eka Rakhman Priandana	野口 敏彦	2020.10.1	Power Efficiency and Power Density Enhancement of Pure Sinusoidal Output Single-Phase Multilevel Current-Source Inverter Using Class-A Amplifier-Based Current Compensator	Eka Rakhman Priandana, Toshihiko Noguchi	IEEJ Journal of Industry Applications

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
環境・エネルギーシステム	Sangmanee Kanwara	藤原 健智	2020.6.23	Influence of thermal stress and bleaching on heterotrophic feeding of two scleractinian corals on pico-nanoplankton	Kanwara Sangmanee, Beatriz E. Casareto, The Duc Nguyen, Laddawan Sangsawang, Keita Toyoda, Toshiyuki Suzuki, Yoshimi Suzuki	Marine Pollution Bulletin
環境・エネルギーシステム	Nhan Van Dinh	藤原 健智	2020.10.8	Effect of diatom abundance and biogenic silica availability on the population growth of tintinnid ciliates at Suruga Bay	Nhan Van Dinh, Beatriz E. Casareto, Mohan P. Niraula, Keita Toyoda, Aussanee Meekaew, Yoshimi Suzuki	Journal of Oceanography
環境・エネルギーシステム	Wang Chunyang	Moghtada Mobedi	2020.8.31	A comprehensive pore scale and volume average study on solid/liquid phase change in a porous medium	Chunyang Wang, Moghtada Mobedi	International Journal of Heat and Mass Transfer
バイサイエンス	小池 直暉	丑丸 敬史	2020.1.15	TORC1 ensures membrane trafficking of Tat2 tryptophan permease via a novel transcriptional activator Vhr2 in budding yeast	Katsue Daichou, Naoki Koikeb, René Georg Ott, Günter Daum, Takashi Ushimaru	Cellular Signalling
バイサイエンス	Shamsul Morshed	丑丸 敬史	2020.5.17	TORC1 regulates G1/S transition and cell proliferation via the E2F homologs MBF and SBF in yeast	Shamsul Morshed, Tsukasa Shibata, Kayoko Naito, Kazumi Miyasato, Yuri Takeichi, Tsuneyuki Takuma, Most Naoshia Tasnin, Takashi Ushimaru	Biochemical and Biophysical Research Communications
バイサイエンス	Shamsul Morshed	丑丸 敬史	2020.10.1	ESCRT machinery plays a role in microautophagy in yeast	Shamsul Morshed, Most Naoshia Tasnin, Takashi Ushimaru	BMC Molecular and Cell Biology

専攻名	投稿者名	指導教員名	掲載(受理)年月日	論文名	著者名	雑誌名
バイオサイエンス	Tasnuva Sharmin	丑丸 敬史	2020.4.9	PP2A promotes ESCRT-0 complex formation on vacuolar membranes and microautophagy induction after TORC1 inactivation	Tasnuva Sharmin, Shamsul Morshed, Takashi Ushimaru	Biochemical and Biophysical Research Communications
バイオサイエンス	Arif Yanuar Ridwan	河岸 洋和	2020.5.2	Axl and immune checkpoints inhibitors from fruiting bodies of <i>Pleurocybella porrigens</i>	Arif Yanuar Ridwan, Jing Wu, Etsuko Harada, Corina N. D'Alessandro-Gabazza, Masaaki Toda, Taro Yasuma, Esteban C. Gabazza, Jae-Hoon Choi, Hirofumi Hirai, Hirokazu Kawagishi	The Journal of Antibiotics
バイオサイエンス	Irine Yunhafita Malya	河岸 洋和	2020.3.12	Plant growth regulators and Axl and immune checkpoint inhibitors from the edible mushroom <i>Leucopaxillus giganteus</i>	Irine Yunhafita Malya, Jing Wu, Etsuko Harada, Masaaki Toda, Corina N.D'Alessandro-Gabazza, Taro Yasuma, Esteban C. Gabazza, Jae-Hoon Choi, Hirofumi Hirai, Hirokazu Kawagishi	Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry
バイオサイエンス	伊藤 彰将	河岸 洋和	2020.7.13	Biosynthesis of the Fairy Chemicals, 2-Azahypoxanthine and Imidazole-4-carboxamide, in the Fairy Ring-Forming Fungus <i>Lepista sordida</i>	Akinobu Ito, Jae-Hoon Choi, Hirohide Takemura, Mihaya Kotajima, Jing Wu, Shinji Tokuyama, Hirofumi Hirai, Tomohiro Asakawa, Hitoshi Ouchi, Makoto Inai, Toshiyuki Kan, Hirokazu Kawagishi	Journal of Natural Products

専攻名	投稿者名	指導教員名	掲載(受理)年月日	論文名	著者名	雑誌名
バイオサイエンス	大場 由美子	河岸 洋和	2020.6.1	Bitter compounds in two Tricholoma species, T. aestuans and T. virgatum	Yumiko Oba, Makoto Urai, Jing Wu, Motohiro Tomizawa, Hirokazu Kawagishi, Kimiko Hashimoto	The Journal of Antibiotics
バイオサイエンス	Md. Mostafizur Rahaman	徳元 俊伸	2020.6.22	Rapid Induction of Female-to-Male Sex Change in Adult Zebrafish by Injection of an Aromatase Inhibitor	Md. Mostafizur Rahaman, Ryo-ichi Kumagai, Toshinobu Tokumoto	Zebrafish
バイオサイエンス	Md. Rezanujjaman	徳元 俊伸	2020.7.2	An agonist for membrane progesterin receptor (mPR) induces oocyte maturation and ovulation in zebrafish in vivo	Md. Rezanujjaman, Razain Tanvir, Md. Hasan Ali, Toshinobu Tokumoto	Biochemical and Biophysical Research Communications
バイオサイエンス	Md. Mamun Or Rashid	山崎 昌一	2020.5.31	Effect of membrane potential on pore formation by the antimicrobial peptide magainin 2 in lipid bilayers	Md. Mamun Or Rashid, Md. Mizanur Rahman Moghal, Md. Masum Billah, Moynul Hasan, Masahito Yamazaki	BBA - Biomembranes
バイオサイエンス	Samiron Kumar Saha	山崎 昌一	2020.6.16	Membrane Tension in Negatively Charged Lipid Bilayers in a Buffer under Osmotic Pressure	Samiron Kumar Saha, Sayed Ul Alam Shibly, Masahito Yamazaki	The Journal Of Physical Chemistry B
バイオサイエンス	Madhabi Lata Shuma	山崎 昌一	2020.4.14	Detection of the Entry of Nonlabeled Transportan 10 into Single Vesicles	Madhabi Lata Shuma, Md. Mizanur Rahman Moghal, Masahito Yamazaki	Biochemistry
バイオサイエンス	増澤 樹	山本 歩	2020.8.20	G-quadruplex-proximity protein labeling based on peroxidase activity	Tatsuki Masuzawa, Shinichi Sato, Tatsuya Niwa, Hideki Taguchi, Hiroyuki Nakamura, Takanori Oyoshi	Chemical Communications

