

教育研究活動報告書

第16号

Annual report 2021

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	57
・教員別活動報告	59
(3) インフォマティクス部門	
・部門活動報告	65
・教員別活動報告	67
(4) ナノマテリアル部門	
・部門活動報告	123
・教員別活動報告	125
(5) エネルギーシステム部門	
・部門活動報告	147
・教員別活動報告	150
(6) 統合バイオサイエンス部門	
・部門活動報告	172
・教員別活動報告	174
(7) 環境サイエンス部門	
・部門活動報告	216
・教員別活動報告	219
(8) ベーシック部門	
・部門活動報告	242
・教員別活動報告	246
5. 特別教育研究経費等	281
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	293
(2) 英語論文投稿支援申請一覧	294
(3) 国際会議発表支援申請一覧	298
(4) リサーチ・アシスタント（RA）採用一覧	299
7. 主催・共催シンポジウム等	306
8. 大学間交流協定等	307

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	321
(3) 民間との共同研究	321
3. 学術論文・学会発表等	
教員構成員	322
(1) 学術論文・著書等	322
(2) 特許等	322
(3) 国際会議発表件数	323
(4) 国内学会発表件数	323
(5) 招待講演件数	323
4. 客員教授	324

1. 緒言

創造科学技術大学院長 原 正和

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、農学系の教員、さらには教育並びに人文分野における自然科学系の教員が参画することにより、学際的な科学・技術の教育研究を実践する我が国でもユニークな博士後期課程大学院です。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、優れた研究成果を上げております。博士学位取得者は、本年 3 月までに 629 名（うち、論文博士 16 名）に達し、各分野で活躍しています。昨年度に引き続き、今年度も新型コロナウイルス感染拡大の影響を受けましたが、学位審査の手続きに柔軟性を持たせる等、学生に配慮した博士教育を進めてまいりました。

本大学院における教育は、特化した専門領域に関する深い知識と時代に対応した幅広い素養を身につけることを目標としています。そのため、体系化された専門科目を深く学びつつ、日々進展する周辺分野や社会的ニーズを反映させた科目を広く修得する T 型カリキュラムを採用しています。このカリキュラムに基づき専攻ごとにきめ細かい指導が実施され、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を育成してきました。さらに、国際的に活躍できる人材を育てるため、中東欧・アジアを中心とする協定大学および研究機関と学生交流を行うなど、協働教育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、光医工学超領域分野フェローシップ事業があります。このうち、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的に推進し、昨年度新たに 3 年間の更新が認められ、さらに今年度はもう 1 件のプログラムが新規に採択されました。光医工学超領域分野フェローシップ事業は優れた研究者の育成とキャリアサポートに特化した次世代型のプログラムであり、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の一環として昨年度採択され、本年度から本格的に取り組んでいます。このように、本大学院は高い水準の博士教育活動を展開しており、今後もわが国の科学技術とイノベーションを支える人材の育成に貢献してまいります。

研究においては、工学、情報学、理学、農学の基礎・応用研究をベースに、分野横断的な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ます。浜松キャンパスを中心とした光・電子・情報分野と、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、独創的で先進的な研究を推進します。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連携し人材育成に取り組んでおります。

本報告書は、自然科学系教育部 5 専攻、創造科学技術研究部 8 部門、および、担当教員すべての教育研究活動業績を網羅しています。本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、毎年発行してまいりました。第 16 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ます。

2. 組織

(1) 自然科学系教育部

自然科学系教育部長 原 正和

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教育理念としています。そのため、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、研究面での特徴を維持しつつ、教育面での広がりを持たせています。結果、シャープな教育研究活動が可能となり、多くの高度専門職業人を養成してきました。本教育部は、研究分野との整合性に配慮した5つの専攻を有し、奥行きのみならず間口の広い専門性を身につけることに主眼を置いています。科学技術の進歩に機敏に対処し、国際的な舞台で存在感のある自立した人材の養成を目指します。

【令和3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3年度博士学位取得者40名(9月期課程博士19名・論文博士0名、3月期課程博士20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613名、論文博士は16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51名(4月入学26名、10月入学25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を検討する方針です。

(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博士人材キャリア創造プログラム(平成24-28年度、共同実施機関:名古屋大学)により、静岡大学ポストドクター・キャリア開発事業に取り組みました。これにより博士学生の意識改革、地域企業に重点を置いたキャリア支援など進めてきました。これらの機能は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を強化するために、本大学院独自の取組として、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3年9月に1名および令和4年3月に6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6名(令和4年3月末までの総計55名、入学を延期した者を除く)、学位を取得したDDP学生は3名(同総計36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り、国際的な人材育成を推進しています。「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、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け入れました。こうした活動実績が高く評価され、昨年度、同名称のプログラムが新たに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)継続されることになり、本年度も実施されています。また本年度、新規に「アジアにおける持続可能な社会のための生物環境科学技術国際連携教育プログラム」(2022年10月入学者を含めて3か年)も採択され、多様な分野の留学生受け入れシステムが確立されつつあります。

【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。今年度策定した令和4年度からの第4期中期目標計画を実現すべく、東西キャンパスの強みを生かした博士教育を展開します。さらに、国際的な素養を有し社会に求められる博士人材を養成すべく、組織改編や新しい教育システムの立案に注力いたします。

(2) 創造科学技術研究部

創造科学技術研究部長 原 和彦

1. 創造科学技術研究部の組織

創造科学技術研究部は、平成 16 年度の創造科学技術大学院の創設と共に、本大学院の教員組織として設置された。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、従来の工学、情報学、理学、農学の枠組みを超えて教員の編成替えが可能なのが特徴である。

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。一方、コア・サブコア教員を含む全所属教員については、180 名(令和 3 年 4 月 1 日現在)に拡充させており、静岡大学の研究に対し質・量ともに大きく貢献している。

2. 創造科学技術研究部の目的

従来の縦割りの組織を研究の新たな方向性に合わせて分野横断化するとともに、個々の教員にあつてはその専門分野を先鋭化するとともに自発的に分野間の壁を壊して、世界をリードする新たな発想の先進的学際領域を創成すること、ならびに浜松キャンパスを中心とした光・電子・エネルギー・情報分野および静岡キャンパスを中心とした生命・環境科学分野において、地域の産業イノベーションを創出して 21 世紀にも地域が高度に活性化し続ける基盤を構築すること、加えて、地域に密着した課題の発掘およびその解決を目指す研究を推進することの3つを創造科学研究部の目的とする。

3. 令和3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

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。昨年度に引き続き収まりのみえない COVID-19 のため、教員・学生の海外派遣・招聘を中心とする事業を進めることはできなかったが、学長戦略運営経費による支援の下、下記の教育・研究推進プログラムを実施した。

[国際共同研究プロジェクト]

本大学院の若手・中堅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。

[英語論文投稿支援および国際会議発表支援]

学生への研究活動支援として、英語論文投稿支援と国際会議発表支援(オンライン開催も対象)をそれぞれ 21 件と 6 件を行った。

[海外協定大学との協働教育研究]

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。

(2)海外協定大学との国際会議開催

平成14年から毎年開催されている中東欧の協定校(現在14大学)との国際会議(International Conference on Global Research and Education、Inter-Academia)を、ゴメルステート大学(ベラルーシ)を幹事校として、昨年より延期された第19回会議を10月20日～22日の会期でオンライン開催した。3日間を通して、18か国の56の大学、研究機関の242名の研究者による45件の一般口頭発表、大学院生を中心とした若手研究者による7件のショートプレゼンテーション、若手を含めた28件のポスターによる研究発表が行われた。本学からは43名の大学院生・教員が参加した。その内、学生は18名、ポスドクは3名であり、学生の国際的な感覚の醸成と教員・研究者間の研究交流を促進する機会となった。

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, ICNERE)については、2020年から延期しているが、引き続き開催時期を検討している。

(3)国際シンポジウムの開催

本学の研究と博士課程学生の教育を牽引している電子工学研究所、グリーン科学研究所、創造科学技術大学院、光医工学研究科、静岡大学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 8th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University (ISFAR-SU2022)を、3月1日にオンラインで開催した。台湾・国立台北技科大学の Yi-Jun Jen 教授とドイツ・食品化学研究所の U. Engelhardt 教授による基調講演、ならびにオーストラリア、ルーマニア、韓国、バングラディッシュ、日本の各大学、研究機関の研究者による7件の招待講演が行われた。加えて、本学の博士課程学生など若手研究者41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4名の発表があり、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。

(4)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22～26年度に実施した事業の後継として、平成28年度から学内予算措置により実施しているプログラムである。アジア諸国の大学からの博士課程学生を受入れて当該分野の国際的な専門家人材育成を行い、令和3年度は留学生3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15名(28年度より前の入学者を含む)を数える。

(5)産学官連携による国際化の取組

浜松ホトニクス(株)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いる。今年度は UC Irvine ベックマンレーザ

一研究所 Robert Virgil Warren 博士によるオンラインセミナー(Journal Club)を8月4日と12月1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。

4. 今後の展望

本学は、第3期中期目標期間からさらに今般の世界的な社会の要請を踏まえ、令和4年度から始まる第4期中期計画期間における重点研究分野として、光応用、グリーン科学、カーボンニュートラル科学、情報応用科学の4分野を選定した。本大学院においても、2研究所とともに、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み、世界レベルの研究推進を目指す。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 橋口 原

1. 教育目標

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

2. 教育組織

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

3. 教育プログラムと今年度の実績

①T 型カリキュラム

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

②Monday Morning Forum (MMF)

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

今年度は、第 458 回～第 480 回の 23 回実施した。うち学生発表数 9 名、教員発表数 14 名、その他 6 名である。参加者数は、のべ 358 名、平均 15.6 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 3 年 9 月 6 日に 2 名、後期の発表者は 0 名であった。

④国際性養成

(1) 本専攻では、教育と研究の両方の質の向上を目的とする国際会議インターアカデミア (iA、現在、中東欧 13 ヶ国の 14 校と本学が中心) などへの参加を推進している。今年度の iA は、令和 3 年 10 月 20 日～22 日、ベラルーシ・ゴメルステート大学(オンライン開催)で開催され、41 名が参加した。

(2) インドネシア大学主催の QiR は令和 3 年 10 月 13 日～15 日、オンラインで開催され、静岡大学より教員 3 名・学生 8 名が参加した。

⑤専攻博士課程入学学生数

ナノビジョン工学専攻では令和3年4月に2名、10月に2名が入学した。

4. 教育のグローバル化

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(DDP)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3年度に入学した1名を加え、計30名になった。令和4年3月修了までの本専攻学位取得者は21名である。

5. 学位論文審査

本専攻では、学位論文審査プロセスの内、事前審査については十分に審査を行うために予備審査を行うことを義務づけている。令和3年9月の課程博士取得者は4名、令和4年3月の博士取得者は3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、FD 担当教員を中心に FD 活動を行っている。今年度は創造大学院のFD 活動に協力して実施した。

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 岩田 太

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2021年9月15日(7件)、および2022年3月9日(2件)の、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。今年度は前年度と同様に新型コロナウイルス感染症防止対策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。尚、新型コロナウイルス感染症防止対策での入国制限で渡日が遅れた外国人留学生の中間発表は延期とした。

(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应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

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)および情報学部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を考慮し、すべて実時間オンライン配信として提供した。

1. 5月26日:伊豆哲也 様(富士通研究所 セキュリティ研究所 シニアディレクター)
「暗号解読」
2. 6月2日:杉山敬三 様(KDDI総合研究所 執行役員)
「5G時代に向けたセキュリティ技術について」
3. 6月16日:楠和浩 様(三菱電機 情報技術総合研究所長)
「IoTとイノベーション」
4. 6月23日:風間博之 様(NTT DATA Inc. シリコンバレーオフィス拠点長)
「技術革新が導くデジタル社会の将来展望」
5. 7月7日:小川秀人 様(日立製作所 研究開発グループ 主管研究員)
「AI搭載プロダクトにおける品質保証の考え方とその取り組み・検証技術」
6. 7月14日:太田賢 様(NTTドコモ 先進技術研究所 主幹研究員)
「未来社会構想2050」
7. 7月21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)
「DX時代の到来とコーポレート・セキュリティ」

(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や学会での受賞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。

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

シヨンの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、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』、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」、NEDO 省エネ化・低温室効果を達成できる次世代冷凍空調技術の最適化及び評価手法の開発／次世代冷媒の安全性・リスク評価手法の開発／次世代冷媒の安全性・リスク評価手法の開発(冷媒圧縮機におけるレイヤーショットの要因および放電パターンの解明)、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. 特記事項

(1) 静岡大学超領域研究会本部第15回超領域研究会/第3回静岡県三大学連携シンポジウム

会期: 令和3年11月19日(金曜日)

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

第3期中期計画における重点研究分野「グリーンバイオ科学」および「環境・エネルギーシステム」等とグリーン科学技術研究所の研究内容が合致していることから、今年度はグリーン科学技術研究所が例年開催している静岡県三大学連携シンポジウムと合同で開催された。地球環境産業技術研究機構の中尾真一化学研究グループリーダーをはじめ、静岡県立大学、浜松医科大学、本学の研究者による講演があり、150名以上の参加者があった。

(2) The 8th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2021 (ISFAR-SU2022) 開催(言語: 英語)

会期: 令和4年3月1日(火曜日)

会場: 静岡大学浜松キャンパス

主催: 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、大学院光医工学研究科
第8回目となる今年度は、台湾・国立台北科技大学 Yi-Jun Jen 教授、ドイツ・食品化学研究所 U. Engelhardt 教授による基調講演を初めとする全9件の招待講演のほか、若手研究者による発表ではブレイクアウトルームにて個別討議の場を設け有意義な交流が図られた。授賞式では、6名の大学院生と本学の「科学者・技術者を目指す高校生のための基礎力養成スクール」に参加する4名の高校生がベストプレゼンテーション賞を受賞した。

3. 研究活動など

国際学会発表 86件以上、国内学会発表 283件以上、論文数 147編以上を発表した。科研費基盤Aを2件、基盤Bを7件、基盤Cを11件、挑戦的開拓研究1件、挑戦的萌芽研究3件、国際関連3件以上(以上、代表者としての獲得件数)、企業との共同研究 65件以上、NEDO、AMED、やCrest等の研究費を獲得し極めて活発に研究活動が実施された。

(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 27 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

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、光医学工科学研究科の4部局が共同して開催する第8回国際シンポジウム 2022 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4年3月1日に静岡大学浜松キャンパスで開催された。コロナ禍での開催のためオンライン形式となった。オンライン開催ではあったが、若手研究者を含む学生の発表は当日の直接の発表となった。発表者以外にも全体で74名という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。今年度は他専攻からの推薦があったためバイオサイエンスからの招待講演は1件のみとなったが、創造科学技術大学院修了、環境リーダープログラム採用学生であったMd. Panna Ali 博士を招待した。Md. Panna Ali 博士は現在、バングラデシュの Bangladesh Rice Research Institute (BRRI) でゲノム編集技術を駆使した米の品種改良に取り組んでおり、最先端の技術を駆使した興味深い研究内容であり、バイオサイエンスの学生にも好評であった。本学修了生が海外で活躍している姿を見られたことは今後の学生生活の励みになったとの感想を学生達から得ている。

また、他専攻からの推薦となったが、バイオサイエンス専攻でも今後、積極的に取り組んで行く予定となっている SDGs 教育の内容をサステナビリティセンター所長の人文社会科学科の堂園先生の学生から講演いただいた。

学生からは8分という短時間での発表ではあったが、当日のオンラインでの発表形式として緊張感のある充実した内容の発表会となった。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。

今年度も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) ナビジョンサイエンス部門

部門長 橋口 原

1. 部門の目標・活動方針

ナ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 25 名の教員から構成されている。各教員の主な研究テーマは以下のとおりである。

- ・ 原 和 彦 : ナビジョン光材料・デバイスの開発
- ・ 橋 口 原 : 半導体微細加工技術による MEMS デバイスの開発
- ・ 青 木 徹 : 不可視光イメージング、エネルギー弁別高エネルギー電磁波 (X 線・ガンマ線) イメージング
- ・ 池 田 浩 也 : 赤外線センサ・生体センサのためのナノ構造熱電変換材料の開発
- ・ 石 田 明 広 : 量子井戸物性・デバイス
- ・ 居 波 渉 : 先端光計測、顕微鏡手法に関する研究
- ・ 井 上 翼 : 半導体およびカーボン材料によるナノマテリアルテクノロジー
- ・ 猪 川 洋 : ナノデバイスを用いた回路・システム集積化
- ・ 小 野 篤 史 : 近接場光学、プラズモニクス
- ・ 小 野 行 徳 : CMOS 技術を基盤とした量子ナノエレクトロニクス
- ・ 香川景一郎 : 情報光学、高機能 CMOS イメージセンサ、光学・撮像・処理融合
- ・ 金 武 佳 明 : 表面情報伝達担体に関する研究とその応用
- ・ 川 人 祥 二 : 機能集積イメージングデバイスとシステム
- ・ 佐々木哲朗 : 医薬品の結晶成長とテラヘルツレーザー分光による評価
- ・ ミゼイクス ビガンタス : フェムト秒レーザーリソグラフィによるフォトニック結晶の作製とその光学 特性評価
- ・ 三 村 秀 典 : ナビジョンサイエンスの創成を目指したナノ電子源と光電子材料の研究
- ・ 荻 野 明 久 : 熱電子発電、プラズマ応用
- ・ 光 野 徹 也 : ナノ・マイクロ構造, ナノ・マイクロフォトニクス
- ・ 小 南 裕 子 : 光物性、光デバイス
- ・ 武 田 正 典 : テラヘルツ帯における分光及び高感度超伝導検出器技術に関する研究

- ・トリパティ サロジ：テラヘルツフォトニクス、テラヘルツ波の産業応用
- ・中野 貴之：III族窒化物半導体結晶成長、光機能デバイス、熱中性子半導体検出器
- ・根尾陽一郎：スミスパーセル超放射、高感度撮像管、高輝度電子源、有機高分子ファイバーデバイス
- ・二川 雅登：農業や環境分野のための水分量、pH、イオン濃度計測が可能な多機能型センサデバイス・センサ計測回路に関する研究
- ・堀 匡寛：シリコン中の単一電荷、単一スピン操作

3. 部門の活動

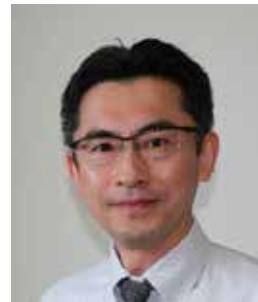
以下に、活動の特記事項として、教員データベースをもとに実績を報告する。

- (1) 論文等の発表 84件
- (2) 著書等 4件
- (3) 学会発表・研究発表等 268件（内、招待講演21件）
- (4) 教員の受賞 4件
- (5) 指導学生の受賞 9件
- (6) 報道等 3件

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

博士課程 : Kuppusamy Silambarasan (創造科技院 D3)、Joseph Dona (創造科技院 D3)

修士課程 : M2 (3名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

各種波長の光源を始めとする発光デバイスの高性能化と次世代電子デバイス創出のための基盤技術開発を目的とし、優れた特性と特徴をもつ新しい発光材料の作製、およびこれらの光物性の解明、デバイス応用に関する研究に取り組んでいる。半導体ナノテクノロジーやナノフォトンクスなど、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、原料ガスの NH_3 および BCl_3 を反応管に導入するタイミングが h-BN 薄膜の形成に大きな影響を与えることを明らかにした。特に、同時供給の場合に結晶性、発光特性ともに大幅に改善されることがわかった。一方、 NH_3 先行供給は成長を阻害した。また、金属初期層による成長モードの制御も試み、Ni 層上では、(i)凝集した Ni 粒上で横方向成長、(ii)粒周囲で粒に沿った成長、および(iii)粒と粒の間で柱状成長の異なる機構で成長していることを示した。

(2) 新規構造酸化物系半導体薄膜の開発

発光特性の向上と新たな機能付加を目的とし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し、これを実現するための研究を進めている。今年度は、ZnMgO 薄膜中に ZnO ナノ粒子を分散させた構造を、ミスト化学気相法(CVD)を

用いて作製する研究を進めた。Mg 原料比が 20% でナノ粒子を含む原料溶液を用いて、異なる基板温度で成長した試料について、発光測定において短波長側の ZnMgO 層からの発光に加えて観測された 375 nm 付近の発光を膜中の ZnO ナノ粒子からの発光と同定できた。この発光は基板温度の上昇に伴って増大したが、これはナノ粒子周囲の環境や、ナノ粒子自体の結晶性が改善されたためと考えられる。次ステップとして、膜の微細構造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作製プロセスの最適化を図る。

【 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。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大きな注目を浴びている。本研究により、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、この材料構造に期待される特長を生かした新たな応用への展開を図る。

【 学術論文・著書 】

- 1) N. Umehara, T. Adachi, A. Masuda, T. Kouno, H. Kominami, K. Hara, "Room-temperature intrinsic excitonic luminescence from a hexagonal boron nitride thin film grown on a sapphire substrate by low-pressure chemical vapor deposition using BCl₃ as a boron source", Jpn. J. Appl. Phys. 60, 075502 (2021).
- 2) R. Nakahara, M. Sakai, T. Kimura, M. Yamamoto, A. Syouji, K. Hara, T. Kouno, "Lasing action of ZnO nanowires grown by mist chemical vapor deposition using thin Au layer on c-plane sapphire substrate", Jpn. J. Appl. Phys. 60, 058002 (2021).
- 3) J. Iwata, M. Sakai, K. Ohashi, K. Hara, T. Kouno, "Photoluminescence properties and random lasing behaviors of mist-CVD-grown ZnO disordered nanocrystals on c-plane sapphire substrate", Jpn. J. Appl. Phys. 60, 100901 (2021)
- 4) K. Silambarasan, S. Harish, K. Hara, J. Archana, M. Navaneethan, "Ultrathin layered MoS₂ and N-doped graphene quantum dots (N-GQDs) anchored reduced graphene oxide (rGO) nanocomposite-based counter electrode for dye-sensitized solar cells", Carbon 181, 107-117 (2021).
- 5) T. Kawashima, K. Nie, H. Kominami, K. Hara, "Effect of Luminescent Properties of Sr₂MgSi₂O₇:Eu on Rare-Earth Ion Doping", Proc. the 28th International Display Workshops, pp.325-327 (2021).
- 6) M. Endo, N. Uesugi, H. Kominami, K. Hara, "Effect of High-Pressure Liquid Phase Synthesis of Deep Red Emitting Mg₂TiO₄:Mn", Proc. the 28th International Display Workshops, pp.331-333 (2021).
- 7) N. Sonoda, K. Inoue, H. Kominami, K. Hara, S. Kurosawa, "Investigation of Solid-State Devices Using Deep-Ultraviolet Emitting ZnAl₂O₄ Thin Film", Proc. the 28th International Display Workshops, pp.334-336 (2021).

【 国際会議発表件数 】

5 件 (International Display Workshops 他)

【 国内学会発表件数 】

1 1 件 (応用物理学会他)

【 招待講演件数 】

1 件 (日本真空学会中部支部研究会)

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: 芝田 泰
修士課程: M2 (3名)、M1 (1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】

環境インフラの微小振動から電気エネルギーを生成する振動発電技術は、発電電力が極めて小さいことから、電源のマネジメント回路の省電力化が実用化のための重要なポイントとなる。特に電圧レギュレータの消費電流が大きいことから、これを小さくすることが課題であったが、我々はエレクトレット化した MEMS スイッチを、スイッチングレギュレータのスイッチに用いることで、ほぼ零消費電流で充電電圧を制御することに成功した。また 1m/s 程度の定常的な微弱な風力でも、カルマン渦を発生させることで発電できることを示し、トンネル内などの風力による発電が可能であることを実験的に証明した。

【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】 5 件

- 1) 「カリウムイオンエレクトレットにおける負電荷蓄積機構の第一原理計算による検討」、中西徹, 宮島岳史, 長川健太, 洗平昌晃, 杉山達彦, 橋口原, 白石賢二、電気学会論文誌 E、141/8 292-298、2021年8月
- 2) "Power Enhancement of MEMS Vibrational Electrostatic Energy Harvester by Stray Capacitance Reduction", Hiroaki Honma, Yukiya Tohyama¹, Hiroyuki Mitsuya, Gen Hashiguchi, Hiroyuki Fujita and Hiroshi Toshiyoshi¹, Journal of Micromechanics and Microengineering, 31/12 125008-, October 2021
- 3) "Imaging of an electret film fabricated on a micro-machined energy harvester by a Kelvin probe force microscope", Kenta Nakazawa, Kengo Fukazawa, Takeshi Uruma, Gen Hashiguchi, and Futoshi Iwata, IEEE Instrumentation and Measurement, vol.71, 4501907 (2022)
- 4) "MEMS switching voltage regulator using a normally-on electret relay", Mizuki Morikawa, Yasushi Shibata, Hiroshi Toshiyoshi, and Gen Hashiguchi, IEEE Journal of Microelectromechanical Systems (accepted), February 2022
- 5) "Two orders agreement between stiffness measurement of μ -scale beam with analytical, macroscopic predictions", Takaaki Sato¹, Gen Hashiguchi, Hiroyuki Fujita, Sensors and Actuators: A. Physical (Accepted), February 2022

【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、MEMS センシング & ネットワークシステム 2022、東京ビッグサイト 東ホール・会議棟、2022年1月28日（金）

【受賞】

橋口原、第53回市村賞 市村学術賞貢献賞「環境振動型 MEMS エナジーハーベスタの研究開発」

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、アロクヤサミ・ペリヤナヤガ・クリスティ、ベンカテシュ・レディ・シャリニィ (創造科技院 D3)、シーニドゥライ・アティシャ (創造科技院 D2)、コティスワラン・カライアラサン、スレシュ・プラサナ・チャンドラセカル (創造科技院 D1)

修士課程: M2 (3名)、M1 (3名)

学 部 生: B4 (3名)

【 研究目標 】

我々は、ナノ構造を利用して、熱電発電に基づいた赤外線センサ・生体センサの高性能化を目指した研究を行なっている。具体的な研究目標を以下に列記する。

- (1) シリコンナノ構造による熱電変換特性の高効率化
- (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

大気圧プラズマ処理により、極薄 Si 層表面にラフネスを意図的に形成したところ、フォノン輸送における鏡面反射性 (specularity) を 0.1~1 で制御することに成功した。今後、ゼーベック係数を測定し、フォノン輸送と表面ラフネスの関係を明らかにする。

(2) KFM を用いたナノ構造熱電材料のゼーベック係数測定技術の構築

ナノ構造材料のゼーベック係数を測定するために、KFM (走査電位顕微鏡) を利用した技術を構築している。マイクロメートル幅の Si ワイヤを作製して、温度勾配印加時のワイヤ内の熱起電力と温度差を測定し、ゼーベック係数を評価することに成功した。ただし、得られた値が報告値の数倍となった点が今後の課題である。

(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) 布を電極材料としたフレキシブル熱電発電デバイスについて、布材料間の界面抵抗を測定したところ、布材料自体の抵抗と同レベルであった。今後、界面抵抗の低減が肝要である。

【 今後の展開 】

KFM によるゼーベック係数評価の問題点を明らかにして、測定精度の改善を目指す。また、フレキシブル熱電発電デバイスの半導体材料/電極界面の電気的・熱的接触抵抗を低減するとともに、ZnO ナノロッド/導電性布材料を導入して、出力電力の向上を図る。

【 学術論文・著書等 】

- 1) N. Kawamura, H. Ikeda et al., Electromotive force of piezoelectric/thermoelectric-combined power generator under vibration and temperature gradient, IEICE Trans. Electron., accepted.
- 2) D. Kansaku, H. Ikeda et al., Output power characterization of flexible thermoelectric power generators, IEICE Trans. Electron., accepted.
- 3) D. Goyal, H. Ikeda et al., Effect of antimony doping in mechanochemically synthesized $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$, J. Mater. Sci.: Mater. Electron., (2022) DOI: 10.1007/s10854-022-08032-z.
- 4) P. Baskaran, H. Ikeda et al., Improved electrochemical performance of $\text{Cu}_2\text{NiSnS}_4$ hierarchical nanostructures as counter electrode in dye sensitized solar cells, Mater. Lett., 307 (2022) 130946-1-4.
- 5) S. Athithya, H. Ikeda et al., Hierarchically ordered macroporous TiO_2 architecture via self-assembled strategy for environmental remediation, Chemosphere, 288 (2022) 132236-1-10.
- 6) G.N. Narayanan, H. Ikeda et al., Hydrothermally synthesized ZnO and ZnO-rGO nanorods: Effect of post-annealing temperature and rGO incorporation on hydrogen sensing, J. Mater. Sci.: Mater. Electron., (2021) DOI: 10.1007/s10854-021-07439-4.
- 7) A.P. Kristy, H. Ikeda et al., Effect of capping agent for synthesis of ZnO nanostructures on carbon fabrics for thermopower production, J. Mater. Sci.: Mater. Electron., (2021) DOI: 10.1007/s10854-021-07295-2.
- 8) P. Baskaran, H. Ikeda et al., Enhanced catalytic performance of $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4/\text{MoS}_2$ nanocomposites based counter electrode for Pt-free dye-sensitized solar cells, J. Alloy. Compound., 894 (2021) 162166-1-9.
- 9) S. Nanthini, H. Ikeda et al., Preparation and characterization of polyethylenimine functionalized reduced graphene oxide for thermoelectric applications, ECS J. Solid State Sci. Technol., 10 (2021) 81014.
- 10) P. Baskaran, H. Ikeda et al., Measurement of thermal conductivity and thermal diffusivity of 1-dimensional-system material by scanning electron microscopy and infrared thermography, AIP Adv., 11 (2021), 095101-1-6.
- 11) A.P. Kristy, H. Ikeda et al., Interface effect of graphene oxide in MoS_2 layered nanosheets for thermoelectric application, J. Mater. Sci.: Mater. Electron., (2021) DOI: 10.1007/s10854-021-06773-x.
- 12) G. Periyasamy, H. Ikeda et al., Reduced graphene oxide wrapped $\alpha\text{-Mn}_2\text{O}_3/\alpha\text{-MnO}_2$ nanowires for electrocatalytic oxygen reduction in alkaline medium, J. Mater. Sci.: Mater. Electron., (2021) DOI: 10.1007/s10854-021-06721-9.
- 13) V. Shalini, H. Ikeda et al., Interface effect and band engineering in $\text{Bi}_2\text{Te}_3:\text{C}$ and $\text{Bi}_2\text{Te}_3:\text{Ni-Cu}$ with enhanced thermopower for self-powered wearable thermoelectric generator, J. Alloy. Compound., 868 (2021) 158905-1-11.