(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	開催期間	国際会議名	開催地	発表題目
ナノビジョン工学	Anitharaj Nagarajan	猪川 洋	2020.6.13～6.14	IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop (SNW) 2020	オンライン 開催	Polarization Dependence of Incident Angle Sensitivity in SOI Photodiode with 2D Hole Array Grating
ナノビジョン工学	Revathi Manivannan	猪川 洋	2020.6.13～6.14	IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop (SNW) 2020	オンライン 開催	Photon-number Statistics Observed by SOI MOSFET Single-Photon Detector with Real- time Signal Processing
ナノビジョン工学	Arie Pangesti Aji	猪川 洋	2020.11.16～11.18	International Conference on Electronics, Photonics and Smart Technologies (ICePhaST-2020)	オンライン 開催	Investigation of High-Impedance Antenna for Terahertz Microbolometer
情報科学	Sendilkumaar Indrapriya darsini	浅井 秀樹	2020.10.10～10.21	IEEE International Symposium On Circuits And Systems(ISCAS2020)	オンライン 開催	A Neural Network approach to Analog Circuit Design Optimization using Nesterov's Accelerated Quasi-Newton Method

(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	微細加工シンチレーター放射線検出器	ナノビジョン工学	田端 健人	青木 徹
2	レーザードーピング集積型放射線検出器	ナノビジョン工学	西澤 潤一	青木 徹
3	ZnOナノ構造を用いた光触媒に関する研究	ナノビジョン工学	Worasawat Suchada	三村 秀典
4	イメージセンサの車両周辺認識システムへの適用性検討	ナノビジョン工学	Kim Juyeong	川人 祥二
5	高空間分解能イオンイメージングシステムの作製	ナノビジョン工学	柴野 暁	川田 善正
6	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・制御及び読み出し回路に関する研究	ナノビジョン工学	Shukri B. Korakkottil Kunhi Mohd	川人 祥二
7	Fabrication of carbon nanotube based field effect transistors (CNT-FETs)	ナノビジョン工学	Chitra Pandy	三村 秀典
8	ダイヤモンド半導体を用いた中性子検出に関する研究	ナノビジョン工学	三宅 拓	三村 秀典
9	銀ナノキューブを用いた動的プラズモニックカラーフィルタの開発	ナノビジョン工学	水野 文菜	小野 篤史
10	希土類化合物の結晶育成と物性研究	光・ナノ物質機能	Jumaeda Jatmika	海老原 孝雄
11	高活性アゾリウムカルベンの創製	光・ナノ物質機能	喜屋武 龍二	鳴海 哲夫
12	層状物質を出発原料としたナノシート束の作製とエネルギーデバイスへの応用	光・ナノ物質機能	Huang Yalei	立岡 浩一
13	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
14	ナノ材料に基づくQCMセンサーの開発	光・ナノ物質機能	Pramdi 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
15	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
16	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
17	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
18	アミロイド線維の特性を利活用する機能性分子の創製	光・ナノ物質機能	児玉 有輝	鳴海 哲夫
19	高ドーピングシリコンナノワイヤのドーピングと測定に関する研究	光・ナノ物質機能	Jupalli Taruna Teja	Moraru Daniel
20	PLD法によるセラミックス薄膜の作製	光・ナノ物質機能	Sreerama Jhansi Lakshmi	脇谷 尚樹
21	長周期積層構造をもつMg合金中の溶質元素間の相互作用と構造強化	光・ナノ物質機能	村上 拓	藤間 信久
22	熱電変換結晶界面に関する理論計算	光・ナノ物質機能	Singh Kamaljeet	下村 勝
23	マイクロプラズマドラッグデリバリー可能性検討	光・ナノ物質機能	Yahaya Ahmad Guji	清水 一男
24	エネルギーデバイスへの応用を目的としたIV族半導体ナノ構造の作製	光・ナノ物質機能	Li Ye	立岡 浩一
25	ユビキチン関連酵素を治療標的とした新規ユビキチンリガーゼ阻害剤の創製研究	光・ナノ物質機能	竹内 伶音	鳴海 哲夫
26	薬剤耐性問題克服に向けて:タンパク質主鎖との水素結合を指標とする阻害剤評価系開拓	光・ナノ物質機能	田中 晶子	間瀬 暢之
27	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
28	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

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
29	深層学習による顕著性マップの動画像への応用	情報科学	Sultana Rebeka	大橋 剛介
30	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
31	ゲージ重力対応の研究	情報科学	山代 和志	土屋 麻人
32	Noncommutative quadric hypersurfaces	情報科学	Hu Haigang	毛利 出
33	広域低速度無線通信とDTNを用いたセキュアな緊急情報配信技術の実証的研究	情報科学	加藤 新良太	石原 進
34	身体知覚におけるPostdiction の神経機序の解明	情報科学	吉岡 大貴	宮崎 真
35	日常のインタラクションにおける文化的ギャップの情報科学的解決	情報科学	王 斌宇	竹内 勇剛
36	マルチモーダル深層学習向けエッジAIの研究	情報科学	河合 孔明	峰野 博史
37	人工知能技術に関するプロジェクト	情報科学	Sendilkumaar Indrapriyadarsini	浅井 秀樹
38	くりこみ群と勾配流の研究	情報科学	田中 豪太	土屋 麻人
39	3-dimensional AS-regular algebras	情報科学	松野 仁樹	毛利 出
40	場の量子論における非摂動効果の研究	情報科学	吉田 大輝	森田 健
41	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	藤原 健智
42	沿岸海洋における原生動物の動態と食物網における役割	環境・エネルギーシステム	Dinh Nhan Van	藤原 健智

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
43	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	藤原 健智
44	純正弦波出力単相DC/AC電力変換器に関する研究	環境・エネルギーシステム	Eka Rakhman Priandana	野口 敏彦
45	Pore scale and volume average analysis of heat and fluid flow in solid/liquid phase change assisted with porous media	環境・エネルギーシステム	王 春陽	Moghtada Mobedi
46	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
47	高強度セルロースナノファイバー糸の製造技術開発・実証	環境・エネルギーシステム	Thirunavukarasu Devendran	島村 佳伸
48	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
49	カルスト生態系における分光反射特性に関する研究	環境・エネルギーシステム	Huang Ke Chao	王 権
50	超硬合金の電解複合切削加工プロセスの開発	環境・エネルギーシステム	王 思聰	早川 邦夫
51	二酸化炭素の触媒的化学変換システムの開拓	環境・エネルギーシステム	平田 望	福原 長寿
52	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
53	還元型酸化グラフェン複合材料の作製と蓄電池電極への応用	環境・エネルギーシステム	Ma Jiaojiao	孔 昌一
54	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
55	NiTi合金の切削加工における相変態に関する研究	環境・エネルギーシステム	楊 昊	早川 邦夫
56	異なるスケールでの植物生理と分光反射特性に関する研究	環境・エネルギーシステム	Song Guangman	王 権

№	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
57	分光反射に基づく生理特性の推定	環境・エネルギーシステム	Gan Yi	王 権
58	金属-高分子材料の異種材摩擦かくす接合	環境・エネルギーシステム	Arunagiri Azhagar	早川 邦夫
59	微生物細胞における外環境適応プロセスの解明	環境・エネルギーシステム	本荘 雅宏	二又 裕之
60	非対称巻線構造を有するベアリングレスモータの巻線統合化の研究	環境・エネルギーシステム	Swandahru Suryo Kumoro	朝間 淳一
61	貝形虫類のポアシステムの進化的ダイナミクス	環境・エネルギーシステム	中村 大亮	塚越 哲
62	透磁率変調技術に基づく可変界磁PMモータに関する研究	環境・エネルギーシステム	岩間 清大	野口 敏彦
63	超高速ベアリングレスモータの研究	環境・エネルギーシステム	神谷 佳紀	朝間 淳一
64	被子植物ブドウ科の生殖器官の比較解剖学	バイオサイエンス	Yessi Santika	丑丸 敬史
65	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
66	Analysis of the correlation between hypoxia & cordycepin production, and the neurasporaxanthin biosynthesis in <i>C. militaris</i> by genome editing	バイオサイエンス	Suparmin Ahmad	朴 龍洙
67	キノコからの機能性物質の探索	バイオサイエンス	Arif Yanuar Ridwan	河岸 洋和
68	キノコからの機能性物質の探索	バイオサイエンス	Irine Yunhafita Malya	河岸 洋和
69	サトイモの系統解析	バイオサイエンス	Chacuttayapong Wiluk	本橋 令子
70	チラコイド膜特異的糖脂質のプロトン濃度差を維持への関与	バイオサイエンス	Egi Trytia Apdila	栗井 光一郎

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
71	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
72	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
73	マウステラトーマ原因遺伝子の解明	バイオサイエンス	Naser Abdullah An	徳元 俊伸
74	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
75	Development of highly sensitive methods for virus detection using nanomaterials	バイオサイエンス	Fahmida Nasrin Soma	朴 龍洙
76	内分泌かく乱化学物質の継代効果の実証とその原因の解明	バイオサイエンス	Rahaman Md Mostafizur	徳元 俊伸
77	菌類におけるフェアリー化合物の生合成経路の解明	バイオサイエンス	伊藤 彰将	河岸 洋和
78	マウス新生仔の免疫機能発達における母乳中CCL25およびCCL28の役割に関する研究	バイオサイエンス	岩本 莉奈	茶山 和敏
79	脊椎動物の肝臓構築の進化とその分子基盤に関する分子細胞生物学的研究	バイオサイエンス	太田 考陽	塩尻 信義
80	金ナノ粒子修飾プラズモンシリコンゴム(Au-SR)を用いたA型インフルエンザウイルス(AIV)の高感度亜型検出系の開発	バイオサイエンス	竹村 謙信	朴 龍洙
81	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
82	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
83	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
84	Development of Dengue Virus-like Particles multivalent using Silkworm Expression System	バイオサイエンス	Doddy Irawan Setyo Utomo	朴 龍洙

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
85	種子発芽制御メカニズムの解明	バイオサイエンス	青柳 拓也	木寄 暁子
86	植物におけるフェアリー化合物の代謝経路の解明	バイオサイエンス	竹村 太秀	河岸 洋和
87	ユニークなシアノバクテリアAcaryochloris属の光利用戦略の解明	バイオサイエンス	三宅 敬太	成川 礼
88	ゼブラフィッシュプロテアソームの構造と機能の解析	バイオサイエンス	Ali Md Hasan	徳元 俊伸
89	Nanocarrier application for detection of infectious disease agents	バイオサイエンス	Indra Memdi Khoris	朴 龍洙
90	膜電位や膜張力が膜物性やペプチド-膜相互作用に与える効果の研究	バイオサイエンス	Md. Masum Billah	山崎 昌一
91	種子発芽および初期成長におけるストレス耐性メカニズムの解明	バイオサイエンス	Khan Md Saiful Islam	木寄 暁子
92	Functional domain analysis of WSSV-VP15 and its antiviral activity against WSSV in Kuruma shrimp	バイオサイエンス	Boonyakida Jirayu	朴 龍洙
93	脂肪酸不飽和化酵素DesC2の基質特異性の解析	バイオサイエンス	Devi Bentia Effendi	栗井 光一郎
94	海藻の分泌する天然ホルモン活性物質の同定	バイオサイエンス	Acharjee Mrityunjoy	徳元 俊伸
95	フェアリー化合物の新機能の探索	バイオサイエンス	古田島 美颯	河岸 洋和
96	RGG領域による核酸認識機構の解明	バイオサイエンス	増澤 樹	大吉 崇文

(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	籾殻からのナノシリカの抽出とその構造に関する研究	光・ナノ物質機能	Emie Salamangkit Mirasol	下村 勝
2	事前経験が主観的同時性に与える影響:認知神経科学的研究	情報科学	Kevin Widjaja	宮崎 真
3	深層学習を用いた物体検出のためのデータ拡張手法の研究	情報科学	Rahim Umme Fawzia	峰野 博史
4	ガス交換モデルに基づく生態系機能評価	環境・エネルギー システム	Sun Xuehui	王 権
5	リモートセンシングデータに基づく地表輻射環境の推定	環境・エネルギー システム	Tan Yunhui	王 権
6	3-クロロ安息香酸分解遺伝子群を搭載するプラスミドの性状解析	環境・エネルギー システム	Ara Ifat	新谷 政己
7	グラフェン量子ドット(GQD)を用いたステロイド膜受容体アッセイシステムの確立	バイオサイエンス	Jyoti Md. Maisum Sarwar	徳元 俊伸

7. 主催・共催シンポジウム等

(1) 6th International Conference on Nanoscience & Nanotechnology (ICONN) 2021

日時 令和3年2月1日～3日
場所 スリ・ラマサミー・メモリアル科学技術大学 インド オンライン開催
世話人 スリ・ラマサミー・メモリアル科学技術大学
分野 工学・情報・理学系分野
参加者 原和彦創造科学技術大学院長をはじめ、18名の教員、ポスドク4名、学生10名の静大関係者を含む、海外の教員・研究者、博士課程学生、企業の研究者・技術者など

(2) “The 7th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2021(ISFAR-SU2021)～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 令和3年3月5日
場所 静岡大学 オンライン開催
世話人 超領域研究推進本部、電子工学研究所、グリーン科学研究所、創造科学技術大学院、大学院光医工学研究科が共催で開催する国際会議の実行委員会
分野 イメージング、ナノマテリアル、情報科学、環境・エネルギー科学、グリーンバイオ科学、
参加者 今回は初のオンライン開催となり、朴龍洙グリーン科学技術研究所長、三村秀典電子工学研究所長、原和彦創造科学技術大学院長および大学院光医工学研究科長、並びに教職員学生を含む約70名がリモートで参加した。また、各研究分野の博士課程学生・若手研究者26名、「未来の科学者養成スクール」を受講する高校生3名が、それぞれの研究成果を英語で発表する動画を事前に作成しシンポジウムのWebサイトから発表した。

資 料 編

1. 入学状況

大学院自然科学系教育部

専攻名	区分	一般	社会人	私費留学生	国費留学生	合計
ナノビジョン工学	4月入学	1	1	1	0	3
	10月入学	0	0	0	0	0
	計	1	1	1	0	3
光・ナノ物質機能	4月入学	2	0	0	0	2
	10月入学	0	0	1	1	2
	計	2	0	1	1	4
情報科学	4月入学	3	5	0	0	8
	10月入学	0	3	2	1	6
	計	3	8	2	1	14
環境・エネルギーシステム	4月入学	4	2	0	0	6
	10月入学	0	2	5	1	8
	計	4	4	5	1	14
バイオサイエンス	4月入学	2	0	0	0	2
	10月入学	0	0	2	1	3
	計	2	0	2	1	5
合 計		12	13	11	4	40