【 国際会議発表件数 】

- ・ 14th International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials & 15th International Conference on Plasma-Nano Technology & Science (ISPlasma2022/IC-PLANTS2022), March 6-10, 2022, On line. 他 16 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 2022 年 3 月 22-26 日, 青山学院大学相模原キャンパス (ハイブリッド) 他 5 件

【 招待講演件数 】

- 1) 11th International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials Processing, Fabrication, Properties, Applications (THERMEC2021), (2021. 6. 3)
- 2) 2021 年度電子情報通信学会 ED 研・CPM 研・SDM 研合同 5 月研究会, (2021. 5. 27)

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 族半導体中赤外線レーザの開発

【 主な研究成果 】

- (1) GeS/PbTe アモルファス/エピタキシャル多層構造の特異なフォノン物性を解明した。
- (2) PbSe 系中赤外バンド間遷移レーザの作製プロセスの開発を行った。

【 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

【 学術論文・著書 】

- 1) "Heat transport through propagon-phonon interaction in epitaxial amorphous-crystalline multilayers", Takafumi Ishibe, Ryo Okuhata, Tatsuya Kaneko, Masato Yoshiya, Seisuke Nakashima, Akihiro Ishida, Yoshiaki Nakamura, Communications Physics Vol. 4, Article No. 153 (2021).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会 1件
- ・ 日本赤外線学会 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) Kiyohisa Nii, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, "High Spatial Resolution Ion Imaging by Focused Electron-Beam Excitation with Nanometric Thin Sensor Substrate", *sensors*, Vol. 22, pp. 1112 (2022). 査読あり
- 2) Asahi Tanaka, Wataru Inami, Yuko Suzuki, Yoshimasa Kawata, "Development of a direct point electron beam exposure system to investigate the biological functions of subcellular domains in a living biological cell", *micron*, Vol. 15, pp. 103214, (2022). 査読あり
- 3) Hirofumi Morisawa, Atsushi Ono, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, "Hot-electron emission enhancement by deep UV surface plasmon resonance on an aluminum periodic disk-hole array", *Optical Materials Express*, Vol. 11, pp. 2278-2287, (2021). 査読あり
- 4) Satoru Shibano, Yoshimasa Kawata, Wataru Inami, "Evaluation of pH Measurement Using Electron-Beam-Induced Current Detection", *physica status solidi (a)*, Vol. 21, pp. 2100147, (2021). 査読あり
- 5) Atsushi Nakamura, Wataru Inami, Ryo Yamamoto, Yuma Imai, Shun Kobayashi, Yoshimasa Kawata, "Improvement of in-plane uniformity of cathodoluminescence from ZnO luminescent layers for electron beam excitation assisted optical microscope", *Japanese Journal of Applied Physics*, Vol. 60, pp. 065502, (2021). 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) Asahi Tanaka, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, "Investigation of Biological Responses of a Living Biological Cell after Focused Electron Beam Exposure", *Imaging, Sensing, and Optical Memory 2021 (ISOM2021)*, (2021/10).
- 他 5 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 森澤 洋文, 小野 篤史, 居波 涉, 川田 善正, "深紫外表面プラズモン励起のためのナノ微細構造の最適化及び光電子放出への応用", 日本光学会ナノオプティクス研究グループ 第 28 回研究討論会, (2021 年 12 月)
 - 2) 小林圭太, 居波 涉, 小野篤史, 川田善正, "深紫外表面プラズモン共鳴による生細胞の自家蛍光観察", 第 46 回レーザ顕微鏡研究会&シンポジウム, (2021 年 11 月)
 - 3) 森澤 洋文, 小野 篤史, 居波 涉, 川田 善正, "ディスクホールアレイ構造の最適化による光電子放出効率の増強", 日本光学会年次学術講演会 Optics & Photonics Japan 2021, (2021 年 10 月)
- 他 1 4 件

高密度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 (主担当: 工学部 電子物質科学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)

専門分野: 半導体工学、ナノ材料工学

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

homepage: [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: 大河原 悟 (創造科技院 D2、社会人)

修士課程: M2 (2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、高密度 CNT 合成に関する基礎研究と、CNT をエネルギーデバイスや半導体デバイスに電子・熱材料として活用する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。

(4) 配列カーボンナノチューブ金属複合材料の開発

カーボンナノチューブが配列した状態で銅などの金属と緻密に複合化した高電気熱伝導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) “Tensile properties and fracture behavior of carbon nanotube-sheets/carbon fibers epoxy-impregnated bundle composites”, Kimiyoshi Naito, Keiichi Shirasu, Yoshinobu Shimamura, Yoku Inoue, *Polymers and Polymer Composites* in press.
- 2) “Enhancement of catalytic activity by addition of chlorine in chemical vapor deposition growth of carbon nanotube forests”, Toshiya Kinoshita, Motoyuki Karita, Norikazu Chikyu, Takayuki Nakano, Yoku Inoue, *Carbon* **196**, 391-400 (2022). DOI: 10.1016/j.carbon.2022.04.075
- 3) “Fabrication and optical characterization of GaN quasi-phase matching crystal by double polarity selective area growth in metal organic vapor phase epitaxy”, Kai Matsuhisa, Hiroki Ishihara, Mako Sugiura, Yoshimasa Kawata, Atsushi Sugita, Yoku Inoue and Takayuki Nakano, *Functional Materials Letters* **14**, 2150034 (2021). DOI: 10.1142/S179360472150034X
- 4) “Effective neutron detection using vertical-type BGaN diodes”, Takayuki Nakano, Ken Mochizuki, Takuya Arikawa, Hisaya Nakagawa, Shigeyoshi Usami, Yoshio Honda, Hiroshi Amano, Adrian Vogt, Sebastian Schütt, Michael Fiederle, Kazunobu Kojima, Shigefusa F. Chichibu, Yoku Inoue, and Toru Aoki, *Journal of Applied Physics* **130**, 124501 (2021). DOI: 10.1063/5.0051053
- 5) “A Study on the growth enhancement effects of chlorine on carbon nanotube forest in chloride-mediated chemical vapor deposition”, Tatsuhiko Hayashi, Motoyuki Karita, Takayuki Nakano, Yoku Inoue, *Japanese Journal of Applied Physics* **60**, 045001 (2021). DOI: 10.35848/1347-4065/abf087

【 国際会議発表件数 】

- 1) “Mechanical and electrical properties of 14-cm-long continuous CNT and connected spun CNT yarns”, Yoku Inoue, Tatsuhiko Hayashi, Takayuki Nakano, Hiroataka Inoue, Yasuhiko Hayashi, Hisashi Sugime, Suguru Noda, *International Conference on the Science and Application of Nanotubes and Low-Dimensional Materials (NT21)*, 2021/6/6, Online.
- 2) “CNT/copper composite yarn made from copper nanoparticle decorated spin capable CNT forest”, Kosuke Tanaka, Takayuki Nakano, Yoku Inoue, *International Conference on the Science and Application of Nanotubes and Low-Dimensional Materials (NT21)*, 2021/6/6, Online.
- 3) “Fine control of colloidal catalyst nanoparticles for ultra-high-density carbon nanotube forest”, Kento Tabata, Yuga Kono, Takayuki Nakano and Yoku Inoue, *The 9th International Symposium on Surface Science*, 2021/11/28, Online 他 4 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) “Growth of high-density CNT forest by a self-assembled monolayer of iron oxide nanoparticles”, Yuga Kono, Kento Tabata, Takayuki Nakano, Yoku Inoue, 第 61 回フラーレンナノチューブグラフェン総合シンポジウム, 2021/9/1, オンライン会議
- 2) “均質 CNT/Cu 複合材料の力学特性及び電気伝導特性の複合効果”, 田中孝祐, 中野貴之, 島村佳伸, 井上翼, 第 46 回複合材料シンポジウム, 2021/10/25, オンライン会議
- 3) 金属担持層導入による CNT 合成時の Fe 触媒活性度制御, 細木 和也, 中野貴之, 井上翼, 第 48 回炭素材料学会年会, 2021/12/1, オンライン会議 他 1 4 件

【 受賞・表彰 】

- 1) 第 46 回複合材料シンポジウム 優秀学生賞 (2021/10/25) 「均質 CNT/Cu 複合材料の力学特性及び電気伝導特性の複合効果」, 田中孝祐, 中野貴之, 島村佳伸, 井上翼

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: 光医工学研究科
基礎光医工学部門)
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: マニバンナン・レバティ (D3、国費)、
シン・アルカ (D2-3、国費)、パンゲスティ・アリ アジ (D2-3、国費)、
修士課程: M2 (2名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

- (1) ナノデバイスを用いた高感度・高機能光検出器の実現
ナノメートル寸法にデバイスを縮小することによって生じる効果、例えば電荷検出感度の向上、応答速度の向上、光の閉じ込め効果、各種のサイズ効果を利用して、高感度・高機能な光検出器を実現する。さらに、多数の検出器や回路の集積化により検出器システムとしての性能を最大化することを目指す。
- (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) 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 Pt 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。昨年度作製したデバイスは、寸法が μm オーダーと大きく周波数特性が不十分であったが、寸法をナノ領域 (長さ/幅=300/500 nm) に微細化することで SET 本来の特性に近づける事に成功した。

(2) SOI 熱電発電デバイスにおける基板バイアス効果の検証

SOI (絶縁膜上の薄い Si) 基板を用いて、ヒーターと温度計を内蔵した熱起電力評価デバイスを開発し、Si 細線の幅が 100 nm~5 μm の範囲でゼーベック係数、電気伝導度、発電量の基板バイアス依存性を評価した。基板バイアス依存性は線幅が狭くなるほど顕著になり、200 nm の場合には 40 V の基板電圧印加によりゼーベック係数は 74%に減るが電気伝導度は 55.4 倍、発電量は 25.9 倍に増加できることが分かった。この成果により、Quality in Research (QiR) 2021 の Best Presenter Award を受賞した。

(3) 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

六方格子型表面プラズモンアンテナ付フォトダイオードの分光感度特性について、開口率や格子周期を変えて詳細に検討した。量子効率の開口率に対する定性的な依存性は、FDTD 法と測定による結果の間で合致することが示された。また、Si スラブ内の異なる伝搬モードに対応する量子効率のピーク毎に最適な開口率が存在することが明らかになった。これらの現象の物理的な解釈は今後の課題である。

【 今後の展開 】

SET の超高周波整流特性に関しては、デバイス寸法をさらに nm オーダーに縮小することで単一島の金属 SET を得て、SET 内部の容量・抵抗パラメータと周波数特性との関係を明確化する。ボロメータ等の熱型デバイスについては、計測された熱的なパラメータを基に設計を見直し性能向上を目指すとともに、熱容量や熱伝導度などのパラメータの実時間測定を利用した新規なセンサーを検討する。SP アンテナ付きフォトダイオードについては、熱的な空間光変調器への展開を図る。

【 学術論文・著書 】

- 1) Yoshiaki Iwata, Tomoki Nishimura, Alka Singh, Hiroaki Satoh, and Hiroshi Inokawa, "High-Frequency Rectifying Characteristics of Metallic Single-Electron Transistor with Niobium Nanodots," Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 61, pp. SC1063_1-7, Feb. 24, 2022.
- 2) Anitharaj Nagarajan, Aruna Priya Panchanathan, Pandian Chelliah, Hiroaki Satoh, Hiroshi Inokawa, "FDTD Study on Evolution of Trimer Silver@Silica Nanospheres to Dimer for SERS Characteristics," Plasmonics, Oct. 13, 2021.
- 3) Revathi Manivannan, Hiroaki Satoh, and Hiroshi Inokawa, "Real-time FPGA-based signal processing for silicon-on-insulator MOSFET single-photon detector: study on photon number statistics," Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 60, pp. 092004_1-5, August 16, 2021.
- 4) Debabrata Samanta, Karthikeyan MP, Amit Banerjee, and Hiroshi Inokawa, "Tunable graphene nano-patch antenna design for on-chip integrated terahertz detector arrays with potential application in cancer imaging," Nanomedicine, Vol. 16, No. 12, pp. 1035–1047, May 10, 2021. 他 2 件

【 国際会議発表件数 】

- 1) Yoshiaki Iwata, Alka Singh, Hiroaki Satoh, and Hiroshi Inokawa, "High-Frequency Rectifying Characteristics of Metallic Single-Electron Transistor with Niobium Nanodots," 2021 Int. Conf. Solid State Devices and Materials (SSDM) I-2-05, pp. 498-499 (Virtual conference, 2021.9.6-9).
- 2) Revathi Manivannan, Hiroaki Satoh, and Hiroshi Inokawa, "Performance Analysis of Single-Photon Detector with Real-Time Signal Processing," 2021 IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop (SNW-21) S8-04 (All Virtual, 2021.6.13-31).
- 3) Alka Singh, Shogo Matsumoto, Hiroaki Satoh, and Hiroshi Inokawa, "Silicon Single-Electron Transistor as a High-Frequency Rectifier," 2021 IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop (SNW-21) S8-02 (All Virtual, 2021.6.13-31). 他 6 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 山本 竜爾、高根 亮、佐藤 弘明、猪川 洋、「六方格子ホールアレイ型金属格子付 SOI フォトダイオードの光検出特性」第 69 回応用物理学会春季学術講演会 25p-P09-11 (青山学院大学 相模原キャンパス&オンライン、2022.3.22-26)
- 2) 岩田 賢明、坂本 剛、アルカ シン、佐藤 弘明、猪川 洋、「中央に窓が開いたハードマスクを介した斜め 2 回蒸着による単電子トランジスタの作製」第 69 回応用物理学会春季学術講演会 26a-E305-8 (青山学院大学 相模原キャンパス&オンライン、2022.3.22-26) 他 5 件

【 受賞・表彰 】

- 1) Hiroshi Inokawa, Yuto Goi, Toshiaki Yorigami, Kyohei Shirotori, Hiroaki Satoh, Motohiro Tomita, Takeo Matsuki, Hiroya Ikeda, Takanobu Watanabe, "Substrate Bias Effect on SOI-based Thermoelectric Power Generator," 17th International Conference on Quality in Research (QiR) 2021, paper ID: 214 (Universitas Indonesia, Virtual conference, Oct. 13-15, 2021). Best Presenter Award 受賞

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

修士課程: M2 (3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・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(堀准教授と共同)

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、電子間相互作用を調べるために、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の、金属絶縁体転移について詳細測定を行った。その結果、シリコン層の上下2層に二次元電子系が形成される場合には、上層、または下層のみに形成される場合に比べて、転移電導度(G_C)が増大するもののその増大量は単純理論では説明がつかずSOI層特有の効果であることを見出した(図1)。(APEX2021掲載)。

また、pnエサキダイオードの極低温測定を行い、フォノン放出の基本特性を確認するとともに、これまで報告されていない新たな電流変調を観測した(論文準備中)。

(2) 高感度スピン検出関連

高感度 EDMR を用いて Si MOSFET チャネルに存在するドーパントの検出に成功した。具体的には、

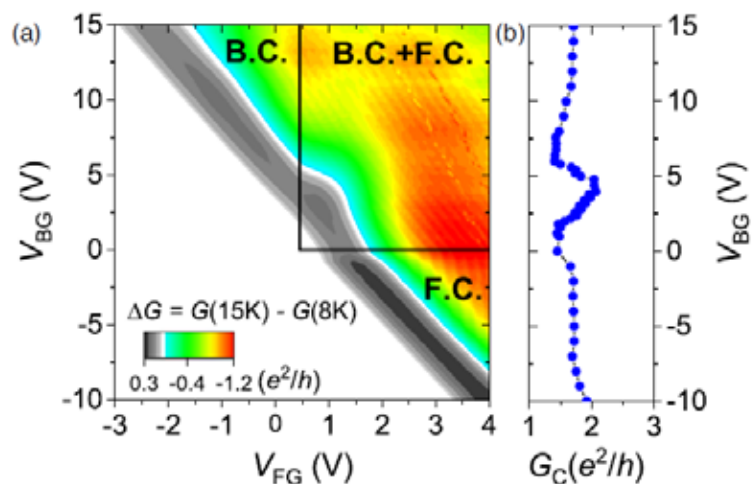


図1. (a) SOI MOSFETのコンダクタンス変化 ΔG のフロントゲート (V_{FG}),バックゲート (V_{BG}) 依存性。(b) 転移電導度 (G_C) の V_{BG} 依存性。

チャージポンピング法と EDMR を組み合わせることにより、ヒ素ドナー電子からの信号をチャージポンピング電流の変調として観測した(図 2)。また、その信号強度が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 (APL2021 採択:注目論文に選定)。

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

- 1) M. Razanoelina, M. Hori, A. Fujiwara, Y. Ono, Critical conductance of two-dimensional electron gas in silicon-on-insulator metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, Applied Physics Express, vol. 14, no. 10, pp. 104003_1-4, (2021.9)
- 2) M. Hori, Y. Ono, Detection of arsenic donor electrons using gate-pulse-induced spin-dependent recombination in silicon transistors, Applied Physics Letters, vol. 118, no. 26, pp. 263504_1-6, (2021.6)
Editor's picks に選定

【 国際会議発表件数 】

- ・ 2021 IWDTF など 2 件

【 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 7 件

【 招待講演件数 】

- 1) 第 23 回高柳健次郎記念シンポジウム, ナノスケールシリコンにおける電荷と電流の制御
- 2) International Workshop on Dielectric Thin Films for Future Electron Devices (2021 IWDTF), Charge pumping under electron spin resonance in Si MOSFETs -Identification of interface defects and detection of donor electrons

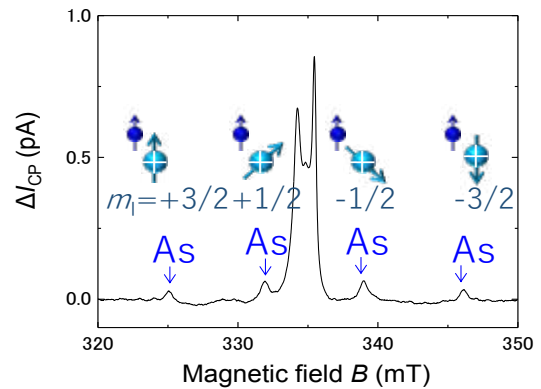


図2. EDMR信号 (チャージポンピング電流の増加: ΔI_{CP}) の掃引磁場 (B) 依存性。

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 (3名)、M1 (6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) マクロ画素・マルチタップコンピュータショナル CMOS イメージセンサによる超高速撮像
- (2) マルチタップ CMOS イメージセンサによる多波長空間周波数領域イメージング

【 主な研究成果 】

(1) マクロ画素・マルチタップコンピュータショナル CMOS イメージセンサによる超高速撮像

2×2 画素の 4 タップサブ画素をもつマクロ画素構造による超高速イメージセンサを開発し、3 億枚毎秒の超高フレームレートを実現した。このイメージセンサは間接法 TOF (time of flight: 光飛行時間) のアーキテクチャをベースとし、チップ上に露光パターンメモリと制御回路を搭載している。4 タップ電荷変調器を用いることで、異なる 4 種類の露光パターンに対し、電荷領域で光信号の時間圧縮を行う。これにより、超高速イメージセンサとしては連続撮影枚数を増やし、TOF センサとしては計測可能距離範囲を拡げることができる。画素内において電荷領域で信号圧縮を行うため、アナログ回路を用いる場合と比較して、ノイズの混入がなく、アナログ回路の帯域の制限を受けない。また、画素内やチップ上に一切信号処理回路を必要としないため、省面積で多画素化に向いている。

原理実証のために 212×188 画素のイメージセンサを試作し、2 種類のデモンストレーションを行った。超高速カメラとして、金属のレーザー加工時に生じるプラズマを 3 億枚毎秒で 32 枚連続撮影した。これは単一現象であり、1 コマ 3.3ns で 105.6ns の間に起こった超高速現象を動画として捉えた。同じセンサを TOF 距離イメージングに適用した。通常、超高速イメージセンサと TOF イメージセンサは異なるアーキテクチャに基づくが、開発したイメージセンサは両方の用途に用いることができる。時間圧縮センシングにより、疑似的に直接法 TOF を実現するため、カメラと物体の間に弱散乱体を置きマルチパス干渉が起きるシーンにおいても、それぞれの物体の距離を分離して捉えられることを実証した。(映像情報メディア学会情報センシング研究会、招待講演、2022)

(2) マルチタップ CMOS イメージセンサによる多波長空間周波数領域イメージング(SFDI)

8 タップ CMOS イメージセンサを用い、被写体の動きと環境光の影響を受けにくい 3 波長空

間周波数領域イメージングを実証した。SFDI は生体組織の吸収係数と換算散乱係数の分布を定量イメージングする方法であるが、各波長について3枚の構造光投影が必要になる。人の肌を計測する場合、メラニン、酸素化／脱酸素化ヘモグロビンの3種類の色素濃度を考慮する必要があるため、少なくとも3波長の計測が要求される。そのため、環境光の撮影を含めると10枚の撮像が必要であり、これほど多くのタップをもつイメージセンサは存在しない。そこでヒルベルト変換を利用することで撮影枚数を波長当たり2枚に削減した。波長660nm、780nm、850nmのLED光源とDMDを用いたシステムを構築し、被験者の腕を計測した。被写体が動いている場合でも、モーションアーティファクトが生じることなく、全ヘモグロビン量と酸素飽和度の分布を計測することができた。(Photics West 2022, 11951-26, 2022)

【 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) Masaya Horio, Yu Feng, Tomoya Kokado, Taishi Takasawa, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, Takashi Komuro, Hajime Nagahara, Keiichiro Kagawa, “Resolving multi-path interference in compressive time-of-flight depth imaging with a multi-tap macro-pixel computational CMOS image sensor,” MDPI Sensors, Vol. 22, Article 2442 (Mar. 2022).
- 2) Keiichiro Kagawa, Masaya Horio, Anh Ngoc Pham, Thoriq Ibrahim, Shin-ichiro Okihara, Tatsuki Furuhashi, Taishi Takasawa, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, Hajime Nagahara, “A dual-mode 303-Megaframes-per-second charge-domain time-compressive computational CMOS image sensor,” MDPI Sensors, Vol. 22, Article 1953 (Mar. 2022).
- 3) Chen Cao, Masashi Hakamata, Keita Yasutomi, Keiichiro Kagawa, Satoshi Aoyama, Norimichi Tsumura, Shoji Kawahito, “Signal-to-noise ratio enhancement in cardiac pulse measurements using multitap CMOS image sensors with in-pixel temporal redundant samplings,” IEEE Trans. Electron Devices (accepted, Nov. 2021).
- 4) Gordon T Kennedy, Keiichiro Kagawa, Rebecca Rowland, Adrien Ponticorvo, Jun Tanida, and Anthony J Durkin, “Spatial frequency domain imager based on a compact multiaperture camera: testing and feasibility for noninvasive burn severity assessment,” Journal of Biomedical Optics, Vol 26, No. 8, 086001-1-10 (Aug., 2021).
- 5) Keiichiro Kagawa, “Functional imaging with multi-tap CMOS pixels,” ITE Transactions on Media Technology and Applications, Vol. 9, Issue 2, pp. 114-121 (Apr. 2021).

【 国際会議発表件数 】

- ・ Yuto Shimada, Kazuki Takada, Hoang Son Nam, Kakeru Miyazaki, Kohei Watanabe, Iori Shibata, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, Keiichiro Kagawa, “2×2-aperture 4-tap CMOS image sensor for multi-modal multi-band tissue imaging with suppressing the ambient light and motion artifact,” in Int’l Image Sensor Workshop (IISW), R44, (Online, Sep. 20-23, 2021). 他7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18件

【 招待講演件数 】

- ・ 3件

表面情報伝達担体に関する研究とその応用

教授 金武 佳明 (KANEV Kamen)
ナノビジョン工学専攻 (主担当：電子工学研究所)
専門分野： 人間／コンピューターインターフェース、
ビジョン情報処理、コンピューターグラフィックス
e-mail address: kanev@inf.shizuoka.ac.jp
homepage: <http://vipl.rie.shizuoka.ac.jp>



【 研究室組織 】

教員：金武 佳明

【 研究目標 】

Our research on surface communication carriers and its applications stem from the surface-based interaction concept that denotes a novel transparent spatial tracking approach for enhancing user interactions with surrounding objects and environments. The research focuses on surface based interaction models that encapsulate multidimensional position and orientation recognition methods aiming to enrich human-computer interactions and bring to augmented graphical user interfaces with natural, self-explanatory components and semantics.

【 主な研究成果 】

(1) Pseudo-Haptics for Psychomotor Skills Development. In a centralized model of simulation-based education (Ce-SBE), the trainees practice clinical skills in simulated laboratories based on physical models, while in a decentralized model (De-SBE), the trainees practice these skills outside of laboratories. Attention to De-SBE has drastically shifted to virtual learning environments (VLEs), serious games, and virtual simulations employing digital technologies, including virtual, augmented, and mixed reality. In particular, remote learning has grown immensely during the COVID-19 pandemic as traditional in-person teaching and training activities are conducted online as a form of facilitating continuity in education. VLEs allow trainees to learn from virtual simulated health experiences in an interactive, engaging, and ethically safe manner, while providing educators the opportunity to implement simulated experiences to a larger number of learners. Despite these benefits, for certain types of clinical skills, such as psychomotor skills, VLEs have not yet reached their potential. This is primarily due to technical limitations and cost issues with the haptic devices required to simulate the sense of touch. Pseudo-haptic refers to the illusion of haptic stimulation in the absence of mechanical haptic interfaces and often combines the use of a passive input device (e.g., mouse) with visual and auditory feedback to simulate haptic properties (stiffness or friction of an object). Although the application of pseudo-haptics for psychomotor skills development is still in its infancy and currently trending due to the availability of consumer-level technologies, the potential to present haptic cues in the absence of active haptic devices may allow trainees to practice some tasks outside of research and training labs. The implications of pseudo-haptics are tremendous, particularly as remote learning becomes more widespread, and warrant further work [1].

(2) Virtual Reality-Based Eye Examination Simulators. Eye fundus examination requires extensive practice to enable the adequate interpretation of the anatomy observed as a flat image seen through the ophthalmoscope, which is a handheld device that allows for the non-invasive examination of the back of the eye. Mastering eye examination with an ophthalmoscope is difficult due to the intricate volumetric anatomy of the eye when seen as a two-dimensional image through the lens of an ophthalmoscope. The lack of eye examination skills in medical practitioners is a cause of concern in today's medical practice as misdiagnosis can result in improper or delayed treatment of life-threatening conditions such as glaucoma, high blood pressure, or diabetes amongst others. Past and current solutions to the problem of ophthalmoscope education have seen the use of pictures, illustrations, videos, cadavers, patients, and volunteers. More recently, simulation has provided higher-end instruments to expose trainees to otherwise impossible conditions for learning purposes safely. However, simulation costs associated with purchasing and maintaining modern simulators has led to complications related to their acquisition and availability. These shortcomings in eye examination simulation have led to research focusing on cost-effective tools using a breadth of solutions involving physical and digital simulators ranging from mobile applications to virtual and augmented reality, to makerspace and practical eye models. In our work, we review direct ophthalmoscopy simulation models for medical training and highlight the characteristics, limitations, and advantages presented by modern simulation devices [2]. Given that direct ophthalmoscopy (DO) skills are

in decline due to the use of interactive diagnostic equipment and insufficient practice with the direct ophthalmoscope, specialized physical and computer-based simulators have been developed to offer additional training. Using a combination of a between-subjects and within-subjects paradigm with two groups of five participants, our work builds upon a previous preliminary usability study that compared the use of the HTC Vive controller, the Valve Index controller, and the Microsoft HoloLens 1 hand gesticulation interaction methods when performing virtual direct ophthalmoscopy eye examinations [4].

(3) Machine Learning and Data Science. Machine learning employs software tools from advanced analytics that use statistical algorithms to find patterns in datasets. Cybersecurity is defined as a set of processes, human behavior, and related systems that help safeguard and protect resources against cyber threats. Serious games represent a genre associated with educational value locating the focus on skill practice and entertainment value during exposure, such as strategic planning and understanding complex phenomena. Machine learning and serious gaming can develop automated teaching aids for improving the training of professionals. Serious games can provide an interactive environment where users learn and practice cybersecurity concepts through the game [3].

【 今後の展開 】

Continuing research, design, and development of novel digital information carrier patterns with augmented capabilities for mark downsizing and physical embossing onto object surfaces and embedding into volumetric entities. Exploring possibilities for various extensions and potential applications in vision information processing for augmented interaction devices and interfaces in education and other areas.

【 学術論文・著書 】

- 1) Kapralos, B., Quevedo, A., Da Silva, C., Peisachovich, E., Collins, K.C., Kanev, K., Dubrowski, A., Revisiting Pseudo-Haptics for Psychomotor Skills Development in Online Teaching, *Cureus*, Vol 14, No 3:e23664, March 2022, pp.e23644(1-4). <https://doi.org/10.7759/cureus.23664>
- 2) Chan, M., Uribe-Quevedo, A., Kapralos, B., Jenkin, M., Kanev, K., Jaimes, N., A Review of Virtual Reality-Based Eye Examination Simulators. In: Brooks, A.L., Brahman, S., Kapralos, B., Nakajima, A., Tyerman, J., Jain, L.C. (eds) *Recent Advances in Technologies for Inclusive Well-Being. Intelligent Systems Reference Library*, Vol 196, 541p, Springer Nature, 2021, pp. 83-103, ISBN 978-3-030-59607-1. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59608-8_6
- 3) Hung, P., Kanev, K., Mimura, H., Machine Learning and Serious Game for Cybersecurity, D. Phung et al. (eds.), *Encyclopedia of Machine Learning and Data Science*, Springer Nature, 2021, pp. 993-1(1-4), ISBN 978-1-4899-7502-7. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7502-7_993-1
- 4) Chan, M., Uribe-Quevedo, A., Kapralos, B., Jenkin, M., Jaimes, N., Kanev, K., Virtual and Augmented Reality Direct Ophthalmoscopy Tool: A Comparison between Interactions Methods. *Multimodal Technologies and Interaction*, Vol 5, No 11:66, October 2021, pp. 66(1-17). <https://doi.org/10.3390/mti5110066>
- 5) Barneva, R.P., Kanev, K., Shapiro, S.B., Walters, L.M., Enhancing Music Industry Curriculum with Digital Technologies: A Case Study, *Education Sciences*, Vol 11, No 2:52, January 2021, pp. 52(1-15). <https://doi.org/10.3390/educsci11020052>

【 国際会議発表件数 】

- 1) Gelsomini, F., Tomasuolo, E., Roccaforte, M., Hung, P., Kapralos, B., Dubrowski, A., Quevedo, A., Kanev, K., Makoto, H., Mimura, H., Communicating with Humans and Robots: A Motion Tracking Data Glove for Enhanced Support of Deafblind, *The 55th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-55)*, Grand Wailea, Maui, Hawaii, Jan. 4-7, 2022, pp.2056-2064. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2022.259>
- 2) Wilcocks, K., Perivolaris, A., Kapralos, B., Quevedo, A., Jenkin, M., Kanev, K., Mimura, H., Hosoda, M., Alam, F., Dubrowski, A., Work-in-Progress: A Novel Data Glove for Psychomotor-Based Virtual Medical Training, *2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, April 21-23, 2021, Vienna, Austria, pp.1318-1321. <https://doi.org/10.1109/EDUCON46332.2021.9453962>
- 3) Ning, G., Kapralos, B., Quevedo, A., Collins, K.C., Kanev, K., Dubrowski, A., Examining the Perception of Drilling Depth Using Auditory Cues, *The 45th IEEE Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC)*, July 12-16, 2021, pp.1948-1949. <https://doi.org/10.1109/COMPSAC51774.2021.00298>
- 4) Ning, G., Daggett, Q., Perivolaris, A., Kapralos, B., Quevedo, A., Collins, K.C., Kanev, K., Rethinking audio-haptic perceptual immersion from in-person to remote testing during COVID-19, *The 14th International Conference on Interactive Mobile Communication, Technologies and Learning (IMCL2021)*, November 4-5, 2021, Thessaloniki, Greece, pp.967-975.