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	令和2年度		令和3年度	令和4年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費	
特別推進研究	グリーン科学技術研究所	教授	河岸 洋和	151,900,000	45,570,000	106,400,000	72,100,000	フェアリー化合物の科学とその応用展開
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	0	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	准教授	鳴海 哲夫	3,100,000	930,000	0	0	ユビキチン鎖の空間配向制御を指向した非水解性アルケン型ユビキチン結合等価体の創出
新学術領域研究 (研究領域提案型)	情報学部	准教授	森田 純哉	1,400,000	420,000	1,500,000	0	階層的コミュニケーションの成立に寄与する自閉傾向に関する認知モデリング
新学術領域研究 (研究領域提案型)	工学部	教授	鳥居 肇	1,800,000	540,000	1,800,000	0	電子密度変化の統計的解析に基づく水素結合系の静電分極モデルの生成法開発と応用
新学術領域研究 (研究領域提案型)	理学部	教授	丑丸 敬史	3,000,000	900,000	3,000,000	0	TORC1によるミクソクレオファジー制御機構
新学術領域研究 (研究領域提案型)	工学部	准教授	小林 祐一	2,000,000	600,000	1,300,000	0	写像間の変換推定にもとづく部分ダイナミクスの再利用を行う運動学習モデルの開発
新学術領域研究 (研究領域提案型)	創造科学技術大学院	教授	竹内 勇剛	7,800,000	2,340,000	8,000,000	0	周囲の人たちへの配慮を伴った公共場面で のロボットの行動デザイン
新学術領域研究 (研究領域提案型)	情報学部	准教授	森田 純哉	4,400,000	1,320,000	4,400,000	0	多様な個人と対話するモデルベース回想法の デザイン
基盤研究(S)	電子工学研究所	教授	川人 祥二	34,100,000	10,230,000	30,100,000	15,500,000	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と応用開拓
基盤研究(A)	工学部	准教授	松井 信	5,000,000	1,500,000	3,000,000	0	半導体レーザー維持プラズマの高効率化機構の解明と宇宙推進機への応用
基盤研究(A)	情報学部	教授	宮崎 真	6,600,000	1,980,000	7,100,000	6,300,000	複数の事前分布の学び分け: タイミング行動 における神経基盤の解明

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	令和2年度		令和3年度	令和4年度		
				直接経費	間接経費			直接経費	
基盤研究(A)	電子工学研究所	教授	小野 行徳	10,800,000	3,240,000	7,100,000	7,200,000	電子流体効果を用いた新原理シリコングデバイスの研究	
基盤研究(A)	グリーン科学技術研究所	教授	朴 龍洙	9,500,000	2,850,000	8,300,000	8,400,000	分子制御が可能な多抗原提示型ウイルス様粒子による蚊媒介感染症のワクチン開発	
基盤研究(A)	工学部	教授	福原 長寿	9,300,000	2,790,000	12,100,000	7,200,000	室温作動のメタン/化反応場で拓く産業排出CO2の革新的資源化プロセスの学理と実理	
基盤研究(B)	情報学部	教授	峰野 博史	3,500,000	1,050,000	0	0	深層強化学習を用いたモバイルデータ3Dオブローフェニングの研究	
基盤研究(B)	情報学部	准教授	木谷 友哉	2,800,000	840,000	0	0	地域型高精度測位インフラストラクチャの構築	
基盤研究(B)	理学部	教授	富田 誠	1,500,000	450,000	1,200,000	0	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	教授	香川 景一郎	3,200,000	960,000	0	0	マルチバナーチャ・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	2,600,000	780,000	2,500,000	2,600,000	ポラリテア参加機構を活用したポラリテ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	2,400,000	720,000	0	0	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	准教授	渡部 綾	1,700,000	510,000	0	0	確化物触媒のレドックス型格子Sイオン種による新規なアルカン脱水素プロセス開拓	
基盤研究(B)	グリーン科学技術研究所	教授	間瀬 暢之	2,500,000	750,000	0	0	ファイバ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	1,800,000	540,000	1,800,000	1,600,000	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	

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	令和2年度		令和3年度	令和4年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費	
基盤研究(B)	農学部	教授	平井 浩文	3,100,000	930,000	0	0	新規白色腐朽菌の好気的水素産生メカニズムの解明
基盤研究(B)	農学部	教授	轟 泰司	2,800,000	840,000	2,200,000	0	新規アプシジン酸シグナル伝達機構の解明
基盤研究(B)	情報学部	教授	西垣 正勝	2,500,000	750,000	2,600,000	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	2,700,000	810,000	2,400,000	0	多元的音情報に基づく口腔機能・摂食嚥下機能評価システムの開発と検証
基盤研究(B)	グリーン科学技術研究所	教授	二又 裕之	4,000,000	1,200,000	0	0	超効率的嫌気産水処理を誘導する微生物電子共生系の解明
基盤研究(B)	情報学部	教授	大島 律子	3,000,000	900,000	2,200,000	2,200,000	自然言語処理と学習プロセスセンシングを用いた協調学習の形成的評価環境の構築
基盤研究(B)	理学部	講師	近田 拓未	3,900,000	1,170,000	3,700,000	0	核融合炉ブランケットにおける水素・腐食・照射相乗効果の解明と機能性材料設計
基盤研究(B)	工学部	准教授	菊池 将一	3,100,000	930,000	3,100,000	0	マルチスケール計測による高機能ヘテロ構造材料の4次元損傷評価
基盤研究(B)	創造科学技術大学院	教授	三浦 憲二郎	1,900,000	570,000	1,900,000	0	トリム曲面接統の理論解析と計測点群データからの高品質トリム曲面の生成
基盤研究(B)	工学部	教授	江上 力	2,800,000	840,000	2,700,000	2,300,000	DDSナノ微粒子薬物キャリア分光計測のための非線形共焦点顕微鏡システムの開発
基盤研究(B)	電子工学研究所	教授	橋口 原	2,600,000	780,000	1,400,000	0	High-Q・高帯電MEMS共振子を同調回路に用いた標準電波の電波発電技術
基盤研究(B)	電子工学研究所	准教授	小野 篤史	6,000,000	1,800,000	2,100,000	0	偏光場を活用したレーザー光還元法による超微細金属ナノ構造作製技術の開発

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	令和2年度		令和3年度	令和4年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費	
基盤研究(B)	工学部	准教授	松田 靖弘	1,400,000	420,000	1,200,000	0	らせんの巻き戻しを積極的に利用した多重らせん多糖類の構造・物性制御
基盤研究(B)	工学部	准教授	新谷 政己	4,200,000	1,260,000	3,700,000	0	細菌の多様性を生み出す遺伝子の伝播を真に担うプラズミドの同定とその伝播の実態解明
基盤研究(B)	工学部	講師	田代 陽介	3,500,000	1,050,000	3,300,000	0	細菌-宿主細胞インターフェースにおける膜小胞を介した感染戦略の機構解明
基盤研究(B)	電子工学研究所	教授	山崎 昌一	2,200,000	660,000	2,200,000	0	膜電位と張力が抗菌ペプチドや細胞透過ペプチドの機能に与える効果とメカニズムの解明
基盤研究(B)	工学部	教授	石原 進	2,700,000	810,000	3,800,000	2,600,000	広域低速度無線通信とDTNを用いたセキユアな緊急情報配信技術の実証的研究
基盤研究(B)	電子工学研究所	准教授	中野 貴之	3,400,000	1,020,000	3,200,000	0	BGaN半導体検出器を用いた熱中性子イメージングセンサーの開発
基盤研究(B)	教育学部	教授	熊野 善介	4,900,000	1,470,000	4,400,000	4,200,000	Society 5.0に応える日本型STEM教育改革の理論と実践に関する実証研究
基盤研究(B)	情報学部	助教	板口 典弘	6,600,000	1,980,000	2,600,000	2,300,000	ヒト身体における仮想的運動神経支配入れ替えが引き起こす適応的可塑性の解明
基盤研究(B)	理学部	准教授	大矢 恭久	5,500,000	1,650,000	4,700,000	3,200,000	プラズマ対向壁におけるプラズマ駆動水素透過機構の解明とその水素同位体効果
基盤研究(B)	電子工学研究所	教授	岩田 太	5,900,000	1,770,000	4,700,000	3,100,000	レーザー支援電気泳動堆積およびプラズモン加熱焼結による超微細立体的造形法の開発
基盤研究(B)	工学部	准教授	朝間 淳一	4,100,000	1,230,000	5,900,000	3,600,000	非対称構造を有するペーシングレスモータの設計手法確立とインテリジェント化
基盤研究(B)	電子工学研究所	講師	堀 匡寛	4,400,000	1,320,000	3,700,000	3,300,000	シリコントランジスタのゲート制御による電子正孔系の形成と量子凝縮現象の発現