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：Kim Juyeong

博士課程：Shukri B. Korakkottil Kunhi Mohd(創造科技院 D3)、伊多波 晃志(社会人博士 D2)

修士課程：M2 (8名)、M1 (10名)

【 研究目標 】

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

【 主な研究成果 】

- (1) 時間分解撮像デバイスのためのマルチタップピクセルの構造として、フォトダイオードからのキャリアの転送制御を行う1段階の変調ゲート構造とその出力にカスケード接続された2タップの変調ゲート構造からなるカスケード型4タップ変調素子、及び光2重変調法と称する位相変調された繰り返しパルスを用いて光飛行時間(TOF)距離計測を行う手法を考案した。これを用いたToF計測により、従来のショートパルス間接TOF法による測距に比較して大幅な線形性の改善が見られること、距離分解能についても計測範囲をその中心付近に限定すれば、従来法よりも高い分解能が得られることを、試作素子を用いて実証した。
- (2) LEFM型3タップ高速電荷変調ピクセル素子と、光参照面サンプリングによる新しい高分解能ToF測距撮像方式により、50 μm 以下の極めて高い距離分解能が実現できることを示した。
- (3) 直接ToF計測法と間接ToF計測法の両者の利点を兼ね備えたハイブリッドToF計測法によって40m級の長距離炎天下計測における性能を理論的に予測するモデルを提唱した。これを用いた解析結果により、ハイブリッドToF計測法が他の方式と比較して長距離炎天下において高い距離分解能と高空間解像度を両立する上で非常に優れた方式であることを示した。
- (4) 顔画像からHbO₂濃度の時間変化を捉えて脈波を計測し、心拍変動解析によるストレス計測を実現する近赤外ロックインイメージセンサにおいて、画素内冗長サンプリングによるノイズ低減手法を開発し、微弱な脈波をより高い信号対雑音比で計測できることを示した。

【 今後の展開 】

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、100m級長距離炎天下計測の実現に向け、裏面照射型に基づく光閉じ込め構造による高量子効率と超高速応答を両立する復調素子構造、高解像度化のためのカスケード型8タップ復調素子の開発を進める。また、可視領域と近赤外領域での同時ロックイン撮像可能にするマルチバンドロックインイメージセンサを開発し、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) M. Horio et al., “Resolving multi-path interference in compressive time-of-flight 2 depth imaging with a multi-tap macro-pixel computational 3 CMOS image sensor”, *Sensors*, vol.22, no. 7, pp. 2442-2460 (2022).
- 2) K. Kagawa, M. Horio, A-N. Pham, T. Ibrahim, S. Okihara, T. Furuhashi, T. Takasawa, K. Yasutomi, S. Kawahito, H. Nagahara, “A Dual-Mode 303-Megaframes-per-Second Charge-Domain Time-Compressive Computational CMOS Image Sensor”, *Sensors*, vol.22, no.5, pp. 1953-1968 (2022).
- 3) K. Yasutomi, S. Kawahito, “Lock-in Pixel Based Time-of-Flight Range Imagers: An Overview”, *IEICE Trans. Electronics*, vol. 105, no. 7, pp. 301-305 (2022).
- 4) S. Kawahito, K. Yasutomi, K. Mars, “Hybrid Time-of-Flight Image Sensors for Middle-Range Outdoor Applications”, *IEEE Open Journal of the Solid-State Circuits Society*, vol. 2, pp. 38-39 (2022).
- 5) C. Cao, M. Hakamata, K. Yasutomi, K. Kawagawa, S. Aoyama, N. Tsumura, S. Kawahito, “Signal-to-Noise Ratio Enhancement in Cardiac Pulse Measurements Using Multitap CMOS Image Sensors with In-Pixel Temporal Redundant Samplings”, *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. 69, no. 6, pp. 2851-2857 (2021).
- 6) T. Furuhashi et al., “Range-precision improvement of a time-of-flight range sensor using dual reference plane sampling”, *Optics Express*, vol. 29, no. 23, pp.38324-38336 (2021).
- 7) M. Hayashida et al., “Proton radiation hardness of x-ray SOI pixel sensors with pinned depleted diode structure”, *Journal of Astronomical Telescopes Instruments and Systems*, vol. 7, no. 3, p. 36001 (2021).
- 8) K. Tomioka et al., “Improved Correlated Multiple Sampling by using Duplicated Pixel Source Follower for High-Resolution and High-Framerate CMOS Image Sensor”, *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. 68, no. 5, pp.2326-2334 (2021).
- 9) S. Kawahito et al., “Time-Resolved CMOS Image Sensors for Biomedical Applications”, *Biomedical Engineering*, Chap. 12, pp.233-259, Jenny Stanford Publishing (2021).

【 解説・特集等 】

- 1) 川人祥二, “マルチタップイメージセンサ”, *映像情報メディア学会誌*, 2021年11月号「映像情報メディアの発展を支えるイメージセンサ」(第3章), vol.75, No.6, pp.734-740, 2021,11(特集)
- 2) 奥寛雅, 山登一貴, 安富啓太, 川人祥二, “ピントが異なる複数の画像を同時に撮影できるカメラ技術”, *月刊JETI*, vol.69, No.6, pp.80-83 2021,6(特集) (等 特集記事3件)

【 特許等 】

光電変換素子及び固体撮像装置, 川人祥二, 出願番号:特願 2016-164162, 登録国:JP, 特許番号:6974679, 登録日:2021.11.9.(等 国内4件)

【 国際会議発表件数 】

- 1) K. Yasutomi et. al, “A 38 μ m Range Precision Time-of-Flight CMOS Range Line Imager with Gating Driver Jitter Reduction Using Charge-Injection Pseudo Photocurrent Reference”, 2022 IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC), Online 2022.2.20-26
- 3) S. Kawahito, “Present and Future of Time-of-Flight 3D Image Sensors”, *Future Sensing Technologies (SPIE)*, Keynote Speaker, Online, 2021.11.15. Invited
- 4) S. Kawahito, “Multi-tap time-resolved CMOS image sensors and their applications”, *MOC2021*, Online, 2021.9.26. Invited
- 5) K. Yasutomi, M. Inoue, S. Daikoku, M. Kamel, S. Kawahito, “A 4-tap Lock-in Pixel Time-of-Flight Range Imager with Substrate Biasing and Double Delta Correlated Multiple Sampling”, 2021 INTERNATIONAL IMAGE SENSOR WORKSHOP, R18, Online event, 2021.9.20. (等 13件)

【 国内学会発表件数 】

- 1) 川人祥二, “屋外中長距離高解像度 LiDAR に向けたハイブリッド型 TOF イメージセンサの技術と動向”, 第3回デジタル・イメージング技術部会, Web 講演会, 2022.3.15. 招待講演
- 2) 青山聡, 川人祥二, “TOF イメージセンサ ~ SP 変調式マルチタップ i/hToF イメージセンサの紹介 ~”, *映像情報メディア学会情報センシング研究会*, *映像情報メディア学会技術報告*, Vol.45, No.34, pp.19-22, 2021.11.25. 招待講演
- 3) 川人祥二, “中長距離用高解像度 LiDAR カメラのためのハイブリッド型 ToF イメージセンサ”, *ACCEL 光レーダー (LiDAR) シンポジウム*, 2021.8.27. 招待講演 (等 25件)

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: 光医学研究科 光医学共同専攻)
(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
博士課程: D3 (1名)
修士課程: M2 (2名)、M1 (1名)
学 部 生: B4 (2名)
そ の 他: 特任教員1名、学術研究員1名、研究補佐員1名

【 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。この装置を用いて、固体中でQ値が1,000を超える非常に鋭い吸収線を世界で初めて検出した。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の微量混入不純物の検出に成功し、高い実用性を実証した。

(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600種類を超えた。このデータベースは室温から低温までの温度依存性スペクトルが含まれているので、絶対零度で計算される量子力学計算の結果と照合することが可能であり、分子振動の帰属解明に有用である。全ての試料について結晶構造を確定するために同一試料の粉末X線回折スペクトルを掲載していると共に、いくつかについては実際に量子化学計算結果から求めた分子振動をアニメーションで示している。

(3) 廃棄プラスチックの高度識別

世界的に問題となっている廃棄プラスチックの処分について、識別の精度を上げてリサイクルすることが求められている。しかしながら近赤外分光による方法では透明、黒色プラスチックの識別が困難であるいっぽうで、テラヘルツ分光では容易に識別ができる。独自開発の単色コヒーレントテラヘルツ光源を利用した分別装置を開発し、廃棄物処理現場においてその効果を実証した。

【 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) Makoto Otsuka, Fumiya Funakubo, Takumi Suzuki, Yusuke Hattori, Kunihiko Tsutsui, Naoki Adachi, Tetsuo Sasaki, "Real-time monitoring of tablet surface temperature during high-speed tableting by infrared thermal imaging", *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 68 (2022) 102736.
- 2) Feng Zhang, Izuru Karimata, Houg-Wei Wang, Takashi Tachikawa, Keisuke Tominaga, Michitoshi Hayashi, and Tetsuo Sasaki, "Terahertz Spectroscopic Measurements and Solid-State Density Functional Calculations on CH₃NH₃PbBr₃ Perovskites: Short-Range Order of Methylammonium", *J. Phys. Chem. C*, 126 (2022) 339.
- 3) Arata Yasuda, Katsuhiko Moriya, Sou Takahashi, Sota Abiko, Yuki Narita, Gakuto Abe, Kunihiko Tanaka & Tetsuo Sasaki, "Terahertz absorption properties of YBa₂Cu₃O_{7-δ} superconductor: thin films grown using a nontoxic, simple spin-coating method", *Phase Transitions*, 94 (2021) 910.
- 4) Tetsuo Sasaki, Tomoaki, Sakamoto, and Makoto Otsuka, "Development of THz Laser Spectrometer and Its Application for Pharmaceutical Inspection", *Biomedical Engineering (1st Edition)* (Chapter 9), 2021, Jenny Stanford Publishing.
- 5) Makiko Kobayashi, Yusuke Hattori, Tetsuo Sasaki, Jun-ichi Nishizawa, Makoto Otsuka, "Characteristic evaluation of the pseudo-polymorphism of amorphous atorvastatin calcium hydrates by terahertz spectroscopy", *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 630 (2021) 127551.
- 6) Ryoma Tanaka, Sae Ishihara, Tetsuo Sasaki, Yusuke Hattori, Makoto Otsuka, "Injection-Molded Coamorphous Tablets: Analysis of Intermolecular Interaction and Crystallization Propensity", *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 110 (2021) 3289. ほかに1件

【 解説・特集等 】

- 1) 田邊匡生, 大橋隆宏, 劉庭秀, 眞子岳, 佐々木哲朗, 岩寄郁樹, 佐藤勲征 「テラヘルツ波を用いた持続可能な開発目標「つくる責任つかう責任」の達成—プラスチック製容器包装のリサイクル効率向上を目指して—」 *フォトンクスニュース SDGs とフォトンクス*, 7 (2022) 164.

【 国際会議発表件数 】

- 1) 46th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz2021), Aug. 30 - Sep. 3 (2021) Chengdu, China.
- 2) The 6th International Symposium on Biomedical Engineering (ISBE2021), Dec.2-3 (2021) Shizuoka, Japan.
- 3) 11th International Conference on Advanced Vibrational Spectroscopy (ICAVS 11), Aug, 22-27 (2021) Krakow, Poland.
- 4) Asian Spectroscopy Conference 2020, 8-10 December 2020 ほかに6件

【 国内学会発表件数 】

- ・日本分光学会など 計16件

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

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



【 研究室組織 】

教 員：ミゼイクス ビガンタス

修士課程：M1 (3名)、M2 (3名)

【 研究目標 】

We use advanced laser lithography technique for creation of micro- and nano-photonic structures via two-photon photopolymerization of photoresist, and modification of materials by intense laser radiation. This approach has allowed fast fabrication of functional 3D photonic crystal (PhC) structures, diffractive optical elements (DOE), electromagnetic metamaterials, and environmentally-sensitive micro-mechanical structures. Particular kinds of structures realized during the last year were:

- (1) All-optical infrared detectors and image sensors using 3D photonic crystals
- (2) 3D helix architecture optical metasurfaces for infra-red spectral range;
- (3) Solvent-sensitive 3D porous polymeric structures;
- (4) Polymeric structures exhibiting anisotropic thermal properties.

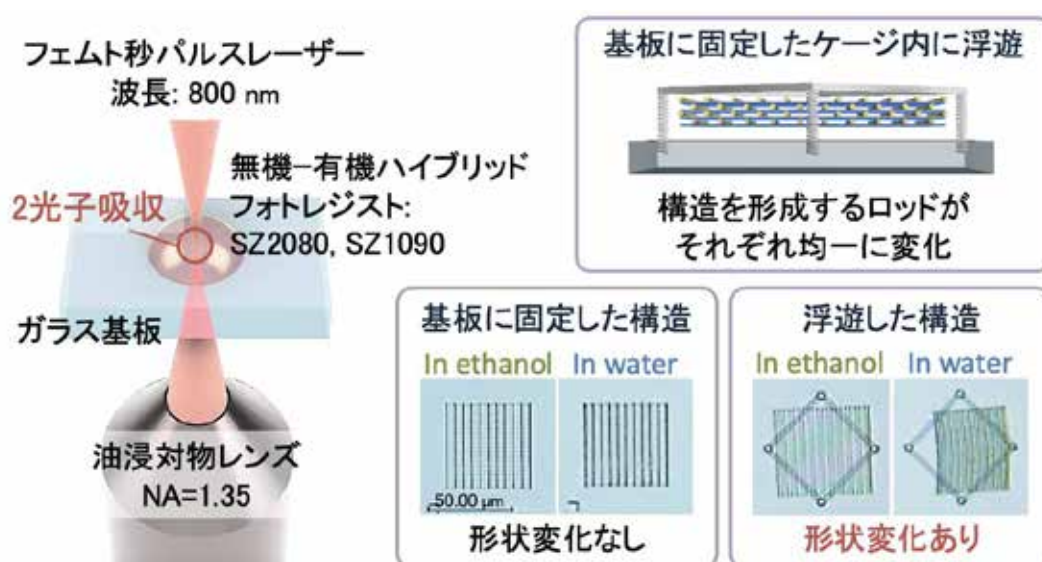


Figure: Schematic explanation of 3D laser lithography technique (left), geometry of solvent-sensitive 3D structures (top-right), optical images of the samples exhibiting size/volume change in different solvents (bottom-right).

【 主な研究成果 】

Photonic crystals with controllable structural color were fabricated, and relationship between the fabrication conditions and spectral parameters of the structures were established; optical metamaterials consisting of helical metallic inclusions were fabricated and confirmed to have absorbance over 80%, deformable photoresist structures exhibiting solvent-dependent size and volume change were prepared and used as solvent-driven actuators, polymeric structures integrated into MEMS sensor chips were prepared for characterization by another group with which we carry out joint research.

【 今後の展開 】

All research direction (1-4) have shown promise for further development; therefore we will continue these studies and will search for new application areas for the 3D laser lithography technique practiced in our laboratory.

【 学術論文・著書 】

- 1) V. Anand, J. Maksimovic, T. Katkus, S.H. Ng, O. Ulcinas, J. Baltrukonis, A. Urbas, G. Slekys, H. Ogura, D. Sagae, T. Pikuz, T. Somekawa, N. Ozaki, A. Vailionis, G. Seniutinas, V. Mizeikis, K. Glazebrook, J.P. Brodie, P.R. Stoddart, L. Rapp, A.V. Rode, E.G. Gamaly, S. Juodkasis, All femtosecond optical pump and x-ray probe: holey-axicon for free electron lasers, *Journal of Physics: Photonics* 3 (2021) 024002.2)S. Rekštytė, D. Paipulas, V. Mizeikis, Passive fluidic micro-sensor with all-optical readout realized using a direct laser writing technique, *Optics Letters* 44 (2019) 4602-4605.
- 2) V. Mizeikis, Vertical Split-Ring Resonator Perfect Absorber Metamaterial for IR Frequencies Realized via Femtosecond Direct Laser Writing, *The Review of Laser Engineering* 50 (2022) 138-141.

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 (電子工学研究所助教)、細田 誠 (特任教授)、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)
博士課程: Vytautas Kavaliunas (創造科技院 D3、DDP)、Chitra Pandey (創造科技院 D3)、
瀧川 宗一 (光医工学 D3)、毛利 隆人 (光医工学 D3)、三宅 拓 (創造科技院 D3)、
Rohit Singh (創造科技院 D3)、中島 研二 (創造科技院 D2)

【 研究目標 】

TiO₂/Si 接合による光触媒効果の解明、シリコンナノワイヤートランジスタにおけるドーパントクラスタのトランジスタ特性への影響、多結晶ダイヤモンドを用いた中性子検出器の開発、高次機能的電気刺激法に関する研究、水を含まないポリウレタンファントムの開発、カーボンナノチューブを用いた電界効果トランジスタの開発、300GHz TWT の動作特性 など。

【 主な研究成果 】

(1) TiO₂/Si 接合による光触媒効果の解明

可視光が利用できかつ高効率な水分解デバイスを目指し、
TiO₂/n⁺⁺-Si/p⁺⁺-Si/n⁺-Si/n⁺⁺-Si/Al アノードと Ag または Au クラスタ
/n⁺⁺-Si/p⁺-Si/p⁺⁺-Si/Al カソードを開発した。開発したアノードとカソードの組み合わせが、
高効率水分解デバイスに有効であることを示した。

(2) シリコンナノワイヤートランジスタにおけるドーパントクラスタのトランジスタ特性への影響

共ドーパナノデバイスにおいてドナーとアクセプタの相互作用の効果を明らかにした。

(3) 多結晶ダイヤモンドを用いた中性子検出器の開発

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。

(4) 高次機能的電気刺激法に関する研究

片麻痺患者の機能的電気刺激による把持機能回復のトレーニングにおいて、非麻痺手の複数の
把持姿勢に応じて、対称の姿勢を麻痺手に誘発することができる可能性を示した。

(5) 水を含まないポリウレタンファントムの開発

生体等価且つ非水で構成したポリウレタンゲル超音波ファントム材料の開発に成功した。

【 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) Chitra Pandey, Gaurang Prabhudesai, Kensuke Yamaguchi, Ramakrishnan V N, Yoichiro Neo, Hidenori Mimura, Daniel Moraru, "Electron transport via a few-dopant cluster in the presence of counter-dopants in silicon nanowire transistors", *Apply Phys. Express* 14 (2021) 055002-1-6.
- 2) Tudor Braniste, Vladimir Ciobanu, Fabian Schutte, Hidenori Mimura, Simion Raevschi, Rainer Adelung, Nicola M. Pugno, and Ion Tiginyanu, "Self-Propelled Aero-GaN Based Liquid Marbles Exhibiting Pulsed Rotation on the Water Surface ", *Materials* 14 (2021) 5086-1-7.
- 3) Taku Miyake, Hisaya Nakagawa, Tomoaki Masuzawa, Takatoshi Yamada, Takayuki Nakano, Katsuyuki Takagi, Toru Aoki, and Hidenori Mimura, "Diamond radiation detector with built-in boron-doped neutron converter layer", *Phys. Status Solidi A* (2021) 2100315-1-5.
- 4) Soichi Takigawa and Hidenori Mimura, "Development of Contralaterally Controlled Functional Electrical Stimulation to Realize Multiple Grasping Postures with Data Glove ", *Sensor and Materials* 3 (2021) 3645-3656.
- 5) Vytautas Kavaliunas, Yoshinori Hatanaka, Yoichiro Neo, Giedrius Laukaitis, and Hidenori Mimura, "Structural Design of TiO₂/Si Hybrid Photoelectrode and Pt-free Counter Photoelectrodes for Charge Carrier Separation in Water-Splitting Reactions", *ECS Journal of Solid State Science and Technology*, 10 (2021) 103015.
- 6) L. Fedorenko, A. Medvids, V. Yukhymchuk, A. Evtuhh, H. Mimura, O. Hreshuk, L. Grase and S. Soroka, "Amorphous-Crystalline phase transition in nanostructural thin SiO_x layers induced by pulsed laser radiation", *Optics and Laser technology* 148 (2022) 107526-1-4.

【 国際会議発表件数 】

- 1) H. Mimura, T. Ishida T. Masuzawa, Y. Neo and T. Aoki, "X-ray generation using pyroelectric crystals excited by laser light", *Correlation Optics 2021*, Chernivtsi, Ukraine, September 15, 2021, Online, **Invited**
- 2) H. Mimura, S. Sakakibara, and Y. Neo, "Growth of spinnable CNT and its application to a data glove", 13th International Conference on Physics of Advanced Materials, September 29, 2021, online, T5-PL. Plenary Talk

他 3 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 9 件

【 招待講演件数 】

- ・ 3 件

プラズマを用いた材料合成および高機能化

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 (3名)、M1 (3名)
学 部 生 : B4 (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

SDGs 達成に向け世界的に脱炭素化の動きが活発化している中、水素エネルギーの利活用のために貯蔵・輸送技術の向上が求められているが、水素は常温常圧ではエネルギー密度が低いという欠点を持つ。この欠点を解消する手法の一つとして、水素を高密度に含む化学物質とし、利用時にそこから水素を取り出すという技術がある。その水素キャリアの一つとして期待されているのが水素化ホウ素ナトリウム (NaBH₄) と水素化マグネシウム (MgH₂) であり、高いエネルギー密度を持ち、常温常圧で安定であり安全性も高いが、製造コストが高く実用化には至っていない。本研究は NaBH₄ および MgH₂ の低コスト製造プロセスを目的として、水素発生反応後の副生成物を再生し水素キャリアとして循環利用するプラズマプロセスについて評価し検討する。

(2) 低温プラズマ処理した単層 MoS₂ の欠陥および分子構造の評価

2次元遷移金属ダイカルコゲナイドは、その特異な電気的、光学的、機械的特性により大きな関心を集めている。その中でも単層二硫化モリブデン (MoS₂) は約 1.8 eV のバンドギャップ、比較的高いキャリア移動度、光吸収率を有することから、次世代の電子デバイスへの応用が期待されている。MoS₂ は欠陥工学でも注目されており、MoS₂ の硫黄欠陥は、水素発生反応における触媒活性に重要で、基底面上に硫黄欠陥を効果的に形成する必要がある。また、硫黄欠陥の形成や硫黄欠陥に他の元素を置換することで、半導体極性を制御することができる。低温プラズマ処理は、制御性と選択性に優れているため、硫黄欠陥の形成や元素の置換ドーピングに有

力な手法である。しかし、プラズマ中の高エネルギーイオンは望ましくないスパッタリングを引き起こし、分子構造の乱れや特性劣化につながる。本研究では、熱 CVD 合成した単層 MoS₂ に入射するイオン量を制御し、単層 MoS₂ の硫黄欠陥形成に対する中性ラジカル H^{*}の影響を調べている。

(3) Si ドープ AlGa_N/SiC 基板を用いた低圧 Cs 充填型熱電子発電用エミッタの評価

熱電子発電は熱から直接発電する手法で理論効率が高いため、エネルギーハーベスティングやエンジンのコジェネレーションなどへの応用が期待される。現状の熱電子発電の課題は動作温度が高い(>1000 °C) ことであり、低温動作を可能とする熱電子放出材料が開発されれば、熱や光のエネルギーの高効率利用が可能となる。本研究では、低温動作する熱電子発電器の実現を目的とし、低い仕事関数および電子親和力をもつエミッタとして AlGa_N/SiC エミッタの開発に取り組んでいる。

【今後の展開】

引き続き、上記(1)～(3)の研究を継続し、今年度明らかになった課題の解決に取り組む。

【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) 062207.
- 2) Shun Toda, Kenta Nakazawa, Akihisa Ogino, Masaru Shimomura, Futoshi Iwata, “*Micromachining of polymers using atmospheric pressure inductively coupled helium plasma localized by a scanning nanopipette probe microscope*”, J. Micromech. Microeng. 31 (2021) 065008.
- 3) Sho Yamamoto, Kenta Nakazawa, Akihisa Ogino, Futoshi Iwata, “*Sub-micrometer plasma-enhanced chemical vapor deposition using an atmospheric pressure plasma jet localized by a nanopipette scanning probe microscope*”, J. Micromech. Microeng. 31 (2021) 065008.

【国際会議発表】

- 1) Akihisa Ogino, Shuya Asada, “*Effect of Ion Shielding on Sulfur Defect Formation in Monolayer MoS₂ Treated by Microwave Hydrogen Plasma*”, ISPlasma2022 / IC-PLANTS2022 Nagoya, Japan, (2022.3.7) 07P-27.
- 2) Shuya Asada, Akihisa Ogino, “*Hydrogenation and Reduction of Magnesium Oxide by Ion Dose and Temperature Control in Microwave Excited Hydrogen Plasma*”, 42nd International Symposium on Dry Process (DPS2021), held virtually (2021.11.18-19) P-4.
- 3) Shigeya Kimura, Hisashi Yoshida, Hisao Miyazaki, Takuya Fujimoto, Akihisa Ogino, “*Enhancement of thermionic emission and conversion characteristics by using polarization- and band- engineered n-type AlGa_N/Ga_N cathodes*”, 34th International Vacuum Nanoelectronics Conference (IVNC 2021), Virtual from Lyon, France, (2021. 7. 7) W2.2. など計9件

【国内学会発表】

- 1) 木村 重哉、吉田 学史、内田 翔太、荻野 明久, “【第 43 回優秀論文賞受賞記念講演】 n 型 AlGa_N カソードによる熱電子放出の低温化と熱電子発電の実証”, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, ハイブリッド開催(青山学院大学 相模原キャンパス+オンライン), 2022. 3. 22, 22p-E202-1. など計 12 件

【受賞】

“第 43 回(2021 年度)応用物理学会優秀論文賞” 受賞

S. Kimura, H. Yoshida, S. Uchida, and A. Ogino, “*Thermionic emission and conversion properties of n-type AlGa_N thin film cathodes grown on 6H-SiC substrates*”, Jpn. J. Appl. Phys. 59 (2020) SGGF01.

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 (3名)

【 研究目標 】

我々は、半導体ナノ-マイクロ結晶の作製技術とナノ-マイクロスケールの光特性を応用することを目的として研究を行なっている。主な研究目標としては、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とこれによって得られたナノ-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である。また、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の検討も進めている。

【 主な研究成果 】

(1) ミスト CVD 法による Zn(Mg)O ナノ-マイクロ結晶の作製

- ① ZnO ナノ-マイクロ結晶から光励起レーザ発振と考えられる発光スペクトル得ることに成功し、これらの特性を評価し論文として取り纏めた。
- ② Zn(Mg)O ナノ結晶層を作製し、これよりランダムレージングの挙動を及びその光物性の一端を明らかにした。これらについて、論文として取り纏めた。
- ③ GaN, Al₂O₃, Si などの結晶上に金薄膜のマイクロパターンを用いたマイクロ領域の ZnO 選択成長技術(選択的結晶成長促進技術)をミスト CVD 法により実証した。

(2) ミスト CVD 法による結晶成長技術の開拓

- ① ZnO 薄膜結晶をミスト CVD 法により作製する技術の開拓をした。
- ② 難溶性ナノ粒子を原料としたミスト CVD 法による ZnMgO 結晶成長技術を開拓した。

【 今後の展開 】

研究成果(1)①→フォトリックマイクロセンサ応用へと検討を進める。

研究成果(1)②→ランダムレージングの特性と構造パラメータの検討を進めている段階である。また、フォトリックマイクロセンサ応用への展望を期待している。

研究成果(1)③→金薄膜の成長促進効果詳細を結晶学的に検討する。また、先の実証について論文として取り纏める。

研究成果(2)①→結晶品質などを結晶学的に検討する。また、高品質な結晶が期待されるため、これら薄膜結晶からマイクロ構造をトップダウンにより作製する技術の開拓を予定している。

研究成果(2)②→様々な難溶性ナノ粒子や不溶性ナノ粒子を用いた結晶成長を試み、その有用性の検証を引き続き実施する。

【 主な研究業績 】

1) Ryota Nakahara, Masaru Sakai, Taiki Kimura, Mikihiro Yamamoto, Atsushi Syouji, Kazuhiko Hara, and **Tetsuya Kouno**

“Lasing action of ZnO nanowires grown by mist chemical vapor deposition using thin Au layer on c-plane sapphire substrate” (Brief Note)

Japanese Journal of Applied Physics **60**, 058002 (2021).

2) Junichi Iwata, Masaru Sakai, Kosei Ohashi, Kazuhiko Hara, and **Tetsuya Kouno**,

“Photoluminescence properties and random lasing behaviors of mist-CVD-grown ZnO disordered nanocrystals on c-plane sapphire substrate” (Rapid communication)

Japanese Journal of Applied Physics **60**, 100901 (2021).

3) ミスト CVD 法による酸化亜鉛系ナノ結晶の成長と発光特性 (依頼 or 招待講演)

光野 徹也、岩田 潤一、金井 貴久、原 和彦、酒井 優、東海林 篤

2021 年度 日本真空学会中部支部研究会 「金属酸化物表面の成長・反応・計測」 (オンライン) 2021/11/13

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



【 研究室組織 】

教 員: トリパティ サロジ
修士課程: M2 (1名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

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

- (1) Non-destructive testing and analysis applications of terahertz waves
- (2) High power THz wave generation using nonlinear organic crystals (DAST and DASC)
- (3) Development of band stop filter using metallic helix array

【 主な研究成果 】

(1) Development of a broadband terahertz wave band-stop filter using 2D arrays of metallic helices

Terahertz (THz) waves are expected to be employed in various fields such as biomedicine, information and communication technology, and homeland security. In order to expand the applicability of terahertz waves, it is essential to develop efficient and robust optical components operating in the terahertz frequency region. Metamaterials have attracted tremendous attention for controlling optical properties, and they have been used to make various components such as absorbers, filter, modulators working in THz regions. In this work, we demonstrate that the terahertz band-stop filter can be realized by stacking two arrays of metallic helices with opposite handedness. We evaluated the performance of the filter using standard terahertz time domain spectroscopy and we obtained -30 dB transmittance in the frequency range of 117 – 208 GHz.

(2) Non-destructive identification of drugs using terahertz time domain spectroscopy in attenuated total reflection geometry

In this study, we demonstrate that drugs in plastic packaging can be identified without being opened using attenuated total reflection terahertz time domain spectroscopy. In this system, the terahertz wave undergoes total internal reflection at the interface between prism and sample, producing an evanescent wave at the interface. The penetration depth of the evanescent waves is larger than the thickness of typical plastic packaging in the sub-terahertz frequency region; therefore, it becomes possible to detect the sample without opening the package. Here, we show that some saccharides samples such as lactose in plastic packaging can be identified using its spectral fingerprint by placing the packaged lactose on the prism. This method has the potential to be used in the non-destructive testing and analysis of a wide variety of samples, such as medicine sachets, to reduce medication dispensing errors in pharmacies.

【 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 focus on the terahertz properties of human sweat to investigate the presence of various biomarkers. We will also investigate various non-linear optical crystals for efficient terahertz wave generation.

【 学術論文・著書 】

- 1) K. Hashimoto and S. R. Tripathi, "Non-destructive identification of drugs in plastic packaging using attenuated total reflection terahertz time-domain spectroscopy" *Optics*, vol. 3, No. 2, pp. 99-106 (2022)
- 2) H. Tomita, K. Hashimoto, K. Takeya, and S. 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) K. Yamamura, S. R. Tripathi, "Development of a terahertz wave band-stop filter using a 2D array of metallic helix array" The 8th International Symposium toward the future of advanced researchers in Shizuoka University (ISFAR-SU 2022), 1 March 2022 (Virtual conference)
- 2) H. Ichikawa, K. Yamamura, S. R. Tripathi, "Terahertz birefringence measurement using circularly polarized terahertz wave" The 8th International Symposium toward the future of advanced researchers in Shizuoka University (ISFAR-SU 2022), 1 March 2022 (Virtual conference)
- 3) K. Hashimoto, H. Sakata, S. R. Tripathi, "In vivo measurement of dielectric properties of human skin using attenuated total reflection terahertz time domain spectroscopy" INTER-ACADEMIA 2021, The 19th International Conference on Global Research and Education, Rep. 7, Gomel, Belarus 20-22 Oct. 2021. (Virtual conference)
- 4) T. Kawauchi, G. Ohtake, C. Koyama, H. Uchida, K. Takeya and S. R. Tripathi, "High power terahertz wave emission using DAST crystal" INTER-ACADEMIA 2021, The 19th International Conference on Global Research and Education, Rep. 70, Gomel, Belarus 20-22 Oct. 2021. (Virtual conference)
- 5) K. Hashimoto, H. Sakata, S. R. Tripathi, "Measurement of dielectric properties of human sweat in terahertz frequency region" 46th International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves (IRMMW-THz), WE-PO-69 5103288, 29 Aug. – 3rd Sept. 2021 Chengdu, China (Virtual conference).

【 招待講演 】

- 1) S. R. Tripathi, "Applications of terahertz time domain spectroscopy (THz-TDS)", 13th International Conference on Physics of Advanced Materials (ICPAM-13), Sant Feliu de Guixols, Costa Brava, Spain, Sept 24-30, 2021
- 2) S. R. Tripathi, "Emission and detection of terahertz waves and their industrial and biomedical applications", 4th Autumn School of Physics of Advanced materials (PAM-4), Sant Feliu de Guixols, Costa Brava, Spain, Sept 24-30, 2021

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本赤外線学会など 計 3 件

III 族窒化物半導体新機能デバイスの開発

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



【 研究室組織 】

教 員: 中野 貴之

修士課程: M2 (3名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

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

【 主な研究成果 】

(1) 両極性同時結晶成長法を用いた GaN 疑似位相整合結晶の作製

GaN はウルツ鉱型結晶構造を有するため、c 軸方向に非対称であり極性構造を持っている。各極性面(Ga 極性と N 極性)では、バンドギャップや屈折率が等しく 2 次の非線形感受率が異なるといった特徴を持つ。各極性を周期的に配列することにより疑似位相整合結晶の作製が可能であり、深紫外レーザーへの応用が期待される技術である。有機金属気相成長法において、成長前のサファイア基板にカーボンマスクを形成することにより、任意の領域の極性を反転させる技術を開発している。紫外領域の第二次高調波発生に必要なピッチおよびチャネル構造の設計を実施し、リブ型導波路構造の作製を行った。QPM 結晶を用いた導波路構造により 840nm の基本波から 420nm の第二次高調波を変換することを実現した。

(2) B GaN を用いた新規中性子半導体検出器の開発

中性子イメージング技術の応用拡大に伴い半導体検出器の開発が期待されており、中性子捕獲元素であるホウ素(B)原子を含む III 族窒化物半導体である B GaN を新規中性子検出半導体材料として提案し開発を行っている。B GaN 結晶成長の技術の開発により膜厚約 5 μm の B GaN 結晶の作製を実現し、縦型 B GaN-pin ダイオードの作製を実現してきている。成長温度による B 原子の取り込みを評価し、成長温度の最適化と厚膜化により中性子検出効率の向上を達成した。また、GaN および B GaN デバイスが高温耐性を持つことから高温環境下で動作可能な中性子検出器の可能性について検証を開始した。 α 線照射実験において、GaN-pin ダイオードで 450°C、B GaN-pin ダイオードで 300°Cまでの環境下においてエネルギースペクトル測定を達成し、耐高温環境検出器としての

可能性を示唆した。

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

- 1) Taku Miyake, Hisaya Nakagawa, Tomoaki Masuzawa, Takatoshi Yamada, Takayuki Nakano, Katsuyuki Takagi, Toru Aoki, and Hidenori Mimura, “Diamond radiation detector with built-in boron-doped neutron converter layer”, *Phys. Status Solidi A*, **219** (2022) 2100315 (5 pages)
- 2) Takayuki Nakano, Ken Mochizuki, Takuya Arikawa, Hisaya Nakagawa, Shigeyoshi Usami, Yoshio Honda, Hiroshi Amano, Adrian Vogt, Sebastian Schütt, Michael Fiederle, Kazunobu Kojima, Shigefusa F. Chichibu, Yoku Inoue, Toru Aoki, “Effective neutron detection using vertical-type B GaN diodes”, *Journal of Applied Physics*, **130** (2021) 124501 (10 pages)
- 3) Kai Matsuhisa, Hiroki Ishihara, Mako Sugiura, Yoshimasa Kawata, Atsushi Sugita, Yoku Inoue, Takayuki Nakano, “Fabrication and Optical characterization of GaN quasi-phase matching crystal by double polarity selective area growth in metal organic vapor phase epitaxy”, *Functional Materials Letters* **14** 10 (2021) 2150034 (4 pages)
- 4) Tatsuhiro Hayashi, Motoyuki Karita, Takayuki Nakano, Yoku Inoue “A Study on the growth enhancement effects of chlorine on carbon nanotube forest in chloride-mediated chemical vapor deposition” *Japanese Journal of Applied Physics*, **60** (2021) 045001 (7 pages)

【 国際会議発表件数 】

- 1) H. Ishihara, K. Matsuhisa, K. Kurose, Y. Kawata, A. Sugita, Y. Inoue, and T. Nakano, “Fabrication of GaN-QPM crystals for slab waveguide type wavelength conversion devices” 26th MICRO OPTICS CONFERENCE (MOC2021), H-3, Online, September26-29, 2021
他 1 1 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 1 5 件

【 招待講演 】

- 1) 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会 (2021. 9. 11)
- 2) The 7th International Conference on Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications (ANIMMA 2021) (2021.6.21)

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://wwp.shizuoka.ac.jp/futagawa/>



【 研究室組織 】

教 員：二川 雅登

修士課程：M2 (3名)、M1 (6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ケースが多く、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トライプゲート型 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) 大河原 誠一, 三浦 健太郎, 平野 陽豊, 大多 哲史, 二川 雅登(2021) 培地イオン濃度計測に向けた小型核磁気共鳴センサによる水素イオン微小信号検出方法の確立. 電気学会論文誌 E, 141: 367-372.
- 2) Seiichi Ohkawara, Kentaro Miura, Harutoyo Hirano, Satoshi Ota, Masato Futagawa (2022) Evaluation of a Hydrogen Signal Detection Method Using a Compact NMR Sensor for the Measurement of Ion Concentrations in Culture Medium. Electronics and Communications in Japan e12346: 1-8
- 3) Satoshi Ota, Seiichi Ohkawara, Harutoyo Hirano, Masato Futagawa, and Yasushi Takemura (2022) Empirical and simulated evaluations of easy-axis dynamics of magnetic nanoparticles based on their magnetization response in alternating magnetic field. Journal of Magnetism and Magnetic Materials 539: 168354-1-10.
- 4) Seiya Tanaka, Satoshi Ota, Harutoyo Hirano, Masato Futagawa, and Yasushi Takemura (2022) Evaluation of harmonic signals derived from multiple spatially separated samples for magnetic particle imaging. IEEE Transaction on Magnetics, accepted.

【 特許等 】

- 1) 特許第 6884338 号, “半導体装置及び半導体装置の製造方法”, 二川雅登, 草野健一郎, 瀬戸勝
- 2) 特許第 6883777 号, “半導体装置及び半導体装置の製造方法”, 二川雅登, 草野健一郎, 渡辺実
- 3) 特許第 6994186 号, “半導体装置および半導体装置の設計方法”, 二川雅登、草野健一郎

【 国内学会発表件数 】

- 1) 佐藤晴紀, 坂本貴章, 大多哲史, 平野陽豊, 二川雅登, “熱電型水分量センサを用いた繰返し計測システムの開発”, 第 38 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム 2021. 11. 9- 11, オンライン開催
 - 2) 齋藤俊介, 秋山真太郎, 谷村圭一, 大多哲史, 平野陽豊, 二川雅登, “pH 連続長期計測にむけた非計測時のドリフト抑制システムの開発”, 第 38 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム 2021. 11. 9- 11, オンライン開催
- 他 7 件

【 招待講演件数 】

- 1) 次世代センサ協議会, 二川雅登 (2022. 01. 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

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

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



【 研究室組織 】

教 員：堀 匡寛

修士課程：M1 (3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。この目標に向けて、以下の2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) シリコン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 】

(1) 電荷・スピン検出のための高感度測定系の構築

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。

（２）シリコン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

半導体中で電子と正孔の共存する電子正孔系は、その密度や温度に応じて励起子やプラズマ、液滴、量子凝縮体といった様々な状態を形成し、これまで基礎物理の観点から広く研究されてきた。これらは多様な物性や伝導特性を示すことが報告されているものの、これらをシリコンを基盤とするエレクトロニクスに応用する試みはなかった。

本研究室では、シリコントランジスタ上で電子正孔系を形成する手法の確立に向けて、パルスを用いたゲート操作による電子正孔共存系の形成手法を検討した。特に、電子と正孔の密度が再結合電流から評価されること、および、それらの密度がゲートによって制御可能であることを確認した。

【 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。

【 学術論文・著書 】

- 1) M. Razanoelina, M. Hori, A. Fujiwara, Y. Ono, Critical conductance of two-dimensional electron gas in silicon-on-insulator metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, Applied Physics Express 14, 104003_1-4 (2021).
- 2) M. Hori, Y. Ono, Detection of arsenic donor electrons using gate-pulse-induced spin-dependent recombination in silicon transistors, Applied Physics Letters 118, 263504_1-6 (2021). Selected as Editor's Pick.

【 国際会議発表件数 】

- 1) M. Hori, Y. Ono, Charge pumping under electron spin resonance in Si MOSFETs -Identification of interface defects and detection of donor electrons-, International Workshop on Dielectric Thin Films for Future Electron Devices (2021 IWDTF), November 14, 2021, Virtual conference, INVITED.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 7 件

【 受賞件数 】

- ・ 令和 3 年度 (第 35 回) 高柳研究奨励賞 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, 精密工学会春季大会学術講演会ベストプレゼンテーション賞(2021.06)

(2)特許

海老澤嘉伸 教員

出願(3件)

- ①名称:瞳孔検出装置および瞳孔検出方法

発明者:海老澤嘉伸, 特願 2022-029876, 出願日:2022.2.28

- ②名称:生体情報解析装置

発明者:海老澤嘉伸, 特願 2021-138226, 出願日:2021.8.26

- ③名称:瞳孔検出装置

発明者:海老澤嘉伸, PCT/JP2021/200536, 出願日:2021.5.26

公開(3件)

- ④名称:瞳孔検出装置

発明者:海老澤嘉伸, WO2021/20251146 A1, 出願日:2021.12.16

- ⑤名称:Corneal Reflection Position Estimation System, Corneal Reflection Position Estimation Method,

発明者:海老澤嘉伸, EP3185211 B1, 公開日:2021.6.2

- ⑥名称:Pupil Detection System, Gaze Detection System, Pupil Detection Method, and Pupil detection

Program

発明者:海老澤嘉伸, EP 203153092 B1, 公開日:2021.8.4

登録(4件)

- ⑦名称:瞳孔検出装置及び瞳孔検出方法

発明者:海老澤嘉伸, 特許第 7030317 号, 登録日:2022.2.25

- ⑧名称:顔画像処理装置

発明者:海老澤嘉伸, 特許第 7012983 号, 登録日:2022.1.21

⑨名称:視線検出装置

発明者:海老澤嘉伸, 特許第 6963820 号, 登録日:2021.10.20

⑩眼部画像処理装置

発明者:海老澤嘉伸, 特許第 6957048 号, 登録日:2021.10.8

下村 勝 教員

①名称:アナターゼ型酸化チタン膜の製造方法

発明者:下村勝, 小野公輔, 特願 2021-168390, 出願日:2021.10.13

(3)招待講演(2件)

岩田 太 教員

① F. Iwata. 34th International Microprocesses and Nanotechnology Conference MNC 2021 (2021.10)(Online and On-Demand)

②岩田 太, 2021 年日本表面真空学会学術講演会 :プローブ顕微鏡研究部会
「走査プローブ顕微鏡によるナノ計測の最前線」(2021 .11)オンライン開催)

(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)

・スズキ財団科学技術助成金

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 経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業

下村 勝 教員 ・文部科学省科学研究費 基盤研究(C) 企業との共同研究 3 件

清水 一男 教員 ・文部科学省科学研究費 萌芽研究(挑戦)

(5)その他、特記事項(1件)

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微小空間領域で高コントラスト分解可能な計測に成功した。

(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。昨年度はさらに、ネガ型のフォトポリマーを使って、空中に 3D 構造を作成することに成功した。従来技術では長短パルスレーザを使った多光子吸収効果を使う必要があったが、提案手法により、CW レーザでの造形も可能となった。今後はより複雑な 3D 流路の形成を目指す。

(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み現在、基本技術の確立を目指す。

【 今後の展開 】

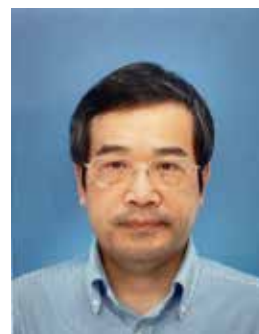
我々は上記のように光技術を利用した新しい計測・記録システムの開発を目指している。今後の研究展開としては、より高コントラスト分解能(100 ナノメートル以下)で、より高密度(テラバイト)なシステムの開発と産業応用に力を注ぎたいと考えている。

【 学術論文・著書 】

- 1) Degenerate Four Wave Mixing in Phycoerythrin Dye Doped Nanoparticles (Tomoki Tsuchiya and Chikara Egami) Int. J of Opt. Volume 2021 |Article ID 5568693 (2021).
- 2) Polarization multiplexed bit data recording to submicron-particles-arrayed optical storage (Daiki Okuzono and Chikara Egami) Optica Applicata 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・ナノ物質機能専攻 (兼担：工学研究科 機械工学専攻)
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：4名
学 部 生：5名

【 研究目標 】

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

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

【 主な研究成果 】

- (1) 螺旋状ファイバ回折格子 (HLPG) による3チャンネル1次 OAM モード変換器を開発した
- (2) 螺旋状ファイバ回折格子 (HLPG) による全ファイバ系2次 OAM モード変換器を開発した。
- (3) 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) 炭酸ガスレーザーによる螺旋状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 】

- 1) H. Lu, Y. Hao, C. Guo, X. Huang, H. Hao, D. Guo, H. Zhao, W. Tang, P. Wang and H. Li, "Nano-displacement measurement system using a modified orbital angular momentum interferometer," IEEE J. Quantum Electron., Vol. 58, No. 2, 7500105 (2022).

- 2) C. Zhu, L. Wang, H. Zhao, Z. Bing, Y. Zhao, and H. Li, "Dual-triangular filter based on an optimized phase-modulated helical fibre grating," *Optics Commun.*, Vol. 503, 127452 (2022).
- 3) H. Zhao, Z. Zhang, M. Zhang, Y. Hao, P. Wang, and H. Li, "Broadband flat-top second-order OAM mode converter based on a phase-modulated helical long-period fiber grating," *Opt. Express*, Vol. 29, No. 18, pp. 29518-29526 (2021).
- 4) C. Zhu, Y. Zhao, M. Chen, R. Tong, S. Hu, and H. Li, "Simultaneous measurement of directional torsion and temperature by using a DC-sampled helical long-period fiber grating," *Opt. Laser Techn.*, Vol. 142, 107171 (2021).
- 5) C. Zhu, L. Wang, Z. Bing, R. Tong, M. Chen, S. Hu, Y. Zhao, and H. Li, "Ultra-broadband OAM mode generator based on a phase-modulated helical grating working at a high radial-order of cladding mode," *IEEE J. Quantum Electron.*, Vol. 57, No. 4, 6800307 (2021).
- 6) 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, No. 10, pp. 3269-3275(2021).
- 7) H. Zhao, and H. Li, "Advances on mode-coupling theories, fabrication techniques, and applications of the helical long-period fiber gratings: a review," *Photonics*, Vol. 8, No. 4, 106 (2021).

【 国際会議発表件数 】

- ・ SPIE 学会 1 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 電子情報通信学会 2 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 D3)、サディア・アフリン・リミ (創造科技院 D1)

修士課程：M2 (3名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

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

- (1) 室内空気浄化
- (2) 薬剤類の経皮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) J. Kristof, F. Mustafa, A. Yahaya, M. Blajan, K. Shimizu, "Transdermal delivery of Adenosine and Eosin Y using microplasma combined with FeSO₄ and DMSO iontophoresis", Plasma Medicine, Vol. 11, Issue 4, pp. 1-14, DOI: 10.1615/PlasmaMed.2021040968 (Dec., 2021).

- 2) J. Kristof, M. Blajan, Ryo Yokoyama, Fariha Mustafa, Ahmad Guji Yahaya and K. Shimizu, “Transdermal Drug Delivery of Adenosine by Microplasma with Iontophoresis and DMSO”, Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies, Vol. 8:6, 126, pp.1-8, DOI: 10.37421/bset.2021.8.126, (Nov., 2021).
- 3) A. Yahaya, T. Okuyama, J. Kristof, M. Blajan, K. Shimizu, “Direct and Indirect bactericidal effect of Cold Atmospheric Pressure Microplasma and Plasma Jet”, Molecules, 2021, 26(9), 2523, DOI: [10.3390/molecules26092523](https://doi.org/10.3390/molecules26092523) (Apr., 2021).
- 4) 「静電気力による堆積微粒子除去の検討」, 電気学会技術報告, 放電・静電気起因する電子機器の故障・誤動作防止調査専門委員会編(共著), 石上忍(委員長), 第1520号, 2021年10月

【国際会議発表】

- 1) A. Yahaya, T. Okuyama, J. Kristof, M. Blajan and K. Shimizu, “The Physicochemical/Electrical Properties of Plasma Activated Medium by Dielectric Barrier Discharge Microplasma”, The 19th Inter-Academia 2021, (ONLINE), 71, (Oct., 2021).
- 2) M. Blajan, A. Yahaya, J. Kristof, T. Okuyama, and K. Shimizu, “Inactivation of Staphylococcus Aureus by Microplasma”, 2021 IEEE, IAS Annual Meeting, Vancouver, British Columbia, Canada, (Virtual), S37-P3-EPC, (Oct., 2021).
- 3) F. Mustafa, R. Yokoyama, A. Yahaya, M. Blajan, J. Kristof, and K. Shimizu, “Comparison Between Different Portions of the Skin For Transdermal Drug Delivery by Microplasma”, 2021 IEEE, IAS Annual Meeting, Vancouver, British Columbia, Canada, (Virtual), S37-P4-EPC, (Oct., 2021).
- 4) A. Yahaya, T. Okuyama, J. Kristof, M. Blajan, K. Shimizu, “Lifetime and bactericidal effect of plasma activated medium by di-electric barrier discharge microplasma in air”, The 48th IEEE International Conference on Plasma Science (ICOPS2021VIRTUAL), IO-E-06, (online), (Sep., 2021).
- 5) J. Kristof, F. Mustafa, A. Yahaya, T. Aoshima, M. Blajan, K. Shimizu, “Comparison of Transdermal Permeability of Adenosine by Iontophoresis and Plasma Treatment”, 8th International Conference on Plasma Medicine, (ICPM-8), Songdo Convensia, (Incheon, Korea)(Online Conference), FrB3-5, (Aug., 2021).
- 6) T. Okuyama, A. Yahaya, J. Kristof, M. Blajan, K. Shimizu, “Sterilization of Cutibacterium Acnes in Liquid Using Microplasma”, 2021 Annual Meeting of the Electrostatics Society of America, H5, (Virtually), (Jun., 2021).
- 7) J. Kristof, A. Yahaya, F. Mustafa, M. Blajan, K. Shimizu, “Effect of Microplasma Treatment on Ceramide and Phosphatidylcholine”, 2021 Annual Meeting of the Electrostatics Society of America, H4, (Virtually), (Jun., 2021).

【国内学会発表】

- 1) 水野良典, 村上栄造, 清水一男, 「高湿度臭気を処理する添着活性炭の加熱による長寿命化」, 2021年室内環境学会学術大会, 京都リサーチパーク(KRP), (京都府京都市), C-16, (Dec., 2021).
- 2) 奥山 智弘, 横山 諒, A. Yahaya, J. Kristof, M. Blajan, 清水一男, 「非侵襲的マイクロプラズマを用いたアクネ菌殺菌の研究」, 第45回静電気学会全国大会, 21aC-2, (Sep., 2021).
- 3) 水野良典, 村上栄造, 清水一男, 「排水処理設備における脱臭装置の経済的な運転に関する研究(第1報) オゾン添加による活性炭フィルタの長寿命化」, 令和3年度空気調和・衛生工学会大会, オンライン開催, (福島県福島市), G-24, (Sep., 2021).
- 4) 水野良典, 村上栄造, 清水一男, 「オゾンによるヨウ素酸添着活性炭の延命化」, 第34回におい・かおり環境学会, オンライン開催, 15, (Aug., 2021).
- 5) 横山 諒, F. Mustafa, 奥山 智弘, A. Yahaya, J. Kristof, M. Blajan, 清水一男, 「低電圧マイクロプラズマによる小腸上皮正常細胞に対する影響」, 第37回日本 DDS 学会・学術集会, P-116, (Jun., 2021).

(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
- ・ 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
- ・ 永吉 実武：情報技術・情報を活用したパフォーマンス向上
- ・ 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
- ・ 三浦 憲二郎：形状処理・知的計測に関する研究
- ・ 道下 幸志：雷に伴う環境電磁工学
- ・ 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 : インタラクシオ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
- ・ 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
- ・ 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 祐 輔 : Slow Informatics
- ・ 山 本 泰 生 : 離散構造データの要約とその応用
- ・ 沖 田 善 光 : ヒトの生理機能の計測・解析
- ・ 遠山紗矢香 : 協調学習インタラクシオン、情報教育・STEAM教育
- ・ 石 川 翔 吾 : 認知症情報学によるエビデンスの創出と利用

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。

https://gsst.shizuoka.ac.jp/?page_id=352

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)および情報学部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を考慮し、すべて実時間オンライン配信として提供した。

(下記の日付はアップロード実施日)

1. 5月26日 伊豆哲也 様(富士通研究所 セキュリティ研究所 シニアディレクター)
「暗号解読」
2. 6月2日 杉山敬三 様(KDDI総合研究所 執行役員)
「5G時代に向けたセキュリティ技術について」
3. 6月16日 楠和浩 様(三菱電機 情報技術総合研究所長)
「IoTとイノベーション」
4. 6月23日 風間博之 様(NTT DATA Inc. シリコンバレーオフィス拠点長)
「技術革新が導くデジタル社会の将来展望」
5. 7月7日 小川秀人 様(日立製作所 研究開発グループ 主管研究員)
「AI搭載プロダクトにおける品質保証の考え方とその取り組み・検証技術」
6. 7月14日 太田賢 様(NTTドコモ 先進技術研究所 主幹研究員)
「未来社会構想2050」
7. 7月21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)
「DX時代の到来とコーポレート・セキュリティ」

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 (2名: 総合科学技術研究科情報学専攻)

M1 (1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) 長島一真, 森田純哉, 竹内勇剛: ACT-R による内発的動機づけのモデル化: パターンマッチングに基づく知的好奇心のメカニズム, 人工知能学会論文誌, Vol. 36, No. 5, p. AG21-E_1-13 (2021).
- 3) Ichikawa, M., Sakamoto, T., & Takeuchi, Y.: Proposing an Inferential Model for Indebtedness Arising from Agents' Helping Behavior Using Bayesian Model, Proceedings of the 9th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI2021), pp.47-55 (2021).
- 4) Nagashima, K., Morita, J. & Takeuchi, Y.: Curiosity as pattern matching: simulating the effects of intrinsic rewards on the levels of processing, The 54th Annual Meeting of the Society for Mathematical Psychology, and the 19th Annual Meeting of the International Conference on Cognitive Modelling, pp.197-203 (2021).

【 国際会議発表件数 】

- ・ 2 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 1 4 件

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
博士課程: 加藤 新良太 (創造科技学院 D3)
修士課程: M2 (2名)、M1 (3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

昨年度までに、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の出現を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。片側3車線までの道路を対象に、同手法における車々間通信車両の普及率の影響をシミュレーションによって明らかとした。また、最新の車々間通信規格 5G NR V2X に基づいた詳細シミュレーションモデルを構築し、より実環境に近い条件での評価ができるようにしたほか、4車線以上の場合の制御方法について検討を進めた。

(2) 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た研究開発を進めている。本年度は、これまでに進めてきた浮流型の移動カメラ (浮流観測器) 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に加え、複数の無人飛行機 (UAV) の協調飛行とそれによる中継通信によりリアルタイムでの映像伝送による検査を可能とするシステムの開発に取りかかった。また、企業との共同研究により、下水管人孔部分の映像検査と記録を、民生用 360 度カメラに専用の照明装置を加えた装置を用いて行う手法について検討を進めた。

(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

既存無線通信インフラが震災や津波等の災害時によって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手法、災害復旧や救護に関わる組織間の情報交換を確実に行うための技術の開発を進めた。今年度は現実の地図データとマルチエージェントシミュレータ、無線通信シミュレーションを組みあわせ、詳細な性能評価を行った。これにより、効果的な狭帯域超距離無線のための固定中継点の配置方針、避難経路の混雑度合に応じた避難誘導の必要性、避難入り口での混雑回避のための方策の必要性を明らかとした。

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、すれ違い時の転送可能量推定モデルの構築を試みたほか、VHF-High 帯を用いた準狭帯域デジタル無線自営通信の可能性について調査した。具体的には、同帯域を用いた通信プロトコルの実装並びに実環境での測定実験により、通信環境と通信可能距離との関連性を明らかにした。

【 今後の展開 】

i) 車々間通信を活用した自動運転、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) 無線 LAN 映像伝送による省力化下水管検査技術、の三つを軸として研究を展開していく。i) では 4 車線以上の多車線での協調型車線変更、最新の車々間センサ情報配信制御技術を組み合わせた高度な情報配信制御手法を開発する。ii) に関しては、非 TCP のデータ転送プロトコルを使ったすれ違い通信の性能向上、性能異種の無線通信方式・多くの狭帯域チャネルの組織間の調停方法の開発、通信内容に応じた通信手段の選択や送信タイミングのスケジューリングに取り組む。iii) に関しては、複数 UAV を用いた下水管内映像伝送について、地上移動型のドローンを用いた実験システムでの実装を目指してプロトコルの開発を進める。

【 学術論文・著書 】

- 1) Y. Yahara, A. Kato, M. Takai, S. Ishihara, On Interactions between Evacuation Behavior and Information Dissemination via Heterogeneous DTN, *Journal of Information Processing*, vol.30, pp.120-129, doi: 10.2197/ipsjjip.30.120 (2022.2).
- 2) S. Ishihara, K. Furukawa, H. Kikuchi, Congestion Control Algorithms for Collective Perception in Vehicular Networks, *Journal of Information Processing*, vol.30, pp.22-29, doi: 10.2197/ipsjjip.30.22 (2022.1).
- 3) A. Kato, T. Maeno, Y. Owada, G. Sato, K. Temma, T. Kuri, M. Takai, and S. Ishihara: Link Setup Time Reduction by FILS on IEEE 802.11-based Inter-vehicular Communications, *IEEE Access*, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3128974 (2021).
- 4) A. Kato, M. Takai, S. Ishihara, WiNE-Tap: Wireless LAN Emulator with Wireless Network TAP Devices, *Ad Hoc Networks*, vol.123, 102690 (2021).
- 5) Z. Liu, Q. Li, X. Chen, C. Wu, S. Ishihara, J. Li, Y. Ji, Point Cloud Video Streaming in 5G Systems and Beyond: Solutions and Challenges, *IEEE Network*, vo.35, no.5, pp.202-209, doi: 10.1109/MNET.101.2000364 (2021).

【 国際会議発表件数 】

- 1) Y. Chikamoto, Y. Tsutsumi, H. Sawano, S. Ishihara: Demo: Sewer Inspection System Using Drifting Wireless Cameras - Video Data Transmission and Video Frame Localization, *The 13th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2021)*, (2021.11.17, Miraikan, Tokyo, Japan).

【 国内学会発表件数 】

・ 情報処理学会 DICOMO ワークショップ、など 16 件

【 受賞・表彰 】

・ Y. Chikamoto, Y. Tsutsumi, H. Sawano, S. Ishihara: Best Poster/Demo Award, *The 13th International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2021)* (2021.11.19).

他 11 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)、M1 (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。

(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。

【 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) Cress, U., Rosé, C., Wise, A. F., & Oshima, J. (Eds.). (2021). *International handbook of computer-supported collaborative learning*. Springer International Publishing.
- 2) Oshima, J., Yamashita, S., & Oshima, R. (2021). Discourse Patterns and Collective Cognitive Responsibility in Collaborative Problem-Solving. *Proceedings of ISLS2021, LS Program* (pp. 517–520).

- 3) Kawakubo, A. J T., Oshima, J., & Oshima, R. (2021). Idea Improvement Processes Leading to High Learning Outcomes and the Development of Regulation in Collaboration. Proceedings of ISLS2021, CSCL Program (pp. 169–172).
- 4) Ohsaki, A. & Oshima, J. (2021). Knowledge Creation Analytics for Jigsaw Instruction: Temporal Socio-Semantic Network Analysis. Proceedings of ISLS2021, LS Program (pp. 537–540).
- 5) Yamaguchi, S., Oshima, R., Oshima, J., Shiina, R., Fujihashi, T., Saruwatari, S., & Watanabe, T. (2021). Speaker Identification for Business-Card-Type Sensors. *IEEE Open Journal of the Computer Society*, 2, 216–226.
- 6) Ohsaki, A., Oshima, J., & Oshima, R. (2021). Knowledge-building analytics based on network science. In O. Poquet, B. Chen, M. Saqr, and T. Hecking (Eds.) Proceedings of the NetSciLA 2021 Workshop "Using Network Science in Learning Analytics: Building Bridges towards a Common Agenda" (pp. 29–33). Newport Beach, CA, USA (virtual).
- 7) 川久保アンソニーJ 太稀, 大島純, 大島律子. (2021). 知識構築活動におけるアイデア向上プロセス分析に基づく学習成果を向上させる条件. *日本教育工学会論文誌*, 45(1), 31–41.
- 8) Oshima, J., & Shaffer, D. W. (2021). Learning analytics for a new epistemological perspective of learning. *Information and Technology in Education and Learning*, 1(1), Inv-p003.
- 9) Barany, A., Philips, M., Kawakubo, A. J., & Oshima, J. (2021, November). Choosing Units of Analysis in Temporal Discourse. In *International Conference on Quantitative Ethnography* (pp. 80-94). Springer, Cham.
- 10) Yamaguchi, D., Yamaguchi, S., Ohtawa, S., Oshima, R., Oshima, J., Fujihashi, T., Saruwatari, S., & Watanabe, T. (2021). A Web Application with Business Card-Type Sensors for Collaborative Learning Analysis. Proceedings of IEEE 10th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE), 748–749.

【 国際会議発表件数 】

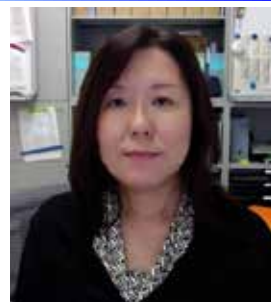
- 1) Oshima, J., Yamashita, S., & Oshima, R. (2021). Discourse Patterns and Collective Cognitive Responsibility in Collaborative Problem-Solving. ISLS2021, LS Program.
- 2) Kawakubo, A. J T., Oshima, J., & Oshima, R. (2021). Idea Improvement Processes Leading to High Learning Outcomes and the Development of Regulation in Collaboration. ISLS2021, CSCL Program.
- 3) Ohsaki, A. & Oshima, J. (2021). Knowledge Creation Analytics for Jigsaw Instruction: Temporal Socio-Semantic Network Analysis. ISLS2021, LS Program.
- 4) Barany, A., Philips, M., Kawakubo, A. J., & Oshima, J. (2021, November). Choosing Units of Analysis in Temporal Discourse. *International Conference on Quantitative Ethnography 2021*.
- 5) Yamaguchi, D., Yamaguchi, S., Ohtawa, S., Oshima, R., Oshima, J., Fujihashi, T., Saruwatari, S., & Watanabe, T. (2021). A Web Application with Business Card-Type Sensors for Collaborative Learning Analysis. IEEE 10th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本教育工学会において 8 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: D2 (1名)

修士課程: M1 (1名)

【 研究目標 】

高等教育では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。しかし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、知識創造型学習における学習者の評価手法の開発と共に、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に取り組むものである。

【 主な研究成果 】

(1) アイディアの有望性判断に基づく創造的問題解決の評価

アイディアの有望性判断における失敗メカニズムを明らかにするため、学習成果を高める可能性のある条件を踏まえた教授的支援の有無で条件間比較を行った。その結果、教授的支援は学習成果の低い学習者に対して有効に働く可能性が示唆され、有望性判断失敗の原因の一部としてアイディア選択とその向上に関する知識不足が判明した。さらに、既分析データの追加分析により、創造的問題解決の最後までアイディアの向上に従事し続けるグループの学習成果が高く、学習成果が低いグループはアイディア向上よりも他の事柄に注意が向いてしまうことが明らかになった。

(2) 学習者の協調スキルを事前に診断する自動評定システムの開発

情報学部綱川隆司研究室と共同で、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CRP(Collaboration Regulation Profiler)を用いて収集した学習者の回答を自動評定する機械学習アルゴリズムの精度の向上のため、BERT やBERTopicなどを用いた検討を行った。

(3) 非言語行動からグループ活動の解析を行う手法の検討

大阪大学大学院情報科学研究科・猿渡俊介研究室と共同で開発している名刺型のセンサバッジ (Sensor-based Regulation Profiler: SRP) を通じて収集したデータの解析方法を確立するため検討を複数行なった。具体的には複数人で会話している際の話者の検出方法、議論のトピックあるいは活動内容を元にした学習活動のフェーズ分割、学習者間で行われている議論のホットトピック (学習者たちが取り組んでいる問題の解決に関わる重要なトピックが集中して議論されている) の部分 (時間帯) の抽出、個々の学習者の活動量などについてであった。さらに、センサバッジの性能を高めるための検討も行なった。

【 今後の展開 】

(1) については、これまでグループ単位での分析を主として来たため、個人に焦点を当てた詳細な分析へと移行する予定である。(2)(3)については、引き続き精度向上や解析方法の検討を行う予定である。

【 学術論文・著書 】

- 1) Yamaguchi, S., Oshima, R., Oshima, J., Shiina, R., Fujihashi, T., Saruwatari, S., & Watanabe, T. (2021). Speaker Identification for Business-Card-Type Sensors. *IEEE Open Journal of the Computer Society*, 2, 216–226.
- 2) 川久保アンソニーJ 太稀, 大島純, 大島律子. (2021). 知識構築活動におけるアイデア向上プロセス分析に基づく学習成果を向上させる条件. *日本教育工学会論文誌*, 45(1), 31–41. 【テレコム学生奨励賞受賞】
- 3) Yamaguchi, S., Ohtawa, S., Oshima, R., Oshima, J., Fujihashi, T., Saruwatari, S., & Watanabe, T. (2022). An IoT System with Business Card-Type Sensors for Collaborative Learning Analysis. *Journal of Information Processing*, 30, 238-249

【 国際会議発表件数 】

- 1) Yamaguchi, D., Yamaguchi, S., Ohtawa, S., Oshima, R., Oshima, J., Fujihashi, T., Saruwatari, S., & Watanabe, T. (2021). A Web Application with Business Card-Type Sensors for Collaborative Learning Analysis. *Proceedings of IEEE 10th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE)*, 748-749
- 2) 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.
- 3) Oshima, J., Yamashita, S., & Oshima, R. (2021). Discourse Patterns and Collective Cognitive Responsibility in Collaborative Problem-Solving. *Proceedings of ISLS2021, LS Program* (pp. 517–520).
- 4) Kawakubo, A. J. T., Oshima, J., & Oshima, R. (2021). Idea Improvement Processes Leading to High Learning Outcomes and the Development of Regulation in Collaboration. *Proceedings of ISLS2021, CSCL Program* (pp. 169–172).