研究種目	研究代表者			交付(予定)額				研究課題名
	所 属	職 名	氏 名	令和2年度		令和3年度	令和4年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費	
基盤研究(B)	電子工学研究所	教授	川田 善正	5,900,000	1,770,000	4,800,000	3,100,000	電子線直接照射によるナノ領域の生細胞刺激法の開発
基盤研究(B)	農学部	教授	森田 達也	6,300,000	1,890,000	3,300,000	3,600,000	ムチンを介した宿主-腸内細菌の相利共生関係の解明とその応用
基盤研究(B)	理学部	教授	塚越 哲	3,700,000	1,110,000	4,900,000	2,500,000	貝形虫のもつポア・システムの多様性と時空ダイナミクス-感覚受容の適応と進化-
基盤研究(B)	工学部	准教授	鳴海 哲夫	7,300,000	2,190,000	3,200,000	3,400,000	アルケン型ペプチド結合等価体の分子特性の解明と創薬応用
基盤研究(B)	情報学部	准教授	桐山 伸也	3,500,000	1,050,000	3,300,000	3,400,000	認知症の人の生活意欲を高めるケアスキルの「会得」支援システムの開発
基盤研究(B)	グリーン科学技術研究所	教授	木村 浩之	3,200,000	960,000	3,700,000	3,300,000	付加体の深部帯水層の地下温水と微生物群集を活用したメタン・水素生成リアクター
若手研究(A)	情報学部	助教	石川 翔吾	4,200,000	1,260,000	0	0	根拠に基づく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(A)	工学部	准教授	藤井 朋之	1,700,000	510,000	0	0	粒界型応力腐食割れの発生および成長機構の解明
研究成果公開促進費	理学部	教授	丑丸 敬史	500,000	0	0	0	細胞内をいつも清潔に！細胞内のお掃除「オートファジー」の仕組みを調べよう！
特別研究員奨励費	自然科学系教育部	DC1	伊藤 彰将	700,000	0	0	0	フェアリー化合物の菌類におけるホルモンとしての証明
特別研究員奨励費	自然科学系教育部	DC1	太田 考陽	700,000	0	0	0	脊椎動物進化に伴う肝臓構造変化の機構と生物学的意義解明に向けた比較分子形態学解析
特別研究員奨励費	自然科学系教育部	DC2	竹村 謙信	900,000	0	800,000	0	多機能ナノ材料複合体の電気化学的・光学的応答による高感度ウイルス遺伝子型の同定

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	令和2年度		令和3年度	令和4年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費	
特別研究員奨励費	工学部	PD	楠野 宏明	700,000	0	600,000	0	気泡クラスタを形成する気泡間相互作用の解明と工学モデルの作成
特別研究員奨励費	自然科学系教育部	DC2	山代 和志	900,000	0	800,000	0	線のみみ群と情報幾何に基づいたAGS/CFT対応の研究
特別研究員奨励費	自然科学系教育部	DC2	竹村 太秀	1,100,000	0	1,000,000	0	植物成長調節物質である“フェアリー化合物”が植物ホルモンのことであることを証明
特別研究員奨励費	自然科学系教育部	DC1	水野 文菜	900,000	0	800,000	800,000	表面プラズモンを利用した動的フルカラーファイバーの開発
特別研究員奨励費	自然科学系教育部	DC1	クリスティアン・ラウデン	1,000,000	0	900,000	900,000	色原体包埋ナノキャリアを用いたシグナル増幅型多重ウイルスの二元的検出技術の確立
基盤研究(C)	情報学部	准教授	永吉 実武	600,000	180,000	0	0	「失敗からの学び」の阻害要因の克服:日本のオナーナ製造企業の研究
基盤研究(C)	理学部	教授	佐藤 慎一	1,000,000	300,000	0	0	人為的環境攪乱および自然災害に伴う底生動物群集の変化の長期的定常観測
基盤研究(C)	理学部	教授	浅芝 秀人	700,000	210,000	600,000	700,000	双圏論的被覆理論と導来同値分類
基盤研究(C)	理学部	准教授	保坂 哲也	500,000	150,000	300,000	0	群の作用する非正曲率空間および無限コクセター群と有限グラフの研究
基盤研究(C)	理学部	准教授	依岡 輝幸	400,000	120,000	800,000	0	強制公理の応用と大きい連続体濃度
基盤研究(C)	工学部	教授	守田 智	1,000,000	300,000	0	0	動的ネットワークの汎用モデルの構築とその一般理論
基盤研究(C)	理学部	准教授	海老原 孝雄	500,000	150,000	0	0	重い電子系物質の強磁場物性と微視的電子状態

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	令和2年度		令和3年度	令和4年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費	
基盤研究(C)	理学部	教授	三重野 哲	800,000	240,000	0	0	高温ガスルールの冷却過程で合成されるアミノ酸・有機分子の研究
基盤研究(C)	理学部	教授	土屋 麻人	700,000	210,000	0	0	解析および数値的手法による超弦の行列模型の研究
基盤研究(C)	電子工学研究所	教授	原 和彦	800,000	240,000	0	0	六方晶窒化ボウ素のウエハ状大型単結晶を製作するための基本プロセスの開発
基盤研究(C)	情報学部	教授	佐治 斉	900,000	270,000	0	0	プローブカー情報とヘリコプター情報の統合による大規模災害時道路情報把握システム
基盤研究(C)	工学部	准教授	荻野 明久	700,000	210,000	0	0	層状半導体材料を用いた新規薄型光支援熱電子エミッタの開発
基盤研究(C)	教育学部	名誉教授	板垣 秀幸	1,200,000	360,000	0	0	精妙なポリマーコンポジット作製方法の確立と機能発現
基盤研究(C)	理学部	教授	丑丸 敬史	900,000	270,000	0	0	栄養源飢餓後のオートファジーに必要な核小体・rDNAの核内再配置の解析
基盤研究(C)	情報学部	准教授	大木 哲史	700,000	210,000	600,000	0	未知の攻撃を検知するUnspoofable Biometricsの研究
基盤研究(C)	工学部	准教授	甲斐 充彦	800,000	240,000	0	0	実環境音声認識のための深層学習と人手を併用する音声言語知識拡充フレームワーク
基盤研究(C)	創造科学技術大学院	各員教授	秦中 啓一	700,000	210,000	0	0	格子ロトカボラテラ模型の生物・生態系への応用研究
基盤研究(C)	情報学部	教授	酒井 三四郎	800,000	240,000	0	0	複数の診断機能により学習者に多面的な気づきを与えるモデ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	800,000	240,000	700,000	0	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