他 2 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本教育工学会全国大会において 1 1 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 : 7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) 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
- (2) 画像処理技術・AIを駆使した異常検知に関する研究
- (3) 画像処理による外観検査アルゴリズムの開発
- (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広色域ディスプレイの開発支援・評価

【 主な研究成果 】

(1) 画像処理技術・AIを駆使した車両検出に関する研究

深層学習による車両検出の精度向上のための事前学習法、データセット生成法を提案し、画像処理技術・AIを駆使した車両検出に関する研究に貢献した(電気学会論文誌、IEEE Transactions on Electrical and Electronic Engineeringに掲載)。

(2) 画像処理技術・AIを駆使した異常検知に関する研究

最近、ディープラーニングの中でも注目されているTransformerを参考にしたSelf-attention機構を用いた異常検知手法を提案した(電子情報通信学会PRMU研究会「月間プレゼンテーション賞」、動的画像処理実利用ワークショップ2022「研究奨励賞」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。また、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、インフラ保守応用にチャレンジしていきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) 山本雅也、大橋剛介, “疑似画像を用いた事前学習と実画像を用いた本学習による夜間道路標識検出,” 電気学会論文誌 C (電子・情報・システム部門誌), Vol.141, No.9, pp. 969-976, 2021.9
- 2) T. Oyabu, R. Sultana, Y. Sakagawa, G. Ohashi, “Pre-training dataset generation using visual explanation for classifying beam of vehicle headlights from nighttime camera image,” IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, Vol.16, pp. 1603-1611, 2021.
- 3) K. Nakagawa, Y. Hayami, H. Aoyanagi, H. Takamatsu, Y. Shimodaira, G. Ohashi, “Estimating the Helmholtz-Kohlrausch Effect in Natural Images Considering the Decreasing Brightness/Luminance Ratio with Increasing Lightness,” Journal of the Society for Information Display, Vol.29, No.6, pp. 476-488, 2021.

【 国際会議発表件数 】

- ・ The 28th International Display Workshops (IDW'21)などに3件

【 国内学会発表件数 】

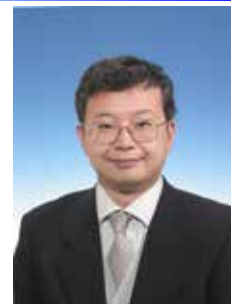
- ・ 第27回画像センシングシンポジウム (SSII2021) など9件

【 受賞・表彰 】

- ・ Quality Control by Artificial Vision (QCAV2021) 「Best Paper Award」 (2021.5.14)
- ・ 外観検査アルゴリズムコンテスト2021 「学生奨励賞」 (2021.12.2)
- ・ 電子情報通信学会 PRMU 研究会 「月間プレゼンテーション賞」 (2021.12.16)
- ・ 動的画像処理実利用ワークショップ2022 「研究奨励賞」 (2022.3.3)

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、本年度はこのシステムを利用する教師が GUI を使用してこれまでより少ない労力で教材を作成できるオーサリングシステムの構築およびその評価を行った(国際会議1)。またこのシステムにおいて、プログラムの挙動を可視化する際の表現のバリエーションを増やすために、変数値が変数オブジェクトの大きさに反映される仕組みなどを導入してシステムを拡張した(国際会議2)。

(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」を推定してその結果を教師・TA に提供することで教育支援を行うシステムを開発した(国際会議3)。

(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。また学習者の標準的問題解決行動のモデルを持ち、これを用いて学習者の問題解決プランを推定す

る機能を構築した、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（国内発表：電子情報通信学会教育工学研究会）。

【 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 】 4 件

- 1) Koichi YAMASHITA, Miyu SUZUKI, Satoru KOGURE, Yasuhiro NOGUCHI, Raiya YAMAMOTO, Tatsuhiro KONISHI and Yukihiro ITOH, “GUI Based System for Effortless Program Visualization Creation Using Time Series Information,” Proceedings of ICCE2021, pp.579-588 (2021.11).
- 2) Hiroki SOMA, Satoru KOGURE, Yasuhiro NOGUCHI, Koichi YAMASHITA, Raiya YAMAMOTO, Tatsuhiro KONISHI and Yukihiro ITOH, “Development of Mapping Function between Variable Value and Object Properties for Program Behavior Visualization Tool TEDViT,” WIPP Proceedings of ICCE2021, pp.694-696 (2021.11).
- 3) Tomoki IKEGAME, Yasuhiro NOGUCHI, Satoru KOGURE, Koichi YAMASHITA, Raiya YAMAMOTO, Tatsuhiro KONISHI and Yukihiro ITOH, “Instruction Support System using Impasse Detector and Major Failure Diagnoser for Programming Exercises,” WIPP Programming of ICCE2021, pp.700-702 (2021.11).
- 4) Masaki Takeda, Satoru Suto, Takafumi Sakamoto, Akinobu Nameda, Tatsuhiro Konishi. “Effects of Anxiety on Active Class Attitude in E-Learning: Analysis by considering learning strategy and willingness to learn,” Proceeding of ICETC 2021(International Conference on Education Technology and Computers), pp.174-179, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA(2021.9).

【 国内学会発表件数 】

- ・人工知能学会、電子情報通信学会、教育システム情報学会にて9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： 災害情報処理, 上空画像処理
e-mail address: saji@inf.shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/saji-lab/>



【 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、および動画データなどさまざまなデータを利用・統合しながら解析を行い、幅広い応用を意識し研究を進めている。研究例を以下に記す。

(1) 航空・衛星画像解析

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

(2) 移動物体追跡

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

(3) 三次元形状計測

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

【 主な研究成果 】

上記研究それぞれについての成果を以下に記す。

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

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

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

【 今後の展開 】

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

【 国内学会発表件数 】

・ ViEW2022 ビジョン技術の実利用ワークショップ 4 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 D2、社会人)
修士課程: M2 (1名)、M1 (2名)

【 研究目標 】

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

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

【 主な研究成果 】

(1) 知的環境認識型ワイヤレスネットワークの構築

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

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

(2) 胸部 X 線 CT 画像における肺がん病巣候補自動抽出の高精度化

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

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

(3) マルチメディア情報通信技術の応用・展開

これまでに、位置情報検出手法のバレーボール試合記録システムへの応用、異なる 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 】

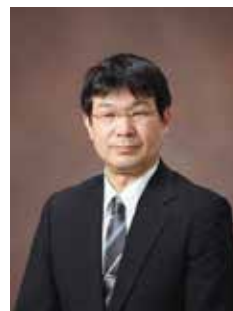
知的環境認識型ワイヤレスネットワークを用いた獣害検知システムで収集した膨大なデータを基に、害獣の出没を予測する手法について精度向上の研究を進めている。さらに、マルチメディア情報通信技術を医療・社会福祉・災害対策等に応用していきたい。

【 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6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 (D3、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によるデジタルフォントの開発

昨年度開発した書体の自動生成アルゴリズムを使い、失われつつある天竜浜名湖鉄道の手書きの看板文字を収集・学習し、それを元に漢字の自動生成を行い、天浜線フォントとして972文字をアウトライン化して公開した。

(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

今期は、Web コンテンツにおける人間的特性について印象評価実験を行い、行動を誘発させる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、情報文化学会、日本情報教育学会など7件

【 新聞報道等 】

- 1) 2021年5月7日 共同通信社 Web 記事, ローカル鉄道の文字電子化学生ら「沿線の風景残す」
- 2) 2021年5月8日 静岡新聞, 天浜線フォントプロジェクト」の発起人「この人」津田菜美さん
- 3) 2021年5月11日 朝日新聞(東京 B、大阪府他)掲載, エヴァのロケ地異世界感
- 4) 2021年8月8日 中日新聞, 天浜線フォント巡る夏
- 5) 2021年8月24日 静岡新聞, 「天浜線フォント」普及へ企画
- 6) 2021年12月10日 静岡新聞, 静大生有志制作「天浜線フォント」改訂漢字など 972 文字を公開
- 7) 2021年12月17日 静岡第一テレビ every しずおか天浜線フォント特集放映, 古い駅名看板の手書き文字をデジタル化「天浜線フォント」静大生の挑戦

【 受賞・表彰 】

- ・ 第 12 回社会情報学会中部支部研究会・第 7 回芸術科学会中部支部研究会・第 10 回情報文化学会中部支部研究会 合同研究会 優秀発表賞(2021 年度), 財部あかり, 杉山岳弘, 人間的特性に基づいた小説購入時に電子書籍選択を誘引する Web コンテンツデザイン, 第 12 回社会情報学会中部支部研究会/第 7 回芸術科学会中部支部研究会/○第 10 回情報文化学会中部支部研究会合同研究会論文集, pp. 21-24, (2021. 12. 18, 名古屋イノベーターズギャラリー/オンライン)
- ・ Best Presentation Award, the 8th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2021(2021.9.7-9, Online), Effects of Listening of “Dengaku” Music (One of Japanese Traditional Music) to the Changes of Heart Rate Variability, Satoshi Watanabe, Takahiro Sugiyama, Naofumi Nakaya, Naruki Shirahama
(以下は過去のものであるが、コロナのため表彰されていなかった)
- ・ 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/新型コロナのため)
- ・ 観光情報学会 第 20 回 研究発表会優秀賞(2019 年度), 小山詩乃, 杉山岳弘, ' 観光情報雑誌におけるポートレート写真で使われている画角と構図の分析', 観光情報学会第 20 回研究発表会講演論文集, pp. 21-24, (2019. 11. 9-10, 沖縄県市町村自治会館(沖縄県那覇市))

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： ナレッジマネジメント、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
博士課程：1名
修士課程：M2 (5名)、M1 (3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」における組織記憶と情報技術の関係性に関する研究

コンピュータベースのナレッジリポジトリが、失敗からの学習において組織の記憶を増強するかどうかを検討した。一般的にコンピュータベースのナレッジリポジトリは組織の記憶を強化すると考えられるが、従来の研究では逆説的な効果も想定されている。すなわち、知識情報はコンピュータベースのリポジトリに保存されるため、組織のメンバーは常に脳内で記憶する必要はなく、組織の記憶を強化することはできないのではないかと議論もある。コンピュータベースのナレッジレポジトリが日常的に使用しながら組織的な失敗からの学びを上手に実施してきている企業を対象にアンケート調査を行った。その結果、(1) コンピュータ・レポジトリは、組織記憶を直接強化するのではなく、(2) 脳の記憶のようなソフト・メモリと文書のようなハード・メモリの両方を増強することを介して、(3) ソフト・メモリとハード・メモリは組織記憶を強化する、ということが分かった。そして、この分析結果を基に、コンピュータが組織記憶を直接強化するのではなく、コンピュータを活用するという組織ルーチンが、組織記憶を促進するのではないかと推察された。

(2) 視線計測による技能伝承要素の可視化

Human information processing のモデルでは Perception から Response までのサイクルを表現するのが一般的である。本研究では、あまり着目されてこなかった Response から Perception が開始されるまでの間には何が起きているのかに注目し、サイクリックな工程における Visual Search の状態を、視線計測を用いて可視化した。その結果、次工程での行動意思決定を行う準備として anticipation が行われており、そのため Perception から Response までのスピードに貢献していることが判明した。この結果を踏まえて、ヒューマンファクターにおける Visual Search のモデリングを考察した。

【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。

【学術論文・国際会議発表】

- 1) Jun NAKAMURA, Sanetake NAGAYOSHI, “Exploring knowledge engineering in cognitive skills transfer for small and medium-sized companies using eye tracking,” *International Journal of Systems and Service-Oriented Engineering (IJSSOE)*, Vol. 12, No. 1.2022. (16 頁) DOI: 10.4018/IJSSOE.297138
- 2) Sanetake NAGAYOSHI, Jun NAKAMURA, “Can a Computer-Based Knowledge Repository Strengthen Organizational Memory? Evidence from a Japanese Company” *Proceedings of Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2021 IEEE International Conference, 2021. (5 頁)
- 3) Sanetake NAGAYOSHI, Jun NAKAMURA, “Failure Knowledge-Sharing Motivation with Self Determination Theory –Evidence from a Japanese Company” *Proceedings of Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2021 IEEE International Conference, 2021. (5 頁)
- 4) Sanetake NAGAYOSHI, Jun NAKAMURA, “Creative Activity Outcomes and Optimal Task Scheduling” *Proceedings of Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2021 IEEE International Conference, 2021. (5 頁)
- 5) Jun NAKAMURA, Sanetake NAGAYOSHI, Nozomi KOMIYA, “Cognitive Biases as Clues to Skill Acquisition in Manufacturing Industry” *Proceedings of Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2021 IEEE International Conference, 2021. (5 頁)
- 6) Jun NAKAMURA, Sanetake NAGAYOSHI, Nozomi KOMIYA, “Effects of Anticipation in Manufacturing Processes: Towards Visual Search Modeling in Human Factors” *In The 8th Multidisciplinary International Social Networks Conference (MISNC2021)*, November 15-17, 2021, Bergen, Norway. ACM, New York, NY, USA. (10 頁) <https://doi.org/10.1145/3504006.3504009>
- 7) Jun NAKAMURA, Sanetake NAGAYOSHI, Nozomi KOMIYA, “Skill Transfer of Traditional Pottery Techniques: Exploring the Effects of Metacognition Through Gaze Movement” *Procedia Computer Science (2021), 25th International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems*, KES2021, 8-10 September 2021, Online, Elsevier, 2021. (7 頁)
- 8) Anand Konjengbam, Sanetake NAGAYOSHI, “Towards Implementing an Effective Checklist for Information Delivery in On-Demand Education,” *Proceedings of The 25nd Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS)*, 2021. (12 頁)

他 2 件

【国内学会発表】

- 1) 中村潤、永吉実武、古宮望美「品質検査における眼球往復運動」第42回知識・技術・技能の伝承支援研究会 (SIG-KST) (2021年11月26日)、オンライン

他 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
<https://lab.inf.shizuoka.ac.jp/nisimura/>



【 研究室組織 】

教 員: 西村 雅史

博士課程: D1 (1名)、D3 (1名)

修士課程: M1 (8名)、M2 (9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) 皮膚接触型マイクを用いた All-in-one 音声認識システムの研究・開発
- (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

【 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についても自動推定が可能であるとの見通しを得た。また、この技術を基に、特殊な医療機器を使うことなく、生体音の情報だけから咀嚼の質を客観的に測定する方法を考案し、その有効性を示すとともに特許申請を行った。また、食事行動自動認識に関する一連の研究成果を基礎として科研費挑戦的研究(開拓)「多元的センサー情報に基づく食行動研究基盤の構築」(R3-R6)を提案し、採択された。

(2) 軽度認知症早期発見技術

他大学の医学部及び民間企業と共同で、人型ロボットとの対話時の音声を用いて軽度認知症のスクリーニングを行う手法について基礎的な検討を行っている。その研究成果を国際会議 IEEE Lifetch2021 で発表し、”1st Prize, Excellent Paper Award for Oral Presentation”を受賞した。

【 今後の展開 】

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みたいと考えている。

【 学術論文・著書 】 3 件

- 1) "Automatic Detection of Chewing and Swallowing," Akihiro Nakamura, Takato Saito, Daizo Ikeda, Ken Ohta, Hiroshi Mineno, Masafumi Nishimura, Sensors 2021, Vol.21, Issue 10, 3378; <https://doi.org/10.3390/s21103378>, May 8, 2021.
- 2) "咽喉マイクを用いた大語彙音声認識のための特徴マッピングによるデータ拡張と知識蒸留," 鈴木貴仁, 緒方淳, 綱川隆司, 西田昌史, 西村雅史, 情報処理学会論文誌, Vol.62, No.6, pp.1373-1381, 2021.6.
- 3) "Throat Microphone Speech Enhancement Using Machine Learning Technique," Subrata Kumer Paul, Rakhi Rani Paul, Masafumi Nishimura, Md. Ekramul Hamid, Intelligent Computing Paradigm and Cutting-edge Technologies (ICICCT 2020), 2021.4. (論文集, Springer Nature)

【 特許等 】 1 件

- ・ 評価装置、評価方法、及び評価プログラム, 特願 2021-212349. ([出願日]2021 年 12 月 27 日)

【 国際会議発表件数 】 6 件

- 1)"Automatic Detection of Chewing and Swallowing Using Attention-Based Fusion," Akihiro Nakamura, Takato Saito, Daizo Ikeda, Ken Ohta, Hiroshi Mineno and Masafumi Nishimura, Proc. of GCCE2021, pp.404-406, 2021.10. 他 5 件

【 国内学会発表件数 】 3 0 件

【 招待講演件数 】 1 件 (共著)

【 受賞・表彰 】 本人 1 件, 学生 9 件

- 1) IEEE LifeTech2021 1st Prize Excellent Paper Award for Oral Presentation, "A Study for Detecting Mild Cognitive Impairment by Analyzing Conversations with Humanoid Robots," (2021.4)

指導学生の受賞 (論文賞, 奨励賞など)

- 1)IEEE LifeTech2021 1st Prize Excellent Paper Award for Oral Presentation, : 吉井謙太 (2021. 4)
- 2) 情報処理学会東海支部学生論文奨励賞 : 鈴木貴仁 (2021. 5)
- 3) 情報学シンポジウム 2021 奨励賞 : 吉村和大 (2021. 9)
- 4) 情報学シンポジウム 2021 奨励賞 : 原川裕作 (2021. 9)
- 5) 情報処理学会第 83 回大会学生奨励賞 : 武井久実 (2022. 3)
- 6) 情報処理学会第 83 回大会学生奨励賞 : 福田治輝 (2022. 3)
- 7) 情報処理学会第 83 回大会学生奨励賞 : 呉京澤 (2022. 3)
- 8) 国際シンポジウム ISFAR-SU2022 Best Presentation Award : S.Indrapriyadarsini (2022.3)
- 9) 総合科学技術大学院情報学専攻長表彰 : 吉井謙太 (2022. 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 (4名)、M1 (4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-EC の宇宙実験

2021 年 3 月に打ち上げた STARS-EC (三光) の運用を行い、宇宙実験を実施してきました。金属製のテープ状テザーを用いた超小型衛星であり、10m のテザーを伸展および回収する実験に成功しました (コンベックステザー伸展回収は世界初)。近年の宇宙デブリ (ごみ) 問題において、宇宙機との衝突危険性を考えると、伸展したテザーを回収 (巻き取る) ことにより、他宇宙物体を避けることは重要な技術となります。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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。

(6) 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 4 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立していくことを目指します。

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 サービスの運用
- (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) 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
- (5) グリッド条サーバネットワーク図の描画手法
- (6) ナース・スケジューリング(看護師勤務表作成)の支援ツールの開発

【 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://wvp.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、350以上のWebサイトをホスティングする WWP を開発した。5年以上の実運用を通じ、1サイト当たりの運用コストを大幅に低減できた。

【 今後の展開 】

- (1) 複数台のネットワークスイッチと物理サーバ間でグリッド状のネットワーク配線を必要

とするサーバネットワークの配線図は複雑になる。新しいデザインの観点からこれらのサーバネットワーク図の簡便で読みやすい描画手法を開発中である。

(2) ナース・スケジューリング研究では、作成者の勤務表作成の負荷軽減のために作成をサポートするツールを研究している。勤務表の良し悪しの評価(定量評価)をサポートの手掛かりとして研究を進めている。現在は、チームワークの程度の定量評価に取り組んでいる。

【 国際会議発表件数 】

- 1) 伊藤賢, 長谷川孝博, 炭谷正太郎, ナース・スケジューリングにおけるチームワークの程度の事前予測に関する一考察, 日本ソーシャルデータサイエンス学会2022シンポジウム
- 2) 伊藤賢, 炭谷正太郎, ナース・スケジューリングにおける現場の課題と支援するソフトウェアの在り方について, せいれい看護学会第12回学術集会 (2021)
- 3) 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) 第28回 日本輸血・細胞治療学会 秋季シンポジウム (2021. 10. 8-9)
『コロナ時代の情報管理をどうするか』長谷川孝博
<http://www.jstmct.or.jp/sympo28/timetable/>
- 2) 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、鈴木睦代 (創造科技院 D3)
修士課程: M2 (4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) プラスチックごみリサイクルに関するリスクの分析
- (2) ICT・数理・データサイエンスを活用した栄養教育に関する教育イノベーションの研究
- (3) 高卒者による早期退職回避へ有効な対策の検証
- (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) 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。そこで、容器としてのプラスチック製品に関するLCA研究を行った。その結果、プラスチックは他の代替案(紙、布、ガラス、アルミ等)に比べて環境負荷が少ない素材であることが示された。

(2) ICT・数理・データサイエンスを活用した栄養教育に関する教育イノベーションの研究

栄養教育は健康リスク、特に若者の健康リスクを回避する有効な手段となり得るが、紙、鉛筆、黒板に頼った従来型の教育方法には様々な制約がある。そこで、スマートフォン、ネットワーク、ソーシャルメディア、テキストマイニングなどのICT・数理・データサイエンスの技術を導入することによる栄養教育の改善、つまり影響教育のDX化を検討する。この研究成果は社会人学生の鈴木によって日本栄養改善学会関東甲信越支部学術総会にて発表された。

(3) 高卒者による早期退職回避へ有効な対策の検証

高卒者は3年で5割が退職すると言われており、採用する側の企業にとっては頭の痛い人材リスクである。社会人修士の伊藤は、地元の中小企業同友会と共同で周辺の高校の就職活動のアクションリサーチを行い、早期退職の回避につながるいくつかの要因を抽出した。その成果を経営情報学会全国研究発表大会で発表した。

(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

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。しかし、コロナ禍のためボランティアを集めること自体が難しい状況となった。そこで、コロナ禍が市民活動・ボランティア活動に与えた影響について全国調査を行い、その結果について日本リスク学会年次大会で発表

した。この成果その他の業績から、日本リスク学会の学会賞を受賞した。

【 今後の展開 】

当面、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。LCAの結果を論文として発表するとともに、より良い廃棄物処理、リサイクルの方法について分析を進める。二つ目は栄養教育のDX化の研究である。DXを用いた栄養教育の試みを継続するとともに、得られた成果の論文化を検討する。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。

【 学術論文・著書 】

1) 浅野敏久, 森保文, 前田恭伸, 犬塚裕雅, “環境活動への市民参加を促すための情報提供 瀬戸内海流域住民を対象としたアンケート調査から”, 水資源・環境研究. 34(2), 20-27 (2021).

【 国内学会発表件数 】

・日本リスク学会年次大会, ISTR2021 Global Virtual Conference など計6件

【 受賞・表彰 】

・日本リスク学会 学会賞 (2021年11月21日)

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
- (3) カプセル内視鏡動画からの病変部の抽出 (浜松医科大学大澤恵先生、宮津隆裕先生との共同研究)

【 主な研究成果 】

CREST 採択、数情的情報活用基盤、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) 三浦憲二郎, 「精密工学における曲線・曲面 -CAGD の基礎-」, p.144-151, "はじめての精密工学 第 1 巻," 近代科学社, 2022.

- 2) Kenjiro T. Miura, Dan Wang, R.U. Gobithaasan, Tadatoshi Sekine, Shin Usuki, Uniqueness Theorem on the Shape of Free-form Curves Defined by Three Control Points, *Computer-Aided Design and Applications*, 19(2), 2022, 293-305.
- 3) Syed Ahmad Aidil Adha Said Mad Zain, Md Yushalify Misro, Kenjiro T. Miura, Generalized Fractional Bezier Curve with Shape Parameters, *Mathematics* 2021, 9(17), 2141; <https://doi.org/10.3390/math9172141> (registering DOI)
- 4) Sidra Maqsood, Muhammad Abbas, Kenjiro T. Miura, Abdul Majeed, Gang Hu, Tahir Nazir, Shape-Adjustable Developable Generalized Blended Trigonometric Bezier Surfaces and Their Applications, *Advances in Difference Equations*. 2021, Article number: 459 (2021) DOI <https://doi.org/10.1186/s13662-021-03614-3>
- 5) R.U. Gobithaasan, Yee-Meng Teh, Kenjiro T. Miura, Wen-Eng Ong, Lines of Curvature for Log Aesthetic Surfaces Characteristics Investigation, *Mathematics* 2021, 9(21), 2699; <https://doi.org/10.3390/math9212699>
- 6) Sidra Maqsood, Muhammad Abbas, Kenjiro T. Miura, Abdul Majeed, Samia BiBi, Tahir Nazir, Geometric Modeling of Some Engineering GBT-Bezier Surfaces with Shape Parameters and Their Applications, *Advances in Difference Equations*, (2021) 2021:490 <https://doi.org/10.1186/s13662-021-03643-y>
- 7) 三浦憲二郎, R.U. Gobithaasan, 關根惟敏, 臼杵深, 一般化三角関数曲線とそのスプライン化, *日本機械学会論文集, 特集号「設計工学とシステム工学の新展開 2021」*, Vol.87, No. 904, 2021. <https://doi.org/10.1299/transjsme.21-00154>
- 8) Tadatoshi Sekine, Hiromi Itaya, Shin Usuki, and Kenjiro T. Miura, "Defective judgment for automotive wire harness using convolutional neural network," *IEICE Communications Express*, vol. 10, no. 12, pp. 924-929, Dec. 2021. (doi:10.1587/comex.2021COL0038)
- 9) Yee-Meng Teh, R.U. Gobithaasan, Kenjiro T. Miura, Diya J. Albayari, Wen-Eng Ong, The development of Log Aesthetic Patch and its projection onto the plane, *Mathematics* 2022, 10, 160. <https://doi.org/10.3390/math10010160>
- 10) Ameer, M.; Abbas, M.; Miura, K.T.; Majeed, A.; Nazir, T.; Curve and Surface Geometric Modeling via Generalized Bezier-like Model, *Mathematics* 2022, 10(7), 1045;. <https://doi.org/10.3390/math10071045>
- 11) Abdul Majeed, Mehwish Naureen, Muhammad Abbas, Kenjiro T. Miura, "Construction of Cubic Trigonometric Curves with an Application of Curve Modeling," *Mathematics* 2022, 10(7), 1087; <https://doi.org/10.3390/math10071087>
- 12) Abdul Majeed, Muhammad Abbas, Kenjiro T. Miura, "A comparative study of different schemes based on Bezier-like functions with an application of craniofacial fractures reconstruction," *Mathematics* 2022, 10, 1269, <https://doi.org/10.3390/math10081269>
- 13) 三浦憲二郎, R.U. Gobithaasan, 乾正知, 關根惟敏, 臼杵深, 球面 2 次 Bezier 曲線の G2 接続とその有理化, *日本応用数理学会 2021 年度年会, オンライン開催*, September 7-9, 2021.
- 14) 島康太郎, 北澤弘幸, 關根惟敏, 臼杵深, 三浦憲二郎, リバースエンジニアリングのための連続性を考慮したトリム曲面の生成, *日本機械学会第 31 回設計工学・システム部門講演会, オンライン開催*, September 15-17, 2021.
- 15) 三浦憲二郎, R.U. Gobithaasan, 關根惟敏, 臼杵深, " ε κ -曲線 : 曲率極値の制御," *2021 年度精密工学会秋季大会学術講演会, オンライン開催*, September 21-23, 2021.
- 16) 井ノ口順一, 軸丸芳揮, 梶原健司, 三浦憲二郎, Schief Wolfgang, "相似幾何による S 字型離散対数型美的曲線の生成法," *日本応用数理学会第 18 回研究部会連合発表会, オンライン開催*, March 8-9, 2022.
- 17) 武智健太郎, 關根惟敏, 臼杵深, 三浦憲二郎, "画像処理を援用した三次元測定データの B-spline 曲面近似精度向上," *2022 年度精密工学会春季大会学術講演会, オンライン開催*, March 15-17, 2022.

【 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、Visual Computing+VC Communications 2021, 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 2021 年度年会など 10 件

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、正極性後続雷の雷電流波形を検討した結果、波高値は負極性後続雷と大差はないが、継続時間が異なるために電荷量は大きくなることが判明した。(藤田一真, 道下幸志, 横山 茂, 松井倫弘, 深山康弘, 本庄暢之, 臼井 崇: 「仁賀保風力発電所で観測された両極性上向き雷の ICC 終了後に発生するパルスの性状」, 電気学会高電圧研究会, HV-22-004 (2022. 1. 20))

【 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。

【 国際会議発表件数 】

・ ICLP/SIPDA 計 3 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 電気学会 計 7 件
- ・ 電気設備学会 1 件

【 受賞・表彰 】

木村悠太 令和 3 年電気学会電力・エネルギー部門大会 Y0C 優秀発表賞

古郡紗英 第 3 回電気設備学会学生研究発表会準優秀賞

藤田一真 令和 3 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会優秀論文発表賞

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：グリーン科学技術研究所)
(副担当：情報学部 情報科学科および
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： 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：永井 幸政、チンチュ・ヴィスワン、小崎 成治、宮田 浩紀、小池 誠、倉 聖美、
横谷 温子、ロヒム・ウンメ・ファウジア、角 武憲
修士課程： M2 (2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を収集する『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時系列データを機械学習や深層学習によって知能化し、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。

【 主な研究成果 】

(1) IoT のための異種無線通信システム間の周波数共用に関する研究

Sub-1GHz 帯を使用する IEEE 802.15.4g と IEEE 802.11ah の相互干渉低減による周波数共用を目的に、IEEE 802.11ah 改良方式と IEEE 802.15.4g 改良方式に加え、公平性指標 Fairness Index を提案し、IEEE 802.19.3 標準化で合意されたユースケースとパラメータを用いたネットワークシミュレーションで有効性を示した。

(2) 複雑背景下での植物栽培状況の高精度な認識と定量化技術の研究

高品質な植物栽培には生育状態の経時的な記録と分析が重要となる。実栽培環境における複雑背景下の画像でも果実熟度の高精度判別や小さな花序の高精度カウンティング、メロン等級を自動判別する画像処理・深層学習技術を研究開発した。また時系列データの不均衡性を緩和するリサンプリング手法を研究開発し、光合成速度や蒸発散速度の推定精度向上に成功した。

【 今後の展開 】

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。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も意識している。

【 学術論文・著書 】 計3件

- 1) Yukimasa Nagai, Jianlin Guo, Philip Orlik, Takenori Sumi, Benjamin A. Rolfe, Hiroshi Mineno, "Sub-1 GHz Frequency Band Wireless Coexistence for the Internet of Things," IEEE Access, Vol.9, pp. 119648-119665, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3107144 (Aug.2021). (ISI IF: 3.745)
- 2) Yukimasa Nagai, Takenori Sumi, Jianlin Guo, Philip Orlik, Hiroshi Mineno, "IEEE 802.19.3 Standardization for Coexistence of IEEE 802.11ah and IEEE 802.15.4g Systems in Sub-1GHz Frequency Bands," 情報処理学会論文誌(トランザクション CDS), No.11(2) (May.2021).
- 3) Akihiro Nakamura, Takato Saito, Daizo Ikeda, Ken Ohta, Hiroshi Mineno, Masafumi Nishimura, "T Automatic Detection of Chewing and Swallowing," MDPI Sensors, 21(10) (May.2021).

【 特許等 】 計 1 件

- 1) 特願 2021-141700, “リサンプリング装置、情報処理システム、リサンプリング方法、及びリサンプリングプログラム”

【 国際会議発表件数 】 計 5 件

- 1) Umme Fawzia Rahim, Hiroshi Mineno, “Highly Accurate Tomato Maturity Recognition: Combining Deep Instance Segmentation, Data Synthesis and Color Analysis,” 3rd Asia Digital Image Processing Conference (ADIP 2021), 17.Dec.2021(Online). (Best Presentation of Session 3)
- 2) Atsuko Yokotani, Hiroshi Mineno, Satoshi Ohzahata, Tetsuya Yokotani, “A Proposal on mechanisms of ICN with traffic control functions for IoT communication,” 15th International Workshop on Informatics (IWIN2021), 12.Sep.2021(Online). (Industrial Paper Award)
- 3) Umme Fawzia Rahim, Tomoyoshi Utsumi, Hiroshi Mineno, “Comparison of grape flower counting using patch-based instance segmentation and density-based estimation with Convolutional Neural Networks,” The 6th International Symposium on Artificial Intelligence and Robotics (ISAIR 2021), 21.Aug.2021(Online).
- 4) Kohei Sasagawa, Tetsuya Yokotani, Seiji Kozaki, Hiroshi Mineno, Takeshi Suehiro, Kenichi Nakura, Masaki Noda, “Evaluation platform with virtualized network emulation for traffic control methods in optical access and 5G co-operation systems,” 26th Optoelectronics and Communications conference (OECC 2021), 3.Jul,2021(Online). 他 1 件

【 国内学会発表件数 】 計 8 件

- 1) 寺本, 齋藤, 池田, 西村, 水野, 峰野, “複数受信機を用いた CSI ベースの日常行動推定に関する検討,” 情報処理学会 第 33 回 CDS 研究会, 21. Jan. 2021. (学生奨励賞)
- 2) 平原, 加納, 海野, 北川, 工藤, 永井, 峰野, “植物生育記録の自動化に向けた Keypoint 検出の検討,” 情報処理学会 第 33 回 CDS 研究会, 21. Jan. 2021. (優秀発表賞)
- 3) 伴, 小池, 峰野, “自律充電機能を備えた植物の生長記録自動収集システムの提案,” 情報処理学会 第 29 回 マルチメディア通信と分散処理ワークショップ (DPSWS2021), 26. Oct. 2021.
- 4) 小池, 平原, 渡辺, 小川, 峰野, “半教師あり学習を用いた果実画像からのメロン等級判定システムの検討,” 情報処理学会 第 32 回 CDS 研究会, 2. Sep. 2021.
- 5) 藤浪一輝, 大石直記, 二俣 翔, 峰野 博史, “栽培データの分布不均衡性を考慮した植物生理状態推定の検討,” 情報処理学会マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02021) シンポジウム, 3. Jul. 2021. (優秀論文賞&優秀プレゼンテーション賞), 他 3 件

【 招待講演件数 】 計 5 件

- 1) “IoT/AI を用いた次世代情報協働栽培システム,” 第 10 回 IoT/M2M フォーラム講演会(仏教伝道センタービル, 東京都), 7. Dec. 2021.
- 2) “IoT/AI を用いたマルチモーダルフェノタイピングによる適応型情報協働栽培に向けて,” 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) 28. Oct. 2021.
- 3) “Wilt detection-based irrigation IoT/AI system for Tomato water stress cultivation,” International Conference on Green Science and Technology 2021 (ICGST2021), 21. Sep. 2021.
- 4) “第 2 部 パネルディスカッション「現代農業の革新と生物環境工学のパラダイム」,” 日本生物環境工学会シンポジウム「生物環境工学のパラダイム・シフト」, 10. Sep. 2021.
- 5) “IoT/AI 灌水制御を用いた情報協働栽培技術の進捗と今後,” 農業情報学会 2021 年度年次大会(オンライン), 23. May. 2021.

【 受賞・表彰 】 計 8 件

- 1) 情報処理学会 84 回全国大会 学生奨励賞 (B4 平原健太郎)
- 2) 第 37 回電気通信普及財団賞-テレコムシステム技術賞- (D3 永井幸政)
- 3) 情報処理学会 第 33 回 CDS 研究会 学生奨励賞 (B4 寺本京祐)、優秀発表賞 (B4 平原健太郎)
- 4) ADIP 2021 Best Presentation of Session 3 (D2 Rahim Umme Fawzia)
- 5) 情報処理学会 DICOM02021 優秀論文賞・優秀プレゼンテーション賞 (M2 藤浪一輝)
- 6) IWIN2021 Industrial Paper Award (D1 横谷温子)
- 7) 情報学シンポジウム 2021 奨励賞 (M2 金田千広) 他 1 件 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 : M2 (1名)、M1 (2名)
学 部 生 : B4 (5名)、B3 (4名) 研 究 生 : (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みます。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) 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, 「韓国日本学会 企画叢書 4 日本語学・日本語教育学編 情報化時代の日本語・日本語教育研究」(韓国日本学会), pp. 235-263, ISBN 979-11-6587-208-3 93730, 宝庫社 (2021).
- 2) N. Asai, Y. Miyazaki, Eigenvalue Problems for a Class of Infinite Complex Symmetric Tridiagonal Matrices with Related Three-Term Recurrence Relation, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, Volume 406, (2022),
- 3) M. Asano, M. Nakano, Y. Miyazaki, M. Fujieda, Introducing a Bilingual Corpus Database System of Medical Abstracts for Exploring Academic Connotations of Words: A Case Study of First-year Medical Students, *J. Med. Eng. Educ.*, 21 (1), pp. 23-31, (2022).
- 4) 谷 誠司, 宮崎 佳典, 安 志英, 元 裕璟, CEFR 読解指標(CDS)に基づく作題例の妥当性に関わる特性抽出の試み, 常葉大学大学院国際言語文化研究科紀要, (to appear).

【 国際会議発表件数 】

- ・ EDULEARN21, LAK21 など 6 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 情報処理学会第 84 回全国大会など 15 件

【 受賞・表彰 】

- ・ 中野 愛実, 宮崎 佳典, 藤枝 美穂, 浅野 元子, 野口 ジュディー, 石川 有香, 若狭 朋子, 医学系論文抄録の日英対訳コーパスを活用した医学英語教育支援システム開発, 情報処理学会第 84 回全国大会, 2022 年 3 月, 学生奨励賞受賞
- ・ 山川 智也, 宮崎 佳典, 坂野 僚亮, 英単語並べ替え問題に解答する際に発生する迷いをを用いた Learning Analytics の試み, 2021 年度 JSiSE 学生研究発表会 (東海地区), 2022 年 2 月, 優秀賞受賞
- ・ 坂野 僚亮, 宮崎 佳典, 英単語並べ替え問題に解答する際に発生する迷いの解答履歴データ分析, 情報学シンポジウム 2021, 2021 年 9 月, 奨励賞受賞

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



【 研究室組織 】

教 員：一ノ瀬 元喜
博士課程：鈴木 睦代 (創造科技院 D3)
修士課程：M2 (4名)、M1 (2名)
学 部 生：B4 (5名)

【 研究目標 】

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

【 主な研究成果 】

(1) 適応的長距離移動の協力進化への重要性

自分を時には犠牲にしても他者を助ける協力行動は、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、人間らしい手を指す将棋 AI の開発、SNS の文章分析による感染症と感情の伝播の可視化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) H. Yokoi, Y. Takeuchi, G. Ichinose, O. Kitade, and K. Tainaka, Microbial mutualism promoting the coexistence of competing species: Double-layer model for two competing hosts and one microbial species, *Biosystems* 211, 104589, 2022.
- 2) A. Mamiya, D. Miyagawa, and G. Ichinose, Conditions for the existence of zero-determinant strategies under observation errors in repeated games, *Journal of Theoretical Biology* 526, 110810, 2021.
- 3) G. Ichinose, T. Tsuchiya, and S. Watanabe, Robustness of football passing networks against continuous node and link removals, *Chaos, Solitons & Fractals* 147, 110973, 2021.

【 国内学会発表件数 】

- 1) 宮川大樹, 間宮安曇, 一ノ瀬元喜, 繰り返し囚人のジレンマゲームにおけるゼロ行列式戦略に対する適応経路, 第 7 回数理解論生物学交流発表会, 2022.
- 2) 一ノ瀬元喜, ゼロ行列式戦略とその拡張, ゲーム理論ワークショップ 2022, 2022. 【招待講演】
- 3) 高橋良武, 一ノ瀬元喜, 媒介中心性を用いた道路ネットワークの堅牢性評価, 第 84 回情報処理学会全国大会, 5M-03, 2022.
- 4) 南澤優希, 一ノ瀬元喜, 年齢層を考慮した COVID-19 の感染症流行シミュレーション - 若者・高齢者それぞれの自粛による感染抑制効果の違い -, 第 84 回情報処理学会全国大会, 1M-03, 2022.
- 5) 高橋良武, 一ノ瀬元喜, 媒介中心性を用いた道路ネットワークの堅牢性評価, ネットワーク科学研究会 2021, 2021.
- 6) 杉山裕, 宮川大樹, 一ノ瀬元喜, ソーシャルフォースモデルを用いた避難シミュレーションにおける事前出口把握及び誘導の効果, 第 27 回交通流と自己駆動粒子系のシンポジウム論文集, 2021.
- 7) 宮川大樹, 間宮安曇, 一ノ瀬元喜, 割引因子付き繰り返し囚人のジレンマゲームにおいて傾きが正の ZD 戦略は適応的プレイヤーを協力へ導く, 2021 年度日本数理生物学会年会, 203-2(2), 021.
- 8) 渡邊駿介, 一ノ瀬元喜, Mapper ネットワークに基づくバスケットボールプレイヤーの分類, 第 35 回人工知能学会全国大会論文集, 1J2-GS-10d-02, 2021.

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 (3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。ビンピッキングやモノづくりプロセスの高度化などの産業応用、屋外作業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、高齢者の歩行計測と転倒要因の分析、歩行支援機器やリハビリ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) モノづくりプロセスの高度化
- (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・歩行トレーニング装置の開発
- (5) リハビリシステム用小型 MRF デバイスの開発
- (6) 高齢者のための手指・腕の複合トレーニング装置の開発

【 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、昨年度に採択された 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/>) のプロジェクトの成果を受けて、さらにその応用に取り組んだものである。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、光学式スキャナーを用いて、部品認識とピッキングの精度の検証も行った。

(2) モノづくりプロセスの高度化

本研究は、令和3年度に新たに採択された A-SAP 産学官金連携イノベーション推進事業のプロジェクトとして実施したもので、複合現実を用いたロボットの新しいティーチング手法の開発を目指したものである。当初の構想通りのシステムを実現し、次の段階の研究に進むための足掛かりとすることができた。

(3) 回転脚型小型モビリティの開発

本研究は、脚と車輪の両方の長所を併せ持つ「回転脚」を有する新しい小型モビリティ（移動ロボット）を実現することを目指して進められた。回転脚は、伸縮機能を持った脚を車軸の周囲に放射状に配置した構造で、制御によって不整地での凹凸の吸収や車体のバランス制御を行うことができる。内部の磁気粘性流体 (MR 流体) に磁界を印加することで伸縮の粘性を制御

し、凹凸吸収やバランス制御を実現している。回転脚は車輪として機能するため差動車輪タイプの移動ロボットを構成することができ、シンプルな走行制御で凹凸吸収などの付加機能を実現できるという大きな利点がある。RGB-D カメラ等の周囲センサと組み合わせることにより、周囲の状況に合わせた走行制御が可能である。実機を作成して機能試験を終えることができたため、今後はさらに改良を進めていく予定である。

(4) 高齢者の歩行計測と分析・歩行トレーニング装置の開発

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必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。

(5) リハビリシステム用小型 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。本研究では、福祉機器への応用を目指して、回転型と直動型の二種類の小型 MRF デバイスの開発を行った。その結果、指や腕などのリハビリ機器に搭載可能なデバイスを構成することができた。

(6) 高齢者のための手指・腕の複合トレーニング装置の開発

本研究プロジェクトは、加齢とともに衰える脳機能や運動機能の維持と回復を目的に、高齢者のための見守り機能を有する手指・腕の複合トレーニング装置を開発することを目指すものである。高齢になると、例えば筋力低下によりペットボトルの蓋が開けられなくなるなど生活動作に支障をきたし、手先の細かい作業や運動の不足により脳機能が低下して認知症の危険性が高まるため、生活の質(QOL)の向上と維持が高齢者福祉の大きな課題となっている。そこで本研究では、画面に提示される訓練プログラムの指示に従って、操作デバイスを握りながら手指と腕を動かして複合的にトレーニングを行うことができる新しいリハビリ装置の開発を行った。装置は、手指と腕に与える抵抗感を自由に変えることができる MRF デバイス(指用と腕用の二種類)の開発成果を基に構成した。

【 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。産業応用のテーマに関しては実用化研究の段階に、リハビリテーション機器については施設での効果確認を目指して研究を続けていく予定である。

【 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 4 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: <https://mc2-lab.com/profile/usuki/>



【 研究室組織 】

教 員: 臼杵 深

修士課程: M2 (2名)、M1 (3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 】

生物試料の三次元計測のために、画素ずらしに基づいたライトフィールド顕微鏡の高分解能化を行った。一方で画素ずらし回数が増えることによりモーションアーティファクトの影響が大きくなることが確認された。そこで、画素ずらし回数(画像枚数)と空間分解能の関係を調査して画素ずらし回数の最適化を行った。また、線虫 *C. elegans* の蛍光ライトフィールド顕微鏡観察を行い、高分解能化により神経細胞をより鮮明にとらえることができた。

【 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) 三浦憲二郎, R.U. Gobithaasan, 關根惟敏, 臼杵深, 一般化三角関数曲線とそのスプライン化, 日本機械学会論文集, Vol.87, No. 904, 2021. <https://doi.org/10.1299/transjsme.21-00154>
- 2) Kenjiro T. Miura, Dan Wang, R.U. Gobithaasan, Tadatoshi Sekine, Shin Usuki, Uniqueness Theorem on the Shape of Free-form Curves Defined by Three Control Points, Computer-Aided Design and Applications, Vol.19, Issue 2, pp.293-305, 2021.
- 3) Tadatoshi Sekine, Hiromi Itaya, Shin Usuki, and Kenjiro T. Miura, Defective judgment for automotive wire harness using convolutional neural network, IEICE Communications Express X10-B/12 -, 2021.

<https://doi.org/10.1587/comex.2021COL0038>

- 4) 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.
<https://doi.org/10.1007/s00371-021-02149-8>

【 国際会議発表件数 】

- ・ CAD'21 など 3 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 精密工学会など 1 1 件

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 】

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。前年度に引き続き、発音情報をダイレクトに推定する End-to-end 型深層ニューラルネットワークを活用する仕組みを洗練し、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、STD 技術に End-to-end 型深層ニューラルネットワークを活用する仕組みで改善の効果を実証した。

(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検出モデル開発

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、深層学習モデルを導入した話者分離や音声検出の研究を進めてきた。今年度は大規模な YouTube クリップのラベル付きデータで学習された音響イベント検出モデルを利用し、音声区間検出を頑健に実現する音声検出モデルを新たに提案し、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

これまで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てきた。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。今年度は EEG センサーの複数チャンネル信号に対する相対位相特徴と繰り返しの想起を考慮した分類モデルと分類手法によって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) Takumi Kurokawa and Atsuhiko Kai, "Retrieval-oriented E2E ASR Modeling for Improved Query-by-example Spoken Term Detection", Proc. APSIPA Annual Summit and Conference (APSIPA ASC 2021), pp.1037-1042, 14-17 December 2021, Japan
- 2) Takumi Kurokawa and Atsuhiko Kai, "Robust Query-by-example Spoken Term Detection for Unknown Words Using Speech Retrieval-oriented E2E ASR Modeling", Proc. IEEE 10th Global Conference on Consumer Electronics (GCCE2021), pp.342-343, October 2021, Japan

【 国内学会発表 】

- 1) 坂井 亮太, 甲斐 充彦, 中川 聖一, "脳波による聴取及び想起音声認識のための特徴表現", 第8回サイレント音声認識ワークショップ(SSRW2021), 2021/10/18.

ロボットのセンサ情報処理・認識と制御

准教授 小林 祐一 (KOBAYASHI Yuichi)
情報科学専攻 (主担当: 工学部 機械工学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)
専門分野: ロボット工学、センサ情報処理
e-mail address: kobayashi.yuichi@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://sensor.eng.shizuoka.ac.jp/~koba/>



【 研究室組織 】

教 員: 小林 祐一

博士課程: 茨木稔 (創造科技院 D3)、加藤大資 (創造科技院 D1)

修士課程: M2 (2名)、M1 (5名)

【 研究目標 】

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

- (1) ロボットの環境接触作業における不確実性・多様性への対処法
- (2) 屋外不整地環境を自律走行する移動ロボットのための環境認識法
- (3) センサ情報間の関係推定にもとづく学習制御法

【 主な研究成果 】

(1) 非整備環境を走行する移動ロボットのための環境認識パラメータの自動調整

農業用途などでは、移動ロボットの需要が高まっているが、工場などのように事前にロボットが動作するのに適した環境整備を行うことはコスト面から必ずしも容易ではない。そのような整備が十分でない環境でロボットが適切に動作するための環境認識方法についての研究を進め、走路を識別するのに有用な画像情報として線分に着目し、その認識パラメータを自動調整する方法を開発した。

(2) 運動システムの部分的な因果関係の再利用を説明可能な運動学習モデルと再利用のための変数変換

種々の感覚間の依存関係推定を行う運動学習モデルに「写像間の変換推定」という機構を導入し、過去に獲得した制御器の中の部分的な因果関係を再利用する過程を説明する運動学習モデルを開発した。変数変換を格子状の座標表現系として実装し、2つの写像の間の変換の推定を行う機構を格子状のノード群の上に表現される関数パタンの最適化問題として定式化した。勾配法と遺伝的アルゴリズムを用いた最適化方法を開発・実装し、左右両腕の間の制御器の間で情報の再利用が可能になる運動学習課題の例題においてその有効性を確認した。

【 今後の展開 】

より多自由度のロボット運動生成法を可能にするための認識と運動生成の方法論を構築するこ

とを引き続き目標とする。移動ロボットの環境認識方法については、運動計画・ナビゲーション方法、自己位置推定と地図生成などの技術との統合を進めながら技術を深化させる。非線形制御の学習方法については、非線形制御の方法を取り込んだ形での学習方法の開発を行う。

【 学術論文・著書 】

- 1) 日本ロボット学会監修, 香月理絵編著, 小林祐一他 16 名著, 自動運転技術入門 AI×ロボティクスによる自動車の進化, オーム社, ISBN: 978-4-274-22701-1, 2021. 4. 7. (第 9 章 9. 1-9. 3 節担当)
- 2) Y. Kobayashi, T. Sugimoto, K. Tanaka, Y. Shimomura, F. G. Arjonilla, C. H. Kim, H. Yabushita, T. Toda, Robot navigation based on predicting of human interaction and its reproducible evaluation in a densely crowded environment, International Journal of Social Robotics, DOI: 10.1007/s12369-021-00791-9, 15 pages, 2021. (IF: 4.797)
- 3) F. G. Arjonilla and Y. Kobayashi, Supervised learning of mapping from sensor space to chained form for unknown non-holonomic driftless systems, Industrial Robots, <https://doi.org/10.1108/IR-10-2020-0221>, 2021. (IF: 1.436)

【 国際会議発表件数 】

- 1) K. Nakahara and Y. Kobayashi, Automatic Generation of Feedback Stabilizable State Space for Non-holonomic Mobile Robots, Proc. of International Conference on Image Processing and Robotics, 2022.
- 2) S. Tanaka, W. Xiang and Y. Kobayashi, Domain Knowledge-Based Automatic Parameter Selection for 2D/3D Line Segment Detection in Semi-Unstructured Environment, Proc. of IEEE/SICE International Symposium on System Integration, pp. 1003-1008, 2022.
- 3) S. Nakamura and Y. Kobayashi, A Grid-Based Estimation of Transformation of Partial Dynamics using Genetic Algorithm for Motor Learning, Proc. of The 32nd 2021 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science, MP2-2-3, 2021.

【 国内学会発表件数 】

- ・計測自動制御学会システムインテグレーション部門大会, 計測自動制御学会知能システムシンポジウムなど 4 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: 河合 孔明(創造科技院 D3)、Ihsan Ibrahim(創造科技院 D2)
修士課程: M2 (8名)、M1 (2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) 技術の高度化もあわせて、それらの応用システムへの展開を可能にする基礎技術・理論開発を目的として研究を行っている。様々な社会的ニーズを深掘りする社会現象の解析支援技術としてのマルチエージェント最適化・シミュレーション技術から、そこでの動作主体である高度ソフトウェア・エージェントと外界とのやり取りの基盤である意味情報処理基盤、メカニズムデザイン技術・理論、それらを社会で運用するための合意形成にかかわる応用技術までを、幅広く研究展開している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 高度マルチエージェント・シミュレーション・学習技術の通信分野等への応用的技術開発
- (2) 高速推論技術・オントロジーを基盤とした高度クエリ処理とその応用技術の開発
- (3) 協調的に振る舞う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) **高度マルチエージェント・シミュレーション・学習技術の通信分野等への応用的技術開発**
マルチエージェント技術および通信効率化技術について、情報通信に関連したセキュリティ機構への応用、情報通信効率化の実現、および通信対戦型 e-Sports 環境下への応用の可能性についての知見を報告した。(指導学生筆頭著者の論文誌および国際会議発表にて)
- (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**
これまでに独自に開発を継続してきたエージェントソフトウェア実装基盤・言語処理系の 20 年以上にわたる開発過程を振り返ってその開発記録文書および更新記録などを分析し、長期間にわたっての安定した研究用先端ソフトウェア実装基盤の提供を可能とするための要因についての解析や知見を示した。(人工知能学会全国大会単著発表および国際招待講演にて)

【 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、すでに行っている技術指導などを通じた地域企業への技術還元も視野に入れながら、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への適用に向けて、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) Takaaki Kawai, "Video Slice: Image Compression and Transmission for Agricultural Systems", MDPI Sensors, Vol.21, No.3698, pp.1-18, 2021. (JCR Q1, 5-Year Impact Factor: 3.735) (主指導学生の単著論文)
- 2) Kanji Watanabe and Naoki Fukuta "An Agent-based Approach for Preventing and Defusing Toxic Behaviors on Team Competition Games", Information Engineering Express, 2022 (in print)

【 解説・特集等 】

(解説)

- 1) 福島 俊一, 福田直樹, 伊藤 孝行 "複雑化社会における意思決定・合意形成のための AI 技術—JSAI2020 卒業オーガナイズドセッションの紹介", 人工知能学会誌, Vol. 36, No. 5, pp. 609--612, 2021.
- 2) 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 】

- ・ I. Ibrahim, A. A. P. Ratna, and N. Fukuta, "Human-Interface Approach Towards Multi-Agent System Filed Optimization", Proc. International Symposium on Electrical and Computer Engineering Track, 17th International Conference on Quality in Research (QiR2021), pp.170--175, 2021. 他, 合計 10 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 情報処理学会 全国大会、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 12 件

【 招待講演 】

- ・ "Toward a Long-term Development Process of an Agent System Prototyping Platform", Invited Talk at International Symposium on Applied Informatics Innovations (ISAI2022), 2022 年 3 月 22 日 (オンライン講演)

【 受賞・表彰 】

- ・ Top 25% Reviewer, The 35th AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI2021)
- ・ その他, 国際会議 The 20th International Semantic Web Conference (ISWC2021), the 30th International Joint Conference on Artificial Intelligence(IJCAI2021), The Thirty-36th AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI2022)などのプログラム委員, 人工知能学会 市民共創知研究会主幹事, 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 (3名)、M1 (1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3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) 対話により駆動され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) 模倣を介した自律性の発生のメカニズムをさぐるための実験環境の構築

【 主な研究成果 】

(1) 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

言語習得中の子供の内部プロセスを理解することにより、音韻生成の誤りを修正する要因を解明することを目的とした。具体的な手法として、認知アーキテクチャである ACT-R での記憶検索のパラメータを、生得性と経験性の観点から整理し、利用した。さらに、日本語の単語ゲーム「しりとり」をインタラクシオンタスクとし、シミュレーションを実施した。シミュレーションにおいて、ACT-R の経験的要因と生得的要因を操作し、それらの要因が音韻意識の獲得に及ぼす効果を検討した。シミュレーションの結果、タスクの繰り返しにより、誤った音韻生成へのフィードバックループが発生することが示された。このループを防ぐ要因として、しりとりタスクのインターバルにおける介入が効果的であることが示された。特定の音韻への活性を補正するように全体的に音韻知識の活性化を上昇させる訓練を行わせる。さらに、特定の生得的設定でのシミュレーションは、子音脱落などのエラーを示し、現実の発達障害と類似した傾向を示した。

(2) 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

ウェブ環境は、我々の日常生活を便利にする一方で、人間の認知との不適合による感情的な問題を深刻にさせている。本研究では、ウェブ利用時のネガティブな感情を和らげるために、ユーザが記憶した商品画像をウェブ広告の形で提示するブラウザ拡張機能を開発した。このシステムは、人間の記憶と感情のモデルとして、認知アーキテクチャの ACT-R を利用する。ユーザーに取り付けられた心拍数センサーが ACT-R モデルのパラメータを調整し、モデルによって表される感情状態がユーザーの生理的状態と同期(カメレオン効果)またはカウンターバランス(ホメオスタシス調節)する。システムを利用した実験の結果、カウンターバランスモデルが、ネガティブなウェブブラウジング行動(反芻的な行動)を抑制することが示された。こ

で提示したシステムの特徴は、説明可能性の高い認知モデルを利用することにより、発展する情報社会を人間自身により制御するアプローチを示すものである。

【 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徴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) J. Nishikawa, J. Morita, “Cognitive model of phonological awareness focusing on errors and formation process through Shiritori”, *Advanced Robotics*. (2022).
- 2) J. Morita, T. Pitakchokchai, G. B. Raj, Y. Yamamoto, H. Yuhashi, T. Koguchi, “Regulating Ruminative Web browsing Based on the Counterbalance Modeling Approach”, *Frontiers in Artificial Intelligence*, (2022).
- 3) G. B. Raj, J. Morita, T. Pitakchokchai, “Gaze Analysis on the Effect of Intervention on Ruminative Web Browsing”, *Advances in Artificial Intelligence (Post proceedings of JSAI 2021)* 1423, 118-129 (2022).
- 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) R. Yoneda, J. Morita, “The Internal State Mediating Between Decision-Making and Arousal”, *HAI '21: Proceedings of the 9th International Conference on Human-Agent Interaction*, 75-83 (2021)
- 6) A. Hosokawa, J. Morita, “Cognitive Models Leading to Behavior-Reading in a Card Game”, *HAI '21: Proceedings of the 9th International Conference on Human-Agent Interaction*, 337-341 (2021)
- 7) 遊橋裕泰, 森田純哉, 地域情報ポータルにおける感性検索サービスの試行的市場投入, *マーケティングジャーナル* 41/2 33-45 (2021)
- 8) 長島 一真, 森田 純哉, 竹内 勇剛, ACT-R による内発的動機づけのモデル化-- パターンマッチングに基づく知的好奇心のメカニズム, *人工知能学会論文誌* 36/5 - (2021)
- 9) K. Nagashima, J. Morita, Y. Takeuchi, “Curiosity as pattern matching: simulating the effects of intrinsic rewards on the levels of processing”, *Proceedings of the 19th Annual Meeting of the International Conference on Cognitive Modeling*, 197-203 (2021)
- 10) J. Nishikawa, J. Morita, “Simulating the factors that correct the erroneous process of phonological generation in Japanese”, *Proceedings of the 43rd Annual Meeting of the Cognitive Science Society (CogSci 2021)*, 2190-2196 (2022)
- 11) J. Morita, Y. Ohmoto, Y. Hayashi, “Integrating Knowledge in Collaborative Concept Mapping: Cases in an Online Class Setting”, *Intelligent Tutoring Systems. ITS 2021. (Lecture Notes in Computer Science)* 12677, 99-106 (2021)
- 12) Y. Ohmoto, J. Morita, Y. Hayashi, “Investigating Clues for Estimating ICAP States Based on Learners’ Behavioural Data During Collaborative Learning”, *Intelligent Tutoring Systems. ITS 2021. (Lecture Notes in Computer Science)* 12677, 224-231 (2021)
- 13) 西川 純平, 森田 純哉, 音韻意識形成過程における誤りの認知モデリング, *ヒューマンインタフェース学会論文誌* 23/2, 189-200 (2021)

【 国内学会発表件数 】

・HAI シンポジウム、日本認知科学会、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 16 件

Slow Informatics

准教授 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://www.ymmt3-lab.org/>



【 研究室組織 】

教 員 : 山本 祐輔
修士課程 : M2 (5名)、M1 (4名)

【 研究目標 】

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

- ・先入観に囚われない、注意深い情報探索
- ・クリエイティブな作業・知識獲得活動を刺激する情報インタラクション
- ・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) 確証バイアスがウェブ検索行動に与える影響の分析

認知心理学の分野では、「人間は自分の好みや信念にあった情報を選択的に取得してしまう」という確証バイアスという認知傾向が知られている。この確証バイアスはウェブ検索行動でも発生することが確認されているが、具体的にどのような特性を持ったユーザに確証バイアスが生じやすいか、確証バイアスが生じた場合、ウェブ検索中に具体的にどのような振る舞いを行うかはほとんど知られていない。今年度はウェブ検索行動と確証バイアスの関係を分析するための実験システムを開発し、クラウドソーシングを用いたウェブ行動解析を行った。

(2) 批判的ウェブ探索に向けた行動内省を促進する検索インタフェースの開発



多くの人がウェブ検索を通じて調べ物を行っているが、ウェブ情報は誤った情報が多いという問題がある。ウェブには誤った情報が多いにも関わらず、ウェブ検索ユーザはデータや証拠の有無といった「内容の品質」よりも、デザインのきれいさといった「見た目の品質」を優先してしまう傾向がある。

こうした問題を解決するため、本年度は、ユーザが見た目の品質ではなく、内容の品質を重視した情報精査を行う必要性を感じてもらうためのインタフェースを提案した。具体的には、検索結果ページの横に自身のページ閲覧傾向のスコアを可視化したゲージを表示した。ユーザが内容の品質が高いページを閲覧した場合はスコア上昇し、見た目の品質が高いページを閲覧した場合はスコアが下降する仕組みになっている。しかし、そのユーザはその仕組みを直感的に理解できず、情報探索による

スコアの変動を通じてのみわかるようになっている。このような設計にすることによって、見た目の品質よりも内容の品質が高いページを閲覧することが重要であるとユーザに内省させることを狙っている。

【 学術論文・著書 】

- 1) 莊司慶行, 相原健郎, 大島裕明, 神門典子, 白石晃一, 中島悠太, 山本岳洋, 山本祐輔: “提示型検索モデルに基づくミュージアム電子ガイドとその利用ログを用いた事前学習・事後学習支援”, 情報処理学会論文誌: 人文科学とコンピュータ, Vol. 63, No. 2, pp. 364-377, February 2022.
- 2) Junya Morita, Thanakit Pitakchokchai, Giri B. Raj, Yusuke Yamamoto, Hiroyasu Yuhashi and Teppei Koguchi: "Regulating Ruminative Web browsing Based on the Counterbalance Modeling Approach", Frontiers in Artificial Intelligence, Vol.5, No.741610, pp.1-14, January 2022.
- 3) Masaki Suzuki and Yusuke Yamamoto: "Characterizing the Influence of Confirmation Bias on Web Search Behavior", Frontiers in Psychology, Vol.12, No.771948, pp.1-11, December 2021.