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	令和2年度		令和3年度	令和4年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費	
基盤研究(C)	情報学部	准教授	高口 鉄平	1,000,000	300,000	900,000	200,000	情報銀行の経済分析-個人の非合理性と便益の多様性への制度的対応-
基盤研究(C)	理学部	講師	三井 雄太	900,000	270,000	900,000	0	1kPa以下の応力変化による地震活動の消長: グローバルからローカルまで
基盤研究(C)	工学部	教授	島村 佳伸	500,000	150,000	700,000	0	超音波疲労試験法を活用した炭素繊維強化エポキシ積層板の超高サイクル疲労特性の解明
基盤研究(C)	工学部	准教授	真田 俊之	900,000	270,000	900,000	0	音波照射による微細孔への液体侵入促進および液置換・乾燥技術への展開
基盤研究(C)	工学部	教授	桑原 不二朗	1,000,000	300,000	900,000	0	多孔質体理論に基づき、土砂災害発生モデルの提案
基盤研究(C)	工学部	教授	和田 忠浩	800,000	240,000	500,000	500,000	低緯度地域における流星パースト通信実験に基づく通信性能の解明と通信路のモデル化
基盤研究(C)	電子工学研究所	准教授	MORARU Dantel	900,000	270,000	500,000	0	Study of two-dimensional Si Esaki diodes at ultra-high doping with semimetal behavior
基盤研究(C)	工学部	准教授	一ノ瀬 元喜	1,000,000	300,000	600,000	0	社会的ジレンマの変動に対応するクラウド型オンライン実験とエージェントモデルの融合
基盤研究(C)	電子工学研究所	教授	居波 涉	1,100,000	330,000	400,000	0	電子線励起超解像顕微鏡における蛍光薄膜の厚さの最適化とコントラスト増強
基盤研究(C)	工学部	教授	鳥居 肇	700,000	210,000	900,000	0	分子間相互作用の協奏による中距離的構造形成と分光学的検出可能性の理論解析
基盤研究(C)	農学部	教授	瀧川 雄一	700,000	210,000	700,000	0	植物病原性Pantoea属細菌の生態の解明
基盤研究(C)	農学部	助教	菌部 礼	1,100,000	330,000	900,000	0	機械学習を活用した分光反射特性からの茶樹生葉の品質・ストレス評価

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	令和2年度		令和3年度	令和4年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費	
基盤研究(C)	理学部	教授	塩尻 信義	1,400,000	420,000	800,000	0	脊椎動物における肝臓構築の多様性とその分子基盤に関する比較分子形態学的研究
基盤研究(C)	教育学部	准教授	雪田 聡	1,200,000	360,000	1,200,000	0	遺伝子改変両生類を用いた新たな骨リモデリング機序の解析方法の確立
基盤研究(C)	工学部	准教授	立蔵 洋介	1,000,000	300,000	1,000,000	0	音場の逆フィルタ処理において音響伝達特性の影響はどこまで補正されるべきか？
基盤研究(C)	情報学部	教授	小西 達裕	500,000	150,000	600,000	800,000	プログラミング演習における学習者の作業プロセスの分析に基づく学習教育支援システム
基盤研究(C)	情報学部	教授	杉山 岳弘	1,000,000	300,000	1,100,000	0	有形・無形の文化財情報を知識結合したマルチモーダル・データベースの構築
基盤研究(C)	情報学部	教授	宮崎 佳典	900,000	270,000	1,100,000	1,300,000	数式検索技術を核とした数学学習支援システムの開発とその学習分析
基盤研究(C)	理学部	教授	毛利 出	900,000	270,000	1,100,000	1,300,000	非可換代数曲面の分類を目的とした代数学の融合的研究
基盤研究(C)	理学部	教授	田中 直樹	700,000	210,000	900,000	900,000	微分方程式の適切性理論－ベクトル空間の枠を超えた展開－
基盤研究(C)	理学部	教授	鈴木 信行	500,000	150,000	700,000	600,000	構成性を制御しながら直観主義論理を拡大する
基盤研究(C)	理学部	准教授	奥谷 昌之	900,000	270,000	1,500,000	900,000	非平衡プラズマの液中閉じ込め効果を利用した製膜と色素増感太陽電池のモジュール化
基盤研究(C)	理学部	講師	森田 健	700,000	210,000	700,000	700,000	ブラックホールの情報喪失問題解決に向けたホーキング放射の多角的解析
基盤研究(C)	工学部	准教授	本澤 政明	1,400,000	420,000	1,300,000	600,000	磁性ナノロッド分散型磁気機能性ナノ流体による配向性利用に基づいた高度熱流動制御

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	令和2年度		令和3年度	令和4年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費	
基盤研究(C)	工学部	准教授	二川 雅登	1,900,000	570,000	700,000	700,000	土壌のイオン種制御にむけた長期連続計測のための妨害イオン抑制型pHセンサの実現
基盤研究(C)	工学部	教授	立岡 浩一	1,700,000	510,000	800,000	700,000	多様な化合物ナノシート束の造り分け技術の確立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	1,800,000	540,000	1,000,000	500,000	人工周期構造線路を利用するマイクロ波帯進行波型超伝導パラメトリック増幅器の研究
基盤研究(C)	工学部	教授	下村 勝	1,200,000	360,000	1,100,000	1,100,000	水熱合成法によるアナターゼ酸化チタン単結晶薄膜の成長メカニズムと局所構造の解明
基盤研究(C)	理学部	准教授	大吉 崇文	1,100,000	330,000	1,100,000	1,000,000	グアニン四重鎖RNA結合タンパク質による凝集体の形成機構と機能の解明
基盤研究(C)	農学部	准教授	大西 利幸	1,600,000	480,000	900,000	800,000	「香り」配糖体が司る開花制御メカニズムの解明
基盤研究(C)	農学部	准教授	小谷 真也	1,100,000	330,000	1,100,000	1,100,000	バクテリアのゲノム情報に基づくラッソノペプチドの異宿主生産
基盤研究(C)	農学部	教授	本橋 令子	1,300,000	390,000	1,300,000	700,000	高感度フォトン検出技術を用いた植物の環境日変動応答の解明
基盤研究(C)	農学部	教授	木村 洋子	1,300,000	390,000	1,100,000	900,000	酵母における持続的な熟ストレスに対する生体防御機構の解明
基盤研究(C)	電子工学研究所	准教授	栗井 光一郎	2,300,000	690,000	500,000	500,000	チラコイド膜間pH差維持機構におけるガラクト脂質の役割
基盤研究(C)	創造科学技術大学院	教授	徳元 俊伸	1,600,000	480,000	900,000	800,000	ステロイド膜受容体の機能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)	工学部	准教授	伊藤 友孝	1,700,000	510,000	700,000	900,000	高齢者のための見守りと転倒予防トレーニングを統合した包括的歩行ケアシステムの開発

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	令和2年度		令和3年度	令和4年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費	
基盤研究(C)	情報学部	教授	荒木 由布子	1,300,000	390,000	1,300,000	800,000	関数データ解析に基づく高次元データの新たな統計的モデリングの開発と適用
基盤研究(C)	工学部	教授	大橋 剛介	1,500,000	450,000	1,200,000	600,000	車載カメラ映像を対象とした注視領域の推定法の提案とデータセットの構築
基盤研究(C)	情報学部	准教授	山本 泰生	1,000,000	300,000	1,500,000	800,000	半順序関係に基づくストリームデータの劣線形要約
基盤研究(C)	情報学部	講師	山本 祐輔	900,000	270,000	0	0	自律的・能動的な情報信憑性判断力を高める情報インタラクション
挑戦的研究(開拓)	電子工学研究所	教授	小野 行徳	5,200,000	1,560,000	1,700,000	0	新原理エレクトロニクス創成に向けた電子系一格子系・高速エネルギー変換技術の確立
挑戦的研究(萌芽)	情報学部	准教授	狩野 芳伸	1,900,000	570,000	0	0	心理学的に妥当な自然言語処理システムによる会話の自然な「間」の自動生成
挑戦的研究(萌芽)	情報学部	教授	大島 律子	1,200,000	360,000	0	0	創造的問題解決におけるアイデアの有望性判断失敗メカニズムの解明
挑戦的研究(萌芽)	イノベーション社会連携推進機構	准教授	清水 一男	1,500,000	450,000	1,500,000	0	プラズマと静電気力による微粒子制御の検討
挑戦的研究(萌芽)	電子工学研究所	准教授	小野 篤史	1,600,000	480,000	0	0	光-電子結合系超解像イメージングデバイスの開発
挑戦的研究(萌芽)	電子工学研究所	教授	岩田 太	2,100,000	630,000	0	0	液中環境における表面電荷分布のナノスケール可視化プローブ顕微鏡の開発
挑戦的研究(萌芽)	グリーン科学技術研究所	教授	原 正和	1,500,000	450,000	1,500,000	0	植物の超低温生存力を支える蛋白質の機能を利用した革新的保存技術に関する研究
挑戦的研究(萌芽)	農学部	准教授	崔 宰燾	2,000,000	600,000	2,000,000	0	フェアリーリング病における子実体形成メカニズム解明

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	令和2年度		令和3年度	令和4年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費	
挑戦的研究(萌芽)	工学部	教授	福原 長寿	2,800,000	840,000	0	0	CO2を常温で大量にメタン変換する革新的な資源化反応場の創製
挑戦的研究(萌芽)	グリーン科学技術研究所	教授	二又 裕之	2,800,000	840,000	0	0	微生物生態系のシステム崩壊と再安定化機構の解明
挑戦的研究(萌芽)	理学部	講師	守谷 誠	2,300,000	690,000	1,200,000	1,500,000	分子結晶中の秩序構造を利用した室温マグネシウムイオン拡散と固体電解質への展開
挑戦的研究(萌芽)	工学部	准教授	渡部 綾	1,800,000	540,000	2,000,000	1,200,000	氷点下領域で機能する極限環境触媒システムの創製
挑戦的研究(萌芽)	農学部	教授	平井 浩文	2,700,000	810,000	2,200,000	0	白色腐朽菌を用いたリグニン由来フェノール類高産生技術の確立
挑戦的研究(萌芽)	情報学部	助教	板口 典弘	2,100,000	630,000	1,800,000	1,100,000	脳損傷と加齢が潜在意味構造に与える影響の解明:自然言語処理に基づいたアプローチ
挑戦的研究(萌芽)	電子工学研究所	教授	池田 浩也	1,800,000	540,000	1,600,000	1,500,000	フレキシブル熱電変換素子を用いた自己発電型生体情報センサの開発
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (B))	創造科学技術大学院	特任教授	CASARETO Beatriz	5,200,000	1,560,000	0	0	Identifying "super corals" in Mauritius: what physiological factors promote high recovery after bleaching?
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (B))	情報学部	教授	大島 純	5,300,000	1,590,000	5,900,000	2,800,000	知識創造型学習評価アプローチの開発と検証
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	朴 龍洙	4,100,000	1,230,000	4,900,000	5,300,000	蚊媒介性ウイルス疾患の診断に向けた選択的かつ高感度多検体ウイルス検出技術の開発
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (B))	工学部	准教授	新谷 政己	3,100,000	930,000	3,600,000	3,700,000	亜寒帯・温帯・熱帯植物の「植物体圏」におけるグラスミドの伝播現象の実態解明
若手研究	理学部	准教授	メリア ダイエゴ	600,000	180,000	600,000	0	反復強制法の理論における新たな発展
若手研究	工学部	助教	佐藤 浩平	1,300,000	390,000	600,000	0	薬剤耐性問題克服に向けて:タンパク質主鎖との水素結合を指標とする阻害剤評価系開拓

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	令和2年度		令和3年度 直接経費	令和4年度 直接経費	
				直接経費	間接経費			
若手研究	情報学部	助教	遠山 紗矢香	700,000	210,000	1,400,000	700,000	理解深化を志向した協調学習とプログラミング の統合組みの提案
	合計146件			528,200,000	156,240,000	378,900,000	209,400,000	

(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
62件	661,751,752 円	554,170,817 円	107,580,935 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
163件	324,625,436 円	246,384,436 円	71,641,000 円	5,500,500 円	1,099,500 円

3. 学術論文・学会発表等

【教員構成員】

2020/10/1 教員名簿による

№	部門	教授	准教授	講師	助教	計
1	ナノビジョンサイエンス	16	10	1		27
2	オプトロニクスサイエンス	5	1			6
3	インフォマティクス	26	17	2	3	48
4	ナノマテリアル	11	7		1	19
5	エネルギーシステム	9	9			18
6	統合バイオサイエンス	17	11	3		31
7	環境サイエンス	10	3	1	1	15
8	ベーシック	15	6	3		24
	計	109	64	10	5	188

(1) 学術論文・著書等

令和2年3月31日現在

№	部門	教授	准教授	講師	助教	計
1	ナノビジョンサイエンス	88	21			109
2	オプトロニクスサイエンス	25	3			28
3	インフォマティクス	87	36		1	124
4	ナノマテリアル	40	12		7	59
5	エネルギーシステム	46	34			80
6	統合バイオサイエンス	119	10	11	6	146
7	環境サイエンス	25	7		9	41
8	ベーシック	30	28	9		67
	計	460	151	20	23	654

(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	19	6			25
2	オプトロニクスサイエンス					
3	インフォマティクス	4	4		2	10
4	ナノマテリアル	1	1			2
5	エネルギーシステム	3				3
6	統合バイオサイエンス	9				9
7	環境サイエンス	1				1
8	ベーシック	1				1
	計	38	11		2	51

(3) 国際会議発表件数

No	部門	教授	准教授	講師	助教	計
1	ナノビジョンサイエンス	52	12			64
2	オプトロニクスサイエンス	6	2			8
3	インフォマティクス	46	17			63
4	ナノマテリアル	12	10			22
5	エネルギーシステム	6	8			14
6	統合バイオサイエンス	23			2	25
7	環境サイエンス	2	4		2	8
8	ベーシック	9	11	7		27
	計	156	64	7	4	231