【 国際会議発表件数 】

- 1) Taiga Murata, Jerome C. Foo, Yusuke Yamamoto, and Jinhyuk Kim: "Day-to-Day Relationship Between Sleep Regularity and Mood", 2022 Annual Scientific Meeting of American Psychosomatic Society (APS 2022), pp., Online, March 2022 (poster paper).
- 2) Yoshiyuki Shoji, Kenro Aihara, Noriko Kando, Yuta Nakashima, Hiroaki Ohshima, Shio Takidaira, Masaki Ueta, Takehiro Yamamoto and Yusuke Yamamoto: "Museum Experience into a Souvenir: Generating Memorable Postcards from Guide Device Behavior Log", Proceedings of the 21st ACM/IEEE on Joint Conference on Digital Libraries (JCDL 2021), pp.120-129, Online, September 2021 (Full Paper 22/76 = 28.9%).
- 3) Yuki Wakatsuki and Yusuke Yamamoto: "Clustering to Support Users Finding Unexpected Perspectives in Brainstorming", Proceedings of the 10th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI 2021), pp.1-4, Online, July 2021 (short paper).
- 4) Momoha Murata, Hiroaki Ohshima and Yusuke Yamamoto: "SmileGlass: AR Glasses that make people appear to be smiling toward the enhancement of well-being", Proceedings of the 10th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI 2021), pp.1-6, Online, July 2021.
- 5) Yuya Okuse and Yusuke Yamamoto: "Recommender System for Familiarizing Gradually to Unfamiliar Domains", Proceedings of the 10th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI 2021), pp.1-6, Online, July 2021.
- 6) Chen Hongchao and Yusuke Yamamoto: "Task-based Assessment to Evaluate Instagram Users' Capabilities for Personal Information Leakage Prevention", Proceedings of the 10th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI 2021), pp.1-6, Online, July 2021.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 情報処理学会など 2 2 件

【 受賞・表彰 】

- ・ DEIM 2022 学生プレゼンテーション賞
- ・ 情報学研究データリポジトリ (IDR) ユーザフォーラム 2021 企業賞

離散構造データの要約とその応用

准教授 山本 泰生 (YAMAMOTO Yoshitaka)
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: 知能情報学、データマイニング
e-mail address: yyamamoto@inf.shizuoka.ac.jp
homepage: <https://lab.inf.shizuoka.ac.jp/yamamoto/index.html>



【 研究室組織 】

教 員 : 山本 泰生

博士課程 : D2 (1名)

修士課程 : M2 (5名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

本研究室のミッションは、人工知能とビッグデータ領域のフロンティアを切り拓く革新的なアルゴリズム開発を通して、人と社会に資する研究成果を生み出し、それを国際的に発信することです。本ミッションに沿う基礎研究として、現在、離散構造データの要約に関する研究課題に取り組んでいます。また応用研究として、タイムドメイン天文学やスマートファクトリー分野に関する共同研究に取り組んでいます。

【 主な研究成果 】

(1) 離散構造データの要約とタイムドメイン天文学への応用

大量のデータを効率よく保持するためのデータ管理技術の開発は、ビッグデータ時代の本質的な重要課題の一つです。現在、自然科学データを扱う観測系において、多数のセンサーから生成され続けるデータを`On-the-fly`でリアルタイム解析することが求められています。本研究では、このようなストリーム型ビッグデータの利活用に資する高速・軽量なデータ要約法を開発しています。データ要約とは、ある関係クエリに対して高速に応答する軽量データ構造を指します。本研究では、これまで見逃されてきた一般の半順序関係クエリを扱う新しいデータ要約法を開発しています。今年度は、カーネル密度推定(kernel density estimation, KDE)に基づく新しいサポートサマリアルゴリズムを提案しました。KDEを対象とするスケッチとしてRACE (repeated arrays of count estimators) と呼ばれる確率的データ構造に着目し、これを多段に積層化することで順序関係を扱う任意の関係クエリに応答可能なサポートサマリを実現しています。

タイムドメイン天文学における応用課題も同時に進めています。高時間分解能で観測される大量のライトカーブデータから稀に発生する突発変動現象を早期発見するリアルタイム検知技術を開発しています。ライトカーブは一般にS/Nが低く、通常の異常検知法が想定する正常系の生成モデルを学習することが難しく、さらに未知の変動現象を対象とするため、変動現象の形状や頻度、強度等を事前に想定することが難しいといった課題があります。このような極めてノイズフルな時系列データから未知の変動現象をリアルタイム検知することが求められます。本研究では、データ要約法に基づく突発検知アルゴリズムを提案し、ライトカーブに出現するフレアをリアルタイム検知する問題に対する性能評価を進めています。

(2) ストリームデータ処理とスマートファクトリーへの応用

工場内で生成されるストリームデータをリアルタイム解析する上で不可欠となる高可用性な機械学習モデルとデータ要約技術を開発しています。ヤマハ発動機との共同研究において、工場内の作業者の行なう一連の作業行動を、複数台のネットワークカメラと頭・腕に装着した小

型スマートデバイスを用いてセンシングし、作業工程に分解する深層学習モデルを構築しています。エッジ側から生成され続ける大量の作業ストリームに対処するリアルタイム処理や作業データの変動に対する深層学習モデルのロバストネスなど、中長期的な運用を考える上で壁となるデータ工学ならびに機械学習上の課題に取り組んでいます。これらの課題はデータ中心AI (data centric AI) における重要テーマであり、製造業におけるAI 活用に共通する汎用的課題と位置付けられます。そのソリューションとして、現在、連合学習 (federated learning) の研究に注目が集まっています。深層学習モデルを扱うストリームデータ処理の流れは一般に図1のようなデバイス・エッジ・クラウドの3層構造を有します。デバイスで生成されるデータはエッジを介してクラウドに集約され、クラウドにおいて深層学習モデルの更新後、各デバイスに更新済みモデルが再分配されます。作業データストリームを安定的に管理・運用する上でこのようなストリームデータ基盤を整備することは重要ですが、他方、工場内のEdge-heavyなデータを扱う場合、セキュリティの問題やレイテンシの大きさが重大な問題となります。これに対し連合学習では、各デバイス内でモデル更新に必要な勾配を計算した後、エッジ上で勾配のみを集約する方式を取ります (図2)。デバイスから元データを送る必要がないため、プライバシー保護とレイテンシの低いリアルタイム処理の課題を解決することが可能です。現在、連合学習フレームワークを作業ストリームデータに適用することでロバストで高可用なモデルを獲得する課題に取り組んでいます。



図1. ストリームデータ処理と深層学習モデル

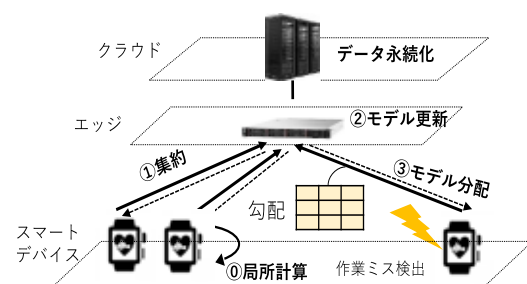


図2. 連合学習のフレームワーク

【今後の展開】

離散構造データに対する劣線形要約法の確立し、応用課題を推進していきます。ナノセカンドオーダーの超高時間分解能が想定されるストリームデータ処理に資する汎用技術として今後ますます重要となる分野と考えています。

【学術論文・著書】

- Thanapol Phungtua-eng, Yoshitaka Yamamoto, Shigeyuki Sako: “Dynamic binning for the unknown transient patterns analysis in astronomical time series”, IEEE BigData2021 poster, pp. 5988-5990, 2021.12 DOI: 10.1109/BigData52589.2021.9671917
- Koji Iwanuma, Kento Yajima, Yoshitaka Yamamoto: “Enumerating minimal generators from closed itemsets-toward effective compression of negative association rules”, IEEE CSDE2021, pp.1-7, 2021.11 DOI: 10.1109/CSDE53843.2021.9718380
- Thanapol Phungtua-eng, Yoshitaka Yamamoto, Shigeyuki Sako: “Detection for transient patterns with unpredictable duration using Chebyshev inequality and dynamic binning”, CANDAR'21 WANC International Workshop, pp. 454-458, 2021.11 DOI: 10.1109/CANDARW53999.2021.00084

【国内学会発表件数】

- 人工知能学会全国大会など 計8件

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を行い、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) 経験的モード分解(EMD 解析)を用いた機能性食品摂取前後の自律神経活動の評価の試み

本研究では、従来の HRV 解析手法である FFT 解析と、FIR フィルタとヒルベルト変換による解析 (HT 解析)、経験的モード分解 (EMD 解析) とを比較することで、EMD のデータ適応型の信号分離という特徴から、GABA 摂取時の自律神経活動を検討することを目的とした。その結果、EMD 解析は FFT 解析よりも被験者間の各 HRV 指標 (LF、HF、LF/HF 比) のばらつきを小さくすることができ、HT 解析と同様に体動や異常な生体信号 (ECG) を低減することができる可能性を示唆した。さらに EMD 解析の特徴として、従来の HRV 周波数帯域の枠組みでは被験者によって、HRV 指標が得られないことが示された。以上の結果から、EMD 解析が従来の FFT 解析や HT 解析とは異なる観点 (非線形・非定常) からの自律神経活動の評価に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
- ・ 日本生体医工学会 2 件

(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18名の教員から構成されている。ナノマテリアルの研究分野は分野融合・領域横断の要素が強く、研究対象は大別すると有機・無機材料となる。詳しく見ると、強誘電体、磁性体、セラミックス、高分子材料あるいは生体物質など、きわめて幅広い物質が研究対象である。これらの材料を構成する物質の分子・原子レベルでの配列と構造を制御し、材料開発と機能開発を、実験的・理論的に行うことが部門としての目標である。

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

2. 教員名と主なテーマ

- ・ 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
- ・ 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：有機化学を基盤としたグリーンものづくり
- ・ 脇谷尚樹：気相法による機能性セラミックス薄膜の創成
- ・ 奥谷昌之：光機能性酸化物薄膜の形成と応用
- ・ 田中康隆：リチウムイオン二次電池の有機電解質合成
- ・ 富田靖正：無機機能性材料開発・二次電池への応用
- ・ 中村篤志：複合酸化物・ナノカーボン材料応用
- ・ 鳴海哲夫：創薬を指向したケミカルバイオロジー研究
- ・ 松田靖弘：溶液中およびゲル中の高分子の構造解析
- ・ モラル ダニエル：Si ナノ構造を用いたドーパント原子デバイス
- ・ 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2021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。

- ・ 佐藤浩平 タンパク質化学合成を加速する方法論の開発に取り組み、ペプチドヒドラジドとジアルコキシベンズアルデヒドを利用する新規手法の開発に成功した。
- ・ 平川和貴 光線力学的療法において、正常組織を傷つけず、がんを選択的に治療できる P(V)ポルフィリン光増感剤を開発する目的で、pH を利用した活性制御と自己会合とタンパク質認識を利用した活性制御にそれぞれ成功した。
- ・ 脇谷尚樹 シリコン基板上にエピタキシャル成長した蛍石型構造の酸化物薄膜上にペロブスカイト構造の酸化物がエピタキシャル成長する際の配向性を支配する要因を解明した。これは電子セラミックス薄膜を用いた新しいデバイス創成に道を開く。
- ・ 近藤 淳 弾性表面波(SAW)による液滴搬送について、SAW 伝搬面の Slippery Liquid-Infused Porous Surface 処理が効果的であり、液滴の形状を変化させることなく、かつ低電圧で搬送できることを明らかにした。

(2)招待講演

- ① 佐藤浩平, 中部化学関係学協会支部連合秋季大会, “ヒドラジド化学を基盤とした新規タンパク質合成戦略”(受賞講演)
- ② K. Hirakawa, “Electron transfer-supported photodynamic therapy,” The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021
- ③ K. Hirakawa, “Radical chain reaction in photodynamic process,” The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021
- ④ 平川和貴, “光誘起電子移動をメカニズムとする光感受性物質とその活性制御,” LASER WEEK IN TOKYO II
- ⑤ K. Hirakawa, “Cationic and P(V) porphyrin photosensitizers and electron transfer-supported biomolecule oxidation,” International PDT Summit
- ⑥ 平川和貴, “光線力学的療法における電子移動酸化機構の可能性,” 第2回広帯域極限電磁波生命理工連携研究会
- ⑦ N. Wakiya, “In-situ observation of spontaneous phase separation via spinodal decomposition in Sr-excess SrTiO₃ thin film”, ACTSEA2021

(3)受賞等

- ・ 佐藤浩平, 日本化学会東海支部奨励賞「ヒドラジド化学を基盤とした新規タンパク質合成戦略」
- ・ 脇谷尚樹, 高柳記念賞「ダイナミックオーロラ PLD 装置の開発とこれを用いた新材料創成に関する研究」

(4)その他、研究に関する特記事項

- ・ 佐藤浩平 教員特別研修を利用して、2022年3月から2024年2月まで米国ペンシルベニア大学化学科で研究を実施予定
- ・ 脇谷尚樹 中日新聞(静岡県版)に高柳記念賞の贈呈式の写真と記事が掲載(2021年12月20日)

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(副担当：工学部 機械工学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)

専門分野： 表面波動エレクトロニクス、超音波工学、センサ工学

e-mail address: kondoh.jun@shizuoka.ac.jp

homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/kondoh-lab/>



【 研究室組織 】

教 員：近藤 淳

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

修士課程：M2 (2 名)、M1 (3 名)

【 研究目標 】

我々の研究室では「新しいイノベーションを創造し、その研究成果の社会への還元すること」を目的とし、これを実現するために「1. 研究成果の実用化、2. 新しい機能素子の開発」を目標として研究活動を行っている。1はこれまで得られた成果の実用化であり、現在の研究テーマでは弾性表面波(SAW)センサを用いた液体の濃度計測法の開発が相当する。2はこれまでに研究室で培われてきた様々な技術を基に新しい機能素子を開発することである。具体的には、一つの基板上に液滴搬送・混合・温度制御・計測を集積化したマイクロ流体システム、局在表面プラズモンセンサ(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) 橋梁などの大型構造物ヘルスマニタリング方法に関する研究では、両端固定梁を起振機により振動させ、起振機を止めたときの自由振動より損傷評価を行った。計測にはジオホンと SAW デバイスを組み合わせたセンサを用いた。応答信号の連続ウェーブレット変換により周波数に対する減衰定数を求め、機械学習により損傷有無の評価を行った。その結果、One class support vector machineにより高正解率で評価可能であることを示すことができた。
- (3) ワイヤレス SAW センサの識別として、質量負荷効果による位相変化に着目した。実験により提案手法の有効性を確認した。また、複数の SAW センサから応答信号が同時に検波器に到着した場合の信号処理方法についても検討した。
- (4) SAW による液滴搬送と局在表面プラズモン共鳴(LSPR)センサによる計測を行うため、SAW による LSPR センサの影響について検討した。その結果、SAW 伝搬による伝搬面の温度加熱が LSPR センサの共鳴波長と反射強度変化に影響を与えることを明らかにした。また、SAW の振動による影響について解析を行い、LSPR センサの応答は、表面振動にはほとんど影響されないことを明らかにした。
- (5) SAW による液滴加熱効果に与える SAW 伝搬面の影響について実験的に検証した。
- (6) SAW による液滴搬送時に形状変化が起こらない伝搬面上の Slippery Liquid-Infused Porous Surface 処理を試みた。その結果、この処理法が有効であることを確認することができた。ま

た、低入力電力で液滴搬送が行えることを明らかにした。

【学術論文】

- 1) 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 (April, 2021).
- 2) S. Suzuki, and J. Kondoh, “Cantilever damage evaluation using impedance-loaded SAW sensor with continuous wavelet analysis and machine learning,” *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 60, SDDC09 (April, 2021).
- 3) I. Kuznetsova, I. Nedospasov, A. Smirnov, V. Anisimkin, D. Roshchupkin, M-A. Signore, L. Francioso, J. Kondoh, M. Serebrov, V. Kashin, and V. Kolesov, “The Peculiarities of the Acoustic Waves of Zero-Order Focusing in Lithium Niobate Plate,” *Sensors*, Vol. 21, No. 12, pp. 1-10 (June 2021).
- 4) K. kano, H. Yatsuda, and J. Kondoh, “Evaluation of Shear Horizontal Surface Acoustic Wave Biosensors Using “Layer Parameter” Obtained from Sensor Responses during Immunoreaction,” *Sensors*, Vol. 21, No. 14, pp.1-17 (July 2021).
- 5) T. Firmansyah, G. Wibisono, E. Rahardjo, and J. Kondoh, “Reconfigurable localized surface plasmon resonance spectrum based on acousto-dynamic coupling in arrays gold nanoparticles induced by shear horizontal vibration,” *Appl. Sur. Sci.*, Vol. 571, 151331 (Jan. 2022).

【著書】

- 1) 門田道雄編集, “弾性波デバイス徹底解析, 4.2 SAW センサ,” S&T 出版(2022.03).

【国際会議発表件数】

- ・ IEEE International Ultrasonics Symposium など計 8 件

【国内学会発表件数】

- ・ 電子情報通信学会超音波研究会など計 15 件

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、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 : Shalika Parakatawella (創造科技院 D1), Ye Li (創造科技院 D2),
Yalei Huang (創造科技院 D3)

修士課程 : M2 (1 名)、M1 (2 名)

【 研究目標 】

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

- (1) シリサイド系半導体の成長方法の開発と系統的な物性の解明
- (2) シリサイド系半導体薄膜・バルク結晶及びナノ構造体の作製と赤外光電デバイス及び熱電発電素子への応用
- (3) Si 系及び酸化物系の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

Mg₂Si 系及び MnSi_{1.7} 系ナノシート束の構造評価とともに、結晶品質と均質性の向上、構造改変を行った。MnSi_{1.7} を MnCl₂ 溶融塩にて熱処理を施す事により、気相法に比べて組成分布の均一なナノシート束を得た。そのナノシート束では、ある結晶方位関係を有する異なる方向を向いたドメインが層状に積層した構造が認められた。Mg₂Si_{1-x}Ge_x については、同様に液相法を用いる事により Ge 分布の均一な混晶ナノシート束を得た。これらナノシート束の液相法による組成均一性の向上メカニズムを明らかにした。CaGe₂ を MgCl₂/Mg ソースとともに 100~200 度程度の温度にて熱処理を施す事により Ca 原子を脱離し Ge ナノシート束を作製した。Ge-H の生成も認められた。(2021 年 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会など)

(2) Mg₂SiO₄/MgO コンポジットの微細構造及び発光特性評価

生体適合性のある Mg₂SiO₄/MgO コンポジット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 5.1 eV 付近に強い CL 発光ピークが観測された。今後医療分

野、環境分野への応用を試みる。

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書等 】

- 1) Promoting effect of (Co, Ni)O solid solution on Pd catalysts for ethylene glycol electrooxidation in alkaline solution, Baoyu Liu, Changxu Wu, Cuilian Wen, Hengyi Li, Yosuke Shimura, Hirokazu Tatsuoka, and Baisheng Sa, *Electrochimica Acta*, 408, 139965-1 – 10 (2022).
- 2) Synthesis of calcium monosilicide nanowires by a reactive deposition technique, Xiang Meng, Liangliang Tian, Fuqiang Zhai, Lu Li, Yosuke Shimura, and Hirokazu Tatsuoka, *Jpn. J. Appl. Phys.* 61, SC1067-1 -5 (2022).

他 2 件

【 国際会議発表件数 】

- ・ SSDM2021 など 3 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 2021 年 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会など 10 件

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 (4名)、M1 (2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基礎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、光増感剤を自己会合体とすることで活性を抑制し、ターゲットとなるタンパク質等の生体高分子を認識すると活性が回復する原理も取り入れている。がんのみならず、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。当該年度は、光治療の他、貴金属ナノ粒子の自発的複合化現象の解明と応用の研究を再開した。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に対する防護機構の解明(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
- (7) 貴金属ナノ粒子の自発的複合化現象の解明と触媒への応用

【 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。昨年度までに、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。当該年度は、ポルフィリンの側鎖の置換基を改良し、新しい電子移動光増感剤の活性向上に成功した(Chem. Phys. Lett. 2022)。

(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。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(脱会合して活性 ON)を利用して活性制御可能となる光増感剤を研究した。当該年度は、P(V) ポルフィリンに親水基と疎水基を両方導入することで自己会合とタンパク質認識による活性制御に成功した(Photochem. Photobiol. 2022)。

(3) フタロシアニンによる生体分子酸化損傷機構の解明

光治療には、主にポルフィリンを用いた光酸化ダメージを原理とする光線力学的療法の他、がん細胞のレセプターを物理的に破壊する過程をトリガーとする光免疫療法が実用化されている。光免疫療法では、抗体結合フタロシアニンが光増感剤に用いられている。当該年度は、

フタロシアニンの作用機序を解析した。一般にフタロシアニンは、一重項酸素生成が主な作用機構と考えられているが、光免疫療法では、レセプターへの物理的な凝集がメカニズムとされている。本研究では、さらに、励起状態フタロシアニンが電子移動でタンパク質を酸化損傷するメカニズムを明らかにした (Photomed. Photobiol. in press)。

(4) 分子温度計の開発

光治療では、光線力学的療法や光免疫療法その他、光温熱療法が研究されている。光を吸収した光増感剤が光エネルギーを熱に変換して局所的に温度を上昇させるメカニズムである。また、一重項酸素など活性酸素を発生しない蛍光色素が生体分子や細胞にダメージを与えるとき、光による熱の発生が関与していると考えられる。そこで、生じた熱や温度上昇を定量的に分析する方法を研究した。当該年度は、タンパク質のアミノ酸残基が発する自家蛍光の強度が温度に依存して低下することに着目した。蛍光強度低下の活性化エネルギーの解析や蛍光色素による光から熱への変換における効率を解析した (Photomed. Photobiol. 2021)。

(5) 貴金属ナノ粒子の自発的複合化

これまでに、銀ナノ粒子と他の貴金属ナノ粒子を物理混合すると銀を内核とするコア-シェル型の二元ナノ粒子が自発的に生成する現象を報告している。当該年度は、銀ナノ粒子と金/白金のコア-シェル型二元ナノ粒子を混合した場合の複合化過程を速度論的に解析することに成功した。

【 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変化による電子ドナーの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の差を利用し、分子内電子移動と自己会合状態の制御を同時に行うことで鋭敏に活性が変わる光増感剤の開発を目指す。ポルフィリン以外の光増感剤では光免疫療法に用いられているフタロシアニンが重要である。そこで、新たなフタロシアニン誘導体についても研究を進める。

【 学術論文・著書 】

- 1) Kazutaka Hirakawa, Mami Yoshida, Toru Hirano, Jotaro Nakazaki, and Hiroshi Segawa, "Photosensitized protein damage by diethyleneglycoxyP(V)tetrakis(*p*-*n*-butoxyphenyl)porphyrin through electron transfer: activity control through self-aggregation and dissociation", Photochemistry and Photobiology, 98, 434-441 (2022).
- 2) Shinya Yamaoka, Shigetoshi Okazaki, and Kazutaka Hirakawa, "Activity control of pH-responsive photosensitizer bis(6-quinolinoxy)P(V)tetrakis(4-chlorophenyl)porphyrin through intramolecular electron transfer", Chemical Physics Letters, 788, 139285 (2022).
- 3) Kazutaka Hirakawa, Ayano Katayama, Shinya Yamaoka, and Shigetoshi Okazaki, "Mechanism of photosensitized protein damage by zinc phthalocyanine", Photomedicine and Photobiology, in press.
- 4) Kazutaka Hirakawa and Minoru Uemura, "Estimating the local temperature of human serum albumin photoirradiated in the presence of a fluorescent dye by measuring the intrinsic fluorescence", Photomedicine and Photobiology, 42, 7-12 (2021).
- 5) Kazutaka Hirakawa and Mizuho Mori, "Phenothiazine dyes induce NADH photooxidation through electron transfer: kinetics and the effect of copper ions", ACS Omega, 6, 8630-8636 (2021).

【 解説・特集等 】

- 1) 平川和貴・岡崎茂俊・村上浩雄・金山尚裕, "がん選択性と治療効果向上を志向した電子移動光増感剤", 日本レーザー医学会誌, 41, 349-355 (2021).

【 国際学会発表件数 】

- ・ 環太平洋国際化学会議 (招待講演)、International Conference on Photochemistry - 30th Ed. など 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 第 43 回日本光医学・光生物学会、2021 年光化学討論会、第 102 日本化学会春季年会 など 1 3 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、計算物理
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 D3)

修士課程: M2 (1名)、M1 (3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、結晶の周期系に含まれる局所原子構造 (不純物クラスター等のナノサイズの構造) 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。令和3年度の具体的な研究テーマは以下のとおりである。

- (1) Mg-TM-RE 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 (TM: Al, Zn 等, RE: Y, Gd 等) (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 TEMPO 酸化セルロースナノファイバー表面における局所構造と電子状態 (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~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) 構造について、Mg-Al-Y、Mg-Zn-Y 等の合金について、溶質元素間の相互作用エネルギーに基づく、溶質クラスター間の相互作用ポテンシャルを構築し、LPSO 構造の特徴である溶質濃化層間の相互作用およびその発現メカニズムについて明らかにした。1)

- (2) 第一原理分子動力学計算により、1級酸基の1つをカルボン酸 Na 塩 (COONa) に置換したセルロースシートの構造と電子状態を明らかにした上で、金属イオンを Li、Cu 等に置き換えた系との差異を明らかにし、新たな蓄電電極材料としての CNF における電気2重層等の蓄電メカニズムに関する知見を示した。2)
- (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。3)

【 今後の展開 】

- (1) Mg-Zn-Y LPSO 構造合金中の溶質クラスター前駆体として考えられる、Zn-Y ダイマー間の相互作用エネルギーや局所構造の変化を明らかにし、クラスター濃化層の構造、とりわけ、Zn-Y ダイマー形成による Mg の積層欠陥生成メカニズムを統一的に表す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、金属イオン付近のプロトンの挙動等を明らかにし、添加する金属イオンによる電荷移動の変化から、蓄電材料としてふさわしい機構をもつ 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) Effect of size and interstitial elements of L12-type cluster on formation of long-period stacking ordered structures in Mg-Al-Y alloy, T. Murakami, N. Fujima, T. Hoshino, M. Takeda, K. Konno, *Comp. Mater. Sci.* 203, 111036-1-8 (2022).
- 2) Earth factories: Creation of the elements from nuclear transmutation in Earth's lower mantle, M. Fukuhara, A. Yoshino, N. Fujima, *AIP Advances* 11, 105113-1-10 (2021).
- 3) Theoretical Approach for Long-Ranged Local Lattice Distortion in Al-Rich AlX (X=H-Sn) Distorted Alloys by Kanzaki Model Combined with KKR Green's Function Method, M. Asato, C. Liu, N. Fujima, T. Hoshino, *Mater. Trans.* 62, 1429-1438 (2021).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本金属学会他 3件

有機化学を基盤としたグリーンものづくり

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)
(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://www.shizuoka.ac.jp/mase/>



【研究室組織】

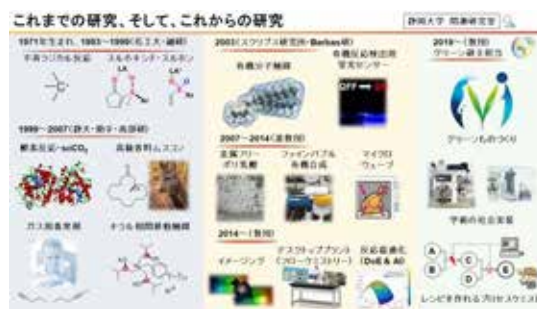
教 員：間瀬 暢之、佐藤 浩平 (工学部助教)
博士課程：Hoque Mohammed Jabelul (創造科技学院 D3)
Arun Manna Kumar (創造科技学院 D1)

修士課程：M2 (1名)、M1 (3名)

学 部 生：B4 (2名)

【研究目標】

「化学者は多くの命を救える」という志を実現するために、「from mg to ton」を可能にする化学技術を追究しています。しかし、世界中の人々の手元に開発した物質を届けるには、「必要な時に、必要な量を供給できるシステム」の構築が必要になります。さらに、グリーンケミストリーに基づいたものづくりだけでなく、持続可能な開発目標であるSDGsに基づいた「つくる責任」も同時に果たさなければなりません。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世紀型のものづくりにつながります。特に、既存の技術を踏まえた新規・新奇な技術・方法論を確立していくことが望まれます。以上の背景より、独自に研究・開発しているファインバブル、マイクロ波、フロー反応、機械学習を駆使して、E-Factor (廃棄物指標)・エネルギー・コストを最小化して、安全性・再現性・生産性・選択性を最大化にする「グリーンものづくり」について研究しています。



【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 (実験計画法と機械学習)
～ 研究室におけるデスクトッププラントの構築 ～
- (3) 超臨界二酸化炭素と有機分子触媒を利用した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) バイオインスパイアード有機分子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 ～
- (5) OFF-ON 型蛍光センサーによる新規触媒探索法の開発
～ 反応すると光るセンサーによるスクリーニング ～

【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ます。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ます。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ました。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

究を続けます。

【 学術論文・著書 】

- 1) "Continuous flow photooxidation of alkyl benzenes using fine bubbles for mass transfer enhancement" Morrison, G.; Bannon, R.; Wharry, S.; Moody, T. S.; Mase, N.; Hattori, M.; Manyar, H.; Smyth, M., *Tetrahedron Lett.* **2022**, *90*, 153613.
<https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2021.153613>
- 2) "Late-stage solubilization of poorly soluble peptides using hydrazide 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>
- 3) " β,γ -*trans*-Selective γ -butyrolactone formation *via* homoenolate cross annulation of enals and aldehydes catalyzed by sterically hindered *N*-heterocyclic carbene" Kyan, R.; Kitagawa, Y.; Ide, R.; Sato, K.; Mase, N.; Narumi, T., *Tetrahedron* **2021**, *91*, 132191.
<https://doi.org/10.1016/j.tet.2021.132191>
- 4) "Stereoselective synthesis of highly functionalized (*Z*)-chloroalkene dipeptide isostere containing an α,α -disubstituted amino acid" Kodama, Y.; Imai, S.; Fujimoto, J.; Sato, K.; Mase, N.; Narumi, T., *Chem. Commun.* **2021**, *57* (56), 6915-6918.
<https://doi.org/10.1039/d1cc02952e>
- 5) "フローケミストリーと機械学習の融合" 間瀬暢之, *THE CHEMICAL TIMES* **2022**, (263), 17-23.
https://www.kanto.co.jp/dcms_media/other/ChemTime%20263.pdf

【 国内学会発表件数 】 その他 15 件

- 1) Nobuyuki Mase, Keiia Matsuo, Junko Fujimoto, Kohei Sato, Tetsuo Narumi 「Synthesis of fairy chemicals using fine bubbles and flow technology」 the Pacificchem 2021、オンライン、2020/12/20

【 招待講演件数 】

- 1) Nobuyuki Mase 「Green organic synthesis using microwave, fine bubbles and flow technology」 the Pacificchem 2021、オンライン、2020/12/18
- 2) 間瀬暢之「不斉有機触媒とは？ ～第3の受賞者の存在～」夢・化学-21 化学への招待 高校生のための化学講座、オンライン、2021/12/12
- 3) Nobuyuki Mase, Kaishi Isobe, Jun Ueda, Kohei Sato, Tetsuo Narumi 「Microwave Flow Chemistry: Toward the Realization of "Desktop Plant"」 JEMEA Sympo2021、2S04、オンライン、2021/10/15
- 4) 間瀬暢之「マイクロ波技術と AI の接点：機械学習によるフロー反応条件迅速最適化」第 15 回 日本電磁波エネルギー応用学会シンポジウム『ショートコース』
- 5) 間瀬暢之「フロー反応条件迅速最適化におけるマイクロ波技術と機械学習の融合」IEEE MTTS Kansai Chapter WS, オンライン開催, 2021/9/4
- 6) 間瀬暢之「静岡大学からのお便り：10年間研究して、ちょっと分かったこと ～グリーンものづくり～」第5回 SPring-8 先端放射光技術による化学イノベーション研究会、オンライン開催、2021/7/9

【 新聞報道等 】 その他 1 件

- 1) 日刊工業新聞第 17 面「産業電化が導く カーボンニュートラルの未来：マイクロ波化学研究の最前線」(2021/12/17)

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



【 研究室組織 】

教 員: 脇谷 尚樹、坂元 尚紀、川口 昂彦
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 D3、私費)
 マークルーズ・アロキア・ジェニーシャ (創造科技院 D1、国費)
 カンナン・グナセカラン (創造科技院 D1、国費)
修士課程: M2 (3名)、M1 (2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)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薄膜ガスセンサーの作製

【 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

ダイナミックオーロラ PLD を用いた自発的な相分離はこれまで過剰に存在する A サイトイオンは 2 価の Sr であった。今年度は 2 価の Sr を含まない A サイト過剰のペロブスカイト構造化合物でも成膜時の磁場印可によって超格子構造が自発的に生成することを明らかにするとともに、超格子構造が物性(ガスセンサー特性)に及ぼす影響を明らかにした。