(4) 国内学会発表件数

No	部門	教授	准教授	講師	助教	計
1	ナノビジョンサイエンス	104	34			138
2	オプトロニクスサイエンス	19	3			22
3	インフォマティクス	153	97	6	1	257
4	ナノマテリアル	49	33		17	99
5	エネルギーシステム	64	22			86
6	統合バイオサイエンス	84	10	13	6	113
7	環境サイエンス	12	19		5	36
8	ベーシック	33	16	23		72
	計	518	234	42	29	823

(5) 招待講演件数

No	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	7			22
2	オプトロニクスサイエンス	1	2			3
3	インフォマティクス	12	2			14
4	ナノマテリアル	5	2		2	9
5	エネルギーシステム	5	2			7
6	統合バイオサイエンス	13		8		21
7	環境サイエンス		2			2
8	ベーシック	4		4		8
	計	55	17	12	2	86

4. 客員教授

部門 ナノビジョンサイエンス部門
氏名 Bottoni Paolo (60歳)
現職 ローマ大学 准教授
任期 令和2年4月1日～令和4年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門
氏名 Jenkin Michael (61歳)
現職 ヨーク大学 教授
任期 令和2年4月1日～令和4年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門
氏名 Kapralos Bill (47歳)
現職 University of Ontario Institute of Technology 准教授
任期 令和2年4月1日～令和4年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門
氏名 Erik Brundermann (54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31年4月1日～令和3年3月31日

部門 インフォマティクス部門
氏名 飯田 一朗 (65歳)
現職 秋田県立大学システム科学技術学部情報工学科 教授
任期 令和2年4月1日～令和4年3月31日

部門 インフォマティクス部門
氏名 井上 友二 (72歳)
現職 のうえノバ株式会社 代表取締役社長
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

部門 インフォマティクス部門
氏名 玉井 颯 (65歳)
現職 医療法人敦賀温泉病院 理事長 院長
嶺南地区認知症疾患医療センター センター長
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

部門 インフォマティクス部門
氏名 廣本 宣久(65歳)
現職 なし
任期 令和2年7月1日～令和4年3月31日

部門 ナノマテリアル部門
氏名 福田 敦夫(63歳)
現職 浜松医科大学 神経生理学講座 教授
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

部門 ナノマテリアル部門
氏名 山本 清二(66歳)
現職 浜松医科大学 理事(教育・産学連携担当)・副学長
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

部門 ナノマテリアル部門
氏名 今野 弘之(68歳)
現職 浜松医科大学 学長
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

部門 エネルギーシステム部門
氏名 吉原 利一(58歳)
現職 法政大学生命科学部 非常勤講師
任期 令和2年4月1日～令和4年3月31日

部門 統合バイオサイエンス部門
氏名 Susanne Baldermann(43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 令和2年4月1日～令和4年3月31日

部門 統合バイオサイエンス部門
氏名 Victor G.Levadny(74歳)
現職 ロシア科学アカデミー 理論薬理学センター 上級研究員
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

部門 統合バイオサイエンス部門
氏名 Hermann Watzig(58歳)
現職 ブラウンシュバイク工科大学 教授
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

部門 環境サイエンス部門
氏名 泰中 啓一(71歳)
現職 なし
任期 令和2年4月1日～令和4年3月31日

部門 環境サイエンス部門
氏名 吉村 仁(66歳)
現職 なし
任期 令和2年4月1日～令和4年3月31日

部門 ベーシック部門
氏名 竹内 康博(69歳)
現職 青山学院大学 客員教授
任期 令和2年4月1日～令和4年3月31日

部門 ベーシック部門
氏名 後藤 基志(52歳)
現職 大学共同利用機関法人自然科学研究機構 核融合科学研究所 准教授
任期 令和2年4月1日～令和4年3月31日

部門 ベーシック部門
氏名 増崎 貴(53歳)
現職 大学共同利用機関法人自然科学研究機構 核融合科学研究所 教授
任期 平成31年4月1日～令和3年3月31日

氏名 河合 文雄(70歳)
現職 有限会社ホープ・マネジメント 代表取締役
任期 令和2年4月1日～令和4年3月31日

教員索引

あ

青木 徹	24
浅井 秀樹	70
浅芝 秀人	255
粟井 光一郎	213

い

池田 浩也	26
石田 明広	28
石原 進	72
伊藤 友孝	110
井上 翼	22
一ノ瀬 元喜	108
猪川 洋	20
居波 涉	30
岩田 太	58

う

丑丸 敬史	191
臼杵 深	112

え

江上 力	60
海老原 孝雄	275

お

大岩 孝彰	161
大島 純	74
大島 律子	76
大橋 剛介	78
大本 善正	114
大矢 恭久	277
大吉 崇文	215
岡島 いづみ	173
岡田 令子	225
沖田 善光	124
荻野 明久	44
小野 行徳	32

か

甲斐 充彦	116
香川 景一郎	34
加藤 竜也	217
河岸 洋和	193
川人 祥二	36
川本 竜彦	236

き

菊池 将一	175
喜多 隆介	134
北村 晃寿	238
木村 浩之	234
木村 洋子	195

く

久保野 敦史	136
熊野 善介	80
桑原 不二朗	163

け

こ

木 崙 暁子	219
孔 昌一	165
光野 徹也	46
小谷 真也	221
小西 達裕	83
小林 健二	257
近藤 淳	132
近藤 満	259

さ

佐々木 哲朗	38
佐治 斉	85
佐藤 浩平	154
佐藤 慎一	240
真田 俊之	177
茶山 和敏	223

し

塩尻 信義	197
島村 佳伸	167
清水 一男	64

す

杉浦 彰彦	87
杉山 岳弘	89
鈴木 信行	261
鈴木 久男	138

せ

そ

蘭部 礼	248
------	-----

た

竹内 勇剛	68
竹之内 裕文	199
田代 陽介	227
立岡 浩一	140
田中 直樹	263

ち

近田 拓未	283
-------	-----

つ

塚越 哲	242
土屋 麻人	265

て

と

徳元 俊伸	189
轟 泰司	201
富田 誠	267
鳥居 肇	269
トリパティ サロジ	48

な

中村 篤志	148
永吉 実武	118
成川 礼	229
鳴海 哲夫	150

に

西垣 正勝	91
西村 雅史	93

ぬ

ね

根尾 陽一郎	50
--------	----

の

能見 公博	95
-------	----

は

朴 龍洙	203
橋口 原	40
長谷川 孝博	97
早川 邦夫	169
原 和彦	18

原 正和	187
------	-----

ひ

平井 浩文	205
平川 和貴	142

ふ

福田 直樹	120
福田 充宏	171
藤井 朋之	179
藤間 信久	144
二川 雅登	52
二又 裕之	159

へ

ほ

堀 匡寛	54
------	----

ま

前田 恭伸	99
間瀬 暢之	146
松井 信	181
松田 靖弘	152

み

三浦 憲二郎	102
三重野 哲	253
道下 幸志	101
三井 雄太	246
峰野 博史	104
三村 秀典	42
宮崎 佳典	106

む

め

メヒア デイエゴ	279
----------	-----

も

毛利 出	271
本澤 政明	183
本橋 令子	207
森田 健	285
森田 純哉	122
森田 達也	209
守谷 誠	287

や

山崎昌一……………211
山本祐輔……………126

ゆ

よ

依田秀実……………273
依岡輝幸……………281

ら

り

李洪譜……………62

る

れ

ろ

わ

脇谷尚樹……………130
王権……………244

静岡大学創造科学技術大学院
教育研究活動報告書

第 15 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4年3月3日発行



静岡大学