(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させた YSZ や GeO₂/YSZ に加えて、私どもが見いだした NdSZ バッファ層上に電気伝導性のペロブスカイト構造酸化物薄膜をエピタキシャル成長させた際には種々の配向性の薄膜が生成するが、この配向性を支配している要因を統一的に説明可能な要因を解明しつつある。

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

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 YSZ 薄膜が cube-on-cube でエピタキシャル成長することを見いだすと同時に、この薄膜の面内の電気伝導度(イオン伝導度)はバルクの YSZ よりも高くなることを見いだした。この現象は YSZ 薄膜が引張の応力下にあるためだと考えられた。さらに、SOFC 応用を目指して YSZ/(La, Sr)MnO₃/GeO₂/YSZ/Si 構造の薄膜を作製すると、全ての層の薄膜がエピタキシャル成長することを見いだした。

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

- 1) “Spontaneous superlattice formation and electrical properties of Sr-excess SrTiO₃ thin film deposited on SrTiO₃(101) by dynamic aurora pulsed laser deposition”
Takahiko Kawaguchi, Takeshi Kawai, Takuma Hiraiwa, Naonori Sakamoto, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya,
J. Ceram. Soc. Jpn., **129**, 390-396 (2021)
- 2) “As-grown Mn₃CuN thin films with high crystallinity prepared by dynamic aurora pulsed laser deposition”
Takahiko Kawaguchi, Jumpei Suzuki, Naonori Sakamoto, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya,
J. Ceram. Soc. Jpn., **129**, 377-382 (2021)
- 3) “Development of dynamic aurora pulsed laser deposition equipped with reflection high-energy electron diffraction and effects of magnetic fields on room-temperature epitaxial growth of NiO thin film”
Takahiko Kawaguchi, Mayu Yoshida, Naonori Sakamoto, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya,
J. Ceram. Soc. Jpn., **129**, 343-347 (2021)
- 4) “研究室便り その 40 静岡大学 工学部 電子物質科学科 脇谷・坂元研究室”,
脇谷尚樹, *Fine Ceramics Report*, **39**, 179 (2021)

【 国際会議発表件数 】

- 1) H. Zayasu, H. Nakane, T. Kawaguchi, N. Sakamoto, H. Suzuki, N. Wakiya, "Preparation and characterization of epitaxially grown YSZ thin films on porous silicon substrates for SOFC applications", ACTSEA2021, November 15, 2021, Taipei, Taiwan (online) (Poster Award of Excellence)
他 1 3 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) S. J. Lakshmi, H. Zayasu, E. Hamada, T. Kawaguchi, N. Sakamoto, K. Shinozaki, H. Suzuki, N. Wakiya, "Effect of lattice mismatch on the epitaxial growth of perovskite electrodes on Si(001) using Neodymia stabilized Zirconia single buffer layer", 日本セラミックス協会第 37 回関東支部研究発表会, 2021 年 9 月 21 日 (オンライン)
他 2 1 件

【招待講演件数】

- 1) N. Wakiya, M. Yoshida, T. Kawaguchi, N. Sakamoto, K. Shinozaki, H. Suzuki, "In-situ observation of spontaneous phase separation via spinodal decomposition in Sr-excess SrTiO₃ thin film", ACTSEA2021, Taipei, Taiwan (online) (2021.11.16)

【新聞報道等】

- 1) 中日新聞 朝刊 8 面 (2021. 12. 20)、朝刊 23 面 (2021. 12. 22)

【受賞・表彰】

- 1) 脇谷 尚樹、高柳記念賞 (2021. 12. 18)

【指導学生の受賞】

- ・ 修士課程学生 : 4 件

光機能性酸化物薄膜の形成と応用

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



【 研究室組織 】

教 員：奥谷 昌之
修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

(1) 色素増感太陽電池の開発

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



色素増感太陽電池の実演

(2) 沿面放電 (平面プラズマ) を利用したダイレクトパターンニング製膜

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



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

【 主な研究成果 】

(1) 色素増感太陽電池への応用に関する研究

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

(2) 機能性透明導電膜の新規作成法の開発

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

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

- 1) Yuki Nagao, Shinji Mayumi, Minato Sawamura, Ryosuke Okumura, and Masayuki Okuya, “Atmospheric non-equilibrium planar plasma under magnetic field to form a porous-TiO₂ layer for dye-sensitized solar cells” J. Ceram. Soc. Jpn., Vol. 130, pp.249-256 (2022).
- 2) Masayuki Okuya, Shinji Mayumi, Ryosuke Okumura, Yuki Masuda, and Isao Yagi, “Porous TiO₂ layer for dye-sensitized solar cell formed with non-equilibrium 2D plasma induced by dielectric barrier discharge under atmospheric pressure” Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 60, 045501 (2021).
- 3) S. Attanayake, M. Okuya, and K. Murakami, “Spray angle dependence for the growth of terrace-truncated nanocone structure of gallium doped zinc oxide by advanced spray pyrolysis deposition technique”, International J. Tech., Vol.11, pp.81-90 (2020).
- 4) A. Bramantyo, N. R. Poespawati, A. Udhiarto, K. Murakami, and M. Okuya, “Complete coverage of perovskite materials over ZnO Nanorods with Multiwalled Carbon Nanotubes (MWCNTs) as Hole Transport Material (HTM)”, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 715, 012057 (2020).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、日本セラミックス協会など 18 件

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。

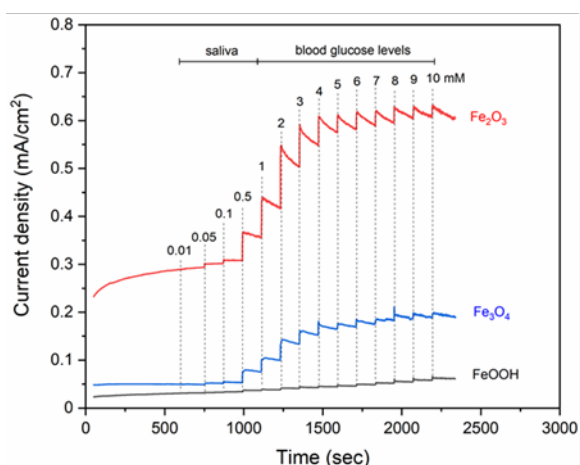


図1. 連続攪拌グルコース滴定による電流応答

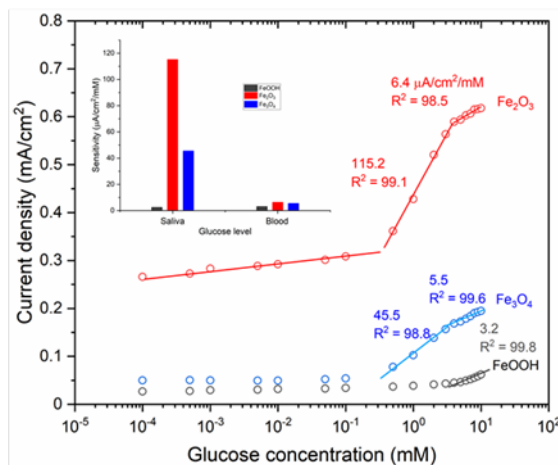
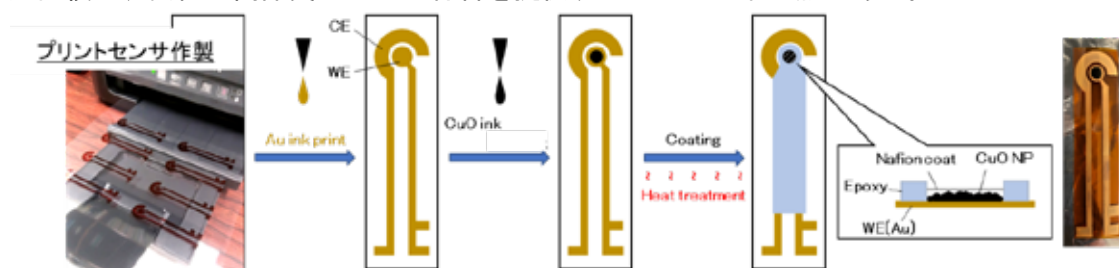


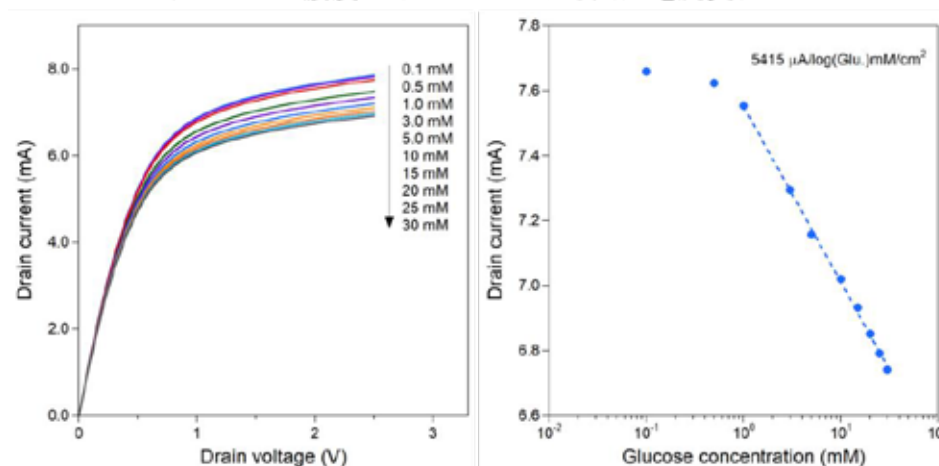
図2. グルコース濃度に対する感度曲線
 内挿図はグルコースレベル別の感度比較

(2) 非酵素グルコースセンサーのプリント作製

非侵襲的なブドウ糖レベルを検出する手段として唾液中のグルコース濃度を測定するために、酵素を模倣する酸化銅ベースのナノインクを合成し、それらを市販インクジェットプリンターにより印刷して、非酵素的グルコースセンサーに適用した。唾液糖は血糖値の約 1/100 の濃度範囲であることが知られている。しかし、市販の血糖センサーは血糖濃度範囲が最適化されており、グルコース検出酵素には天然の生物物質を使用しているため、保管方法も含めてコストが高いという問題がある。本研究では、比表面積の大きい酸化銅ナノ粒子を合成し、それを用いてグルコースを検出することにより、人工酵素の作用を検証した。本成長方法の新規性は、電極ならびに人口酵素ナノ粒子インクを基板に所望のデバイスパターンに印刷させることで、大面積で、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。



グルコース濃度に応じたFETによる出力電流変化



出力電流変化では、高濃度領域のグルコース検出が可能になった

【 今後の展開 】

我々は上記のように結晶成長技術を駆使した新しい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) A. Nakamura, W. Inami, R. Yamamoto, et al., "Improvement of in-plane uniformity of cathodoluminescence from ZnO luminescent layers for electron beam excitation assisted optical microscope." Jpn J Appl Phys 60:065502. (2021)
- 2) 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>.

【 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

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



【 研究室組織 】

教 員：松田 靖弘

修士課程： M2 (3名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

高分子は固体状態だけではなく、溶解した溶液状態、溶媒を含んだゲルの状態でも使用されている。これらの状態での高分子の構造を知ることが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

【 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。2021年度は主に多価有機酸であるクエン酸存在下、水素結合を切断する尿素の存在下、及び塩基性下における挙動を調べ、1件の招待講演を行った。

(2) 環境調和型高分子ポリ乳酸の結晶状態制御によるゲル化

ポリ乳酸はカーボンニュートラルで環境調和型の高分子である。ポリ乳酸は種々の結晶形を有することでも知られ、結晶形を制御することで容易にゲル化させることが可能である。2021年度にはポリ乳酸ゲル中で形成される網目構造に他の高分子鎖を導入した際の構造・物性の変化、およびポリ乳酸が鏡像異性体同士で形成するステレオコンプレックス結晶によって形成するゲルについて研究し、1件の国際学会での口頭発表を行い、その成果を学術雑誌に投稿・掲載が受理された。

(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。2021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。また、ブロック共重合体が高温下で形成する会合体に関する研究を学術雑誌に投稿・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。

キサントランに関しては、講演や記事執筆を依頼されることも増えてきている。関連学会でより活発に発表することで、一層情報発信していきたい。また、既に得られた研究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。

ポリ乳酸に関しては、冷却速度等、ゲル作製時の条件によって、得られるゲルの構造・物性に与える影響を調べていく。

ポリエチルオキサゾリンが形成する会合体は尿素を加えて水素結合を切断することで大きく構造・物性が変わること示す予備的な実験成果が得られており、今後より詳細に調べていきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) “Thermal Hysteresis of Aggregation States of Thermoresponsive Block Copolymers Forming Intermolecular Hydrogen Bonds” Matsuda, Yasuhiro. Morishima, Shota. Takahara, Atsushi. Tasaka, Shigeru. *Polymer Journal* (2021) 53, 1101–1109..
- 2) “Cononsolvency of Poly(2-(methacryloyloxy)ethyl phosphorylcholine) in Ethanol–Water Mixtures: A Neutron Reflectivity Study” Ihara, Daiki. Higaki, Yuji. Yamada, Norifumi. Nemoto, Fumiya. Matsuda, Yasuhiro. Kojio, Ken. Takahara, Atsushi. *Langmuir* in press (DOI: 10.1021/acs.langmuir.1c01762).
- 3) “Elevation of Flow Temperature and Structural Change of Poly(Lactic Acid) Gel Induced by Formation of Stereocomplex Crystals” Matsuda, Yasuhiro. Kamizono, Yukiha. *Macromolecular Symposia* in press.

【 国際学会発表件数 】

- ・ 13th International IUPAC Conference on Polymer-solvent Complexes and Intercalates で計 1 件
- ・ “Poly(lactic acid) Gel Formed by Complex Crystals with Solvents and Structural Change Induced by Interaction with Other Polymers and Solvents” 13th International IUPAC Conference on Polymer-solvent Complexes and Intercalates ○Yasuhiro MATSUDA, Hiroki ASHIZAWA, Takahiro FUKUI, Yukiha KAMIZONO, Atsushi TAKAHARA, Shigeru TAsAKA オンライン発表 (2021 年 11 月 12 日)

【 国内学会発表件数 】

- ・ 高分子学会、繊維学会、日本レオロジー学会など計 14 件
- ・ “増粘多糖類キサントランのらせんの巻き戻りと構造・粘度の変化” 第 13 回日本レオロジー学会中部支部講演会 ○松田 靖弘 オンライン発表 (招待講演) (2022 年 3 月 4 日)
- ・ “クエン酸を加えたキサントラン水溶液の熱変性・再性挙動” 2021 年度高分子基礎物性研究会・高分子計算機科学研究会 合同討論会 ○藤井 孝紀、齊木 領河、吉場 一真、松田靖弘 オンライン発表 (招待講演) (2021 年 12 月 9 日)
- ・ “濃度と D 体比率を変えたステレオコンプレックスポリ乳酸ゲルの流動温度” 第 69 回レオロジー討論会 ○上園由稀葉、松田靖弘 オンライン発表 (2021 年 10 月 22 日)
- ・ “ポリ乳酸ゲルの構造形成過程の解明” 2021 年度繊維学会年次大会 ○松田靖弘、石間駿一、高原 淳 オンライン発表 (2021 年 6 月 9 日)
- ・ “ポリエチルオキサゾリンとポリメタクリル酸の様々な pH 変化による特異的な会合挙動” 第 70 回高分子学会年次大会 ○恵美 皓斗、金森 大輝、松田 靖弘 オンライン発表 (2021 年 5 月 27 日)

Si ナノ構造を用いたドーパント原子デバイス

准教授 モラル ダニエル (MORARU Daniel)
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: 半導体工学
e-mail address: moraru.daniel@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/morarulab/>



【 研究室組織 】

教 員 : モラル ダニエル
博士課程 : D3 (1 名)
修士課程 : M2 (2 名)、M1 (2 名)

【 研究目標 】

We aim to develop “*atomic- and molecular-level electronic devices*” in silicon (Si) using the concept of dopant-atom as a quantum dot (QD). This can open up new perspectives for dopant-based electronics and allow characterization of various transport mechanisms.

As main purposes of our research, a few directions are listed below:

- (1)Development of single electron tunneling transistors using the potential of a single dopant or of a cluster of dopants as QDs (as conceptual atomic or molecular transistors)
- (2)Design and fabrication of nanoscale pn diodes and tunnel diodes in silicon (allowing the analysis of band-to-band tunneling current)
- (3)First-principles simulations of silicon nano-devices containing discrete dopant atoms (electrical characteristics and density of states can be analyzed)

From the different perspectives, we consider the implications on electronics due to the physics observed in such devices, with properties dictated by a few dopant-atoms.

【 主な研究成果 】

(1) Characterization of transport through a few-dopant clusters in Si nano-transistors :

In our research, coupling of a few dopants (namely, a few phosphorus (P) donors) can allow the formation of QDs with higher tunnel barriers as compared to a single P-donor. Recently, we reported experimental demonstrations of high-temperature single-electron tunneling operation that can be ascribed to such few-donor clusters.

For increased functionality and for tuning the properties of such few-donor clusters, it is of interest to use counter-dopants (in this case, boron (B) acceptors) by introducing a co-doping process in the fabrication of the nanoscale transistors. We investigated the properties of such systems by first-principles and semi-empirical simulations that allowed us the observation and interpretation of transport via the energy states of donor-clusters, affected by the nearby acceptor-atoms. A fundamental role of acceptors can be understood, suggesting the possibility to positively utilize the interplay between donors and acceptors for single electron tunneling in Si nanoscale transistors. The results were published in *Appl. Phys. Express* **14**, 055002 (2021).

(2) Band-to-band tunneling transport in nanoscale tunnel pn diodes :

Another key topic is related to highly-doped pn diodes (tunnel diodes) designed and fabricated in silicon-on-insulator (SOI) substrates. We fabricated such nanoscale tunnel diodes with different techniques and, as future plan, further electrical characterization is necessary for clarifying their properties systematically. In parallel, we also studied the properties of Si nanowire diodes doped with discrete dopants by first-principles and semi-empirical simulations. The results were presented in ISFAR-SU 2022 and 2022 JSAP Spring Meeting.

In addition to the above topics, we pursued, to some extent, collaborative research on organic materials and devices, aiming to bridge the gap for the development of hybrid electronics. One paper was thus published on characterization of the ionization of carbon nanoparticles in plasma [Micro and Nano Engineering **14**, 100099 (2022)].

【 今後の展開 】

We will continue to pursue the development of dopant-based devices in different regimes of dopant concentrations for transistors and diodes. In addition, gradual integration with new materials and new structures will be considered, for enhanced functionality.

【 学術論文・著書 】

- 1) C. Pandey, G. Prabhudesai, K. Yamaguchi, V N Ramakrishnan, Y. Neo, H. Mimura, and D. Moraru, “Electron transport via a few-dopant cluster in the presence of counter-dopants in silicon nanowire transistors”, Applied Physics Express, vol. **14**, no. 5, pp. 055002_1-6 (2021).
- 2) M. Anwar, T. E. Saraswati, L. Anjarwati, D. Moraru, A. Udhiarto, F. Adriyanto, H. Maghfiroh, and R. Nuryadi,” Probing ionization characteristics of under-water plasma arc discharge using simultaneous current and voltage versus time measurement in carbon nanoparticle synthesis”, Micro and Nano Engineering, vol. **14**, pp. 100099_1-7 (2021).

【 国際会議発表件数 】

- 1) 13th International Conference on Physics of Advanced Materials (ICPAM-13), Spain (Hybrid). 2件
 - 2) 19th International Conference on Global Research and Education in Engineering for Sustainable Future (Inter-Academia 2021), Belarus (Virtual). 3件
 - 3) 8th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University (ISFAR-SU 2022), Shizuoka (Virtual). 3件
- 計 8 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) The 69th JSAP Spring Meeting 2022, March 22-26, Tokyo (Hybrid).
- 計 4 件

【 招待講演件数 】

- 1) Physics of Advanced Materials School (PAMS-4), September, Spain (Virtual).
- 計 2 件

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) キャッチ&リリースによるペプチド精製法の開発
- (3) ペプチドヒドラジドの新規合成法の開発
- (4) ペプチド鎖伸長時のアスパルチミド形成抑制法の開発
- (5) 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
- (6) 抗ウイルス薬の新規評価系の開発

【 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、ペプチドヒドラジドを利用する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水溶性が向上し、また精製時に用いる高速液体クロマトグラフィー上での挙動も改善したことで精製効率が最大で10倍向上した。タグ上置換基をチューニングすることで、水溶性タグはトリフルオロ酢酸処理により除去可能であり、以前当研究室で開発したヒドラジド変換法と組み合わせることでタンパク質合成の重要中間体であるペプチドチオエステルへのワンポット変換が可能であった。この手法を利用して、ユビキチンダイマー誘導体の完全化学合成を達成した。

(2) キャッチ&リリースによるペプチド精製法の開発

ペプチド性医薬品は極微量で強力な薬理活性を示すことから広く利用されている。ペプチド医薬品を製造する際、安全性・有効性の観点から最終生成物の高純度化は最重要課題のひとつ

である。ペプチド性化合物の精製手法として高速液体クロマトグラフィー (HPLC) が汎用されるが、精製に時間がかかり回収率が必ずしも高くないといった欠点がある。そこで、HPLC 法にかわるキャッチ&リリース法による新規ペプチド精製法の開発に取り組んだ。

キャッチ&リリース法の基本概念は、所望のペプチドを含む混合物から欲しいものだけを釣り上げて固相担体に固定し (キャッチ)、ろ過・洗浄により不純物を除去したのちに望むペプチドを選択的に切り出す (リリース) ことで精製・回収するというものである。これを実現するにあたり、所望のペプチドにのみ予めリンカーを導入する必要がある。我々はリンカー構造として高い化学選択性を示すヒドラジド型の官能基に着目した。種々条件検討の結果、チオセミカルバジドを N 末端に有するペプチドと無水フタル酸の反応により酸性でアシル化が進行する条件を見出した。また、生成したアシル体はトリフルオロ酢酸で処理するとエドマン分解型の 1 残基欠損反応が進行しリンカー構造が除去されることも明らかにした。これらの反応性は上記キャッチ&リリース法に資する反応として要求される条件を満たすことから、今後これらの反応を固相反応へと適用しペプチド精製法へと展開予定である。

【 今後の展開 】

ヒドラジド化学を基盤してペプチド合成化学を加速する方法論の開発を引き続き推進し、ペプチド・タンパク質化学合成を支える基盤技術の確立を目指す。また、これら手法をタンパク質ブローブ開発へと展開し、広くペプチド・タンパク質科学に貢献したい。

【 学術論文・著書 】

- 1) Y. Kodama, S. Takeo, J. Fujimoto, K. Sato, N. Mase, T. Narumi, “Synthesis and Structural Characterization of β -Turn Mimics Containing (Z)-Chloroalkene Dipeptide Isosteres”, *J. Org. Chem.* 87, 2167–2177 (2022).
- 2) Y. Kodama, S. Imai, J. Fujimoto, K. Sato, N. Mase, T. Narumi “Stereoselective synthesis of highly functionalized (Z)-chloroalkene dipeptide isosteres containing an α,α -disubstituted amino acid” *Chem. Commun.* 57, 6915–6918 (2021).
- 3) R. Kyan, Y. Kitagawa, R. Ide, K. Sato, N. Mase, T. Narumi “ β,γ -trans-Selective γ -butyrolactone formation via homoenolate cross-annulation of enals and aldehydes catalyzed by sterically hindered N-heterocyclic carbene”, *Tetrahedron* 91, 132191 (2021).

【 国際学会発表件数 】

・ AIMECS 2021、2 件

【 国内学会発表件数 】

・ 第 58 回ペプチド討論会、日本化学会第 102 春季年会など 2 5 件

【 招待講演件数 】

- 1) 第 52 回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会 (2021. 10. 31)

【 受賞・表彰 】

- 1) 田中晶子 (D2)、第 58 回ペプチド討論会 Award for Excellence at Poster Presentation (2021. 10. 20) 「Expanded late-stage solubilization of peptide hydrazide applicable to subsequent ligation」
- 2) 佐藤浩平、第 1 回日本化学会東海支部奨励賞 (2021. 8. 18) 「ヒドラジド化学を基盤とした新規タンパク質合成戦略」

(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、各地で紛争や深刻な戦争が生じる事態となっている。それら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の高騰が生じており、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)』、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」、NEDO 省エネ化・低温室効果を達成できる次世代冷凍空調技術の最適化及び評価手法の開発/次世代冷媒の安全性・リスク評価手法の開発/次世代冷媒の安全性・リスク評価手法の開発(冷媒圧縮機におけるレイヤーショートの原因および放電パターンの解明)、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：微生物複合系の理解およびグリーンエネルギー・環境浄化への応用
- ・ 大岩 孝彰：超精密な運動機構の開発および精密運動計測
- ・ 桑原不二朗：多孔質体による熱移動促進に関する研究
- ・ 孔 昌一：多孔体の材料の創製法の開発および加圧流体に対する物性測定
- ・ 真田 俊之：混相流の微細構造解明と産業技術への応用
- ・ 島村 佳伸：先進複合材料の強度と破壊、金属疲労
- ・ 野口 敏彦：電気機器と電力変換器に関する研究
- ・ 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：温室効果ガスの削減と利用のための触媒変換プロセスに関する研究

- ・ 朝間 淳一：モータ工学に関する研究
- ・ 岡島いづみ：亜臨界・超臨界流体を用いたリサイクル及びバイオマスの利活用
- ・ 菊池 将一：表面改質を用いたマイクロ組織制御による構造用金属材料の多機能化
- ・ 藤井 朋之：応力腐食割れ機構の解明とその寿命評価方法の確立
- ・ 本澤 政明：流体機能の省エネルギー技術への応用
- ・ 松井 信：レーザーを用いた宇宙工学への応用
- ・ モベディ モクタダ: Heat transfer enhancement and thermal energy storage
- ・ 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) 国際学会発表 55 件以上、国内学会発表 212 件以上を発表した。また論文数 95 編以上を発表した。研究代表として科研費基盤 A を 2 件、基盤 B を 4 件、基盤 C を 6 件、挑戦的研究開拓1件、挑戦的萌芽研究 3 件、企業との共同研究 56 件以上、また大型の研究費である NEDO から 5 件の研究費(研究代表)、Crest(分担代表)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、企業との共同研究費約 74,000 千円、それ以外の獲得研究費は約 1,000,000 千円(研究期間総額として)である。

招待公演(合計 11 件以上)

- ・ Hiroyuki Futamata. “Mechanism of Functional Homeostasis in Bacterial Complex System”. 4th International conference on Molecular Biology and Biotechnology 2021 (ICMBB2021) Web meeting 2021.June 2. Kualampol, Malaysia.
- ・ 中井善一, 菊池将一, 藤田佳佑, 疲労き裂伝ば下限界の迅速測定法の提案, 第 20 回破壊力学シンポジウム
- ・ 菊池将一, 『疲労に関する表面改質分科会』の活動紹介, 日本材料学会 第 347 回疲労部門委員会
- ・ 菊池将一, 周期マイクロ強度勾配制御による多機能材料設計, 日本機械学会 M&M2021 材料力学カンファレンス
- ・ 菊池将一, 微粒子ピーニングを施した鉄鋼材料の回転曲げ疲労特性に及ぼす残留応力解放の影響, 2021 年度熱処理技術協会春季講演大会
- ・ 菊池将一, 大型研究費獲得の失敗談および成功談～JST さきがけを例に～, 静岡大学ナノマテリアル応用研究会(Nano-MAP) 第 18 回委員会
- ・ 渡部綾「気相 S 種を活用する触媒反応プロセス群の開拓」触媒学会宇都宮地区講演会
- ・ 渡部綾「密度汎関数法によるアルカン脱水素機構解析と新規触媒設計」電気化学界面シミュレーションコンソーシアム 第 3 回研究会
- ・ 渡部綾「硫化物系触媒の格子 S 種を活用する レドックス型アルカン脱水素の開拓」第 45 回九州・沖縄支部講演会
- ・ M. Motozawa, Some characteristics of magnetic functional fluids, The 8th International Workshop on Fluid Flow, Heat Transfer and Turbulent Drag Reduction (IWFHT2021), Qiandao (online), (2021-9)
- ・ アンケート調査から見た超精密位置決め用機械要素の技術動向, 精密工学会超精密位置決め専門委員会6月度定例会, WebEX によるオンライン開催(大岩)

報道

- ・ 新聞 粉末投射、高速で窒化実現 チタン合金 静大やヤマハ発研究 加熱なし 劣化防ぎ多機能化(菊池)

- ・新聞 チタン合金, 非加熱・30 秒で窒化層形成 ヤマハ発など(菊池)
- ・新聞 静岡大・都立大・東京電機大・ヤマハ発動機、加熱することなくチタン合金表面に硬質な窒化層を短時間で形成させることに成功(菊池)

(2) 国際連携

- ・日本学術振興会 二国間交流事業 インドとの共同研究(二又)

(3) 受賞

- ・高柳研究奨励賞(浜松電子工学奨励会)(藤井)
- ・科学技術奨励賞(公益財団法人スガウエザリング技術振興財団)(藤井)
- ・令和3年度静岡大学産学連携奨励賞(岡島)
- ・令和3年度日本材料学会疲労部門委員会 論文賞(菊池)
- ・日本ばね学会 2021年度春季ばね及び復元力応用講演会最優秀ポスター賞(菊池)
- ・令和3年度日本機械学会三浦賞(松井)

4. 今後の展開

我々は農工情連携による持続可能な循環型社会の実現を目指し、エネルギーシステム部門、環境サイエンス部門、統合バイオサイエンス部門といったグループと分野横断的な協力しながら研究開発を進めている。特に、グリーン科学技術研究所との連携を強化するとともに、地方自治体や地域産業界と一体となった実用化研究を進める。今後も、産学官連携を強力に推進し、地域、世界のために貢献する。

超精密な機械の実現を目指して

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 (4名、内 ABP 1名)、M1 (ABP 1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機構設計および多自由度運動計測・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機械システ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応用し、キャリブレーション (校正) に関する研究、ジョイントとリンクの運動誤差&熱的伸縮の補正、およびフレーム部の弾性変形と熱的変形の補正などに関する研究を行っている。

(3) 凸面ターゲットミラーを用いた多自由度微小運動誤差計測センサの開発

1自由度直線運動機構の位置決め方向以外の5自由度運動誤差を計測するため、光ファイバ変位計またはレーザ光と二分割フォトディテクタからなる微小運動計測センサにおいて、円筒のような凸面ミラーを用いて高感度化するための研究を行っている。

(4) 光ファイバを用いた高感度3Dタッチトリガープローブの研究

三次元座標測定に用いるタッチプローブの高精度化のために、先端球の変位と方向をスタイラスに内蔵した3台の光ファイバ変位計で検出し、プリトラベルの短縮化を実現する。

【 今後の展開 】

上記のように超精密に運動する機械要素、センサ、メカニズムおよび制御技術などを開発することにより、超精密な機械システムの実現を目指す。

【 学術論文・著書 】

- 1) Tanaka, T., Oiwa, T. and Kotani, A. Proposal for a Multiple-DOF Spherical Gear and Investigation of Backlash and Transmitted Efficiency Between Gears. Int. J. Precis. Eng. Manuf. 22, 1897-1908 (2021). <https://doi.org/10.1007/s12541-021-00587-x>
- 2) 田中 淑晴, 大石 利樹, 清水 利弘, 小谷 明, 大岩 孝彰: 中空構造軸継手の提案と基礎的機械特性の評価, 日本設計工学会誌, 57 巻 1 号, pp.29-38, DOI:10.14953/jjsde.2021.2928

【 解説・特集等 】

- 1) 大岩孝彰, 精密位置決め技術の最新動向, 月刊トライボロジー, 2021 年 6 月号 (特集I機械要素技術／解析技術) pp.12-17.

【 招待講演等 】

- ・ 大岩孝彰: アンケート調査から見た超精密位置決め用機械要素の技術動向, 精密工学会超精密位置決め専門委員会 6 月度定例会, WebEX によるオンライン開催, 2021 年 6 月 18 日

【 その他 】

- ・ 科研費 基盤 C 研究代表者 新規採択 1 件
- ・ 企業との共同研究 新規契約 1 件

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 D3)、 Zheng Zihao (創造科技院 D3)
修士課程: M2 (6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および現際に関する研究
- (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, 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, pages541–567 (2021).

- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) 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.

【 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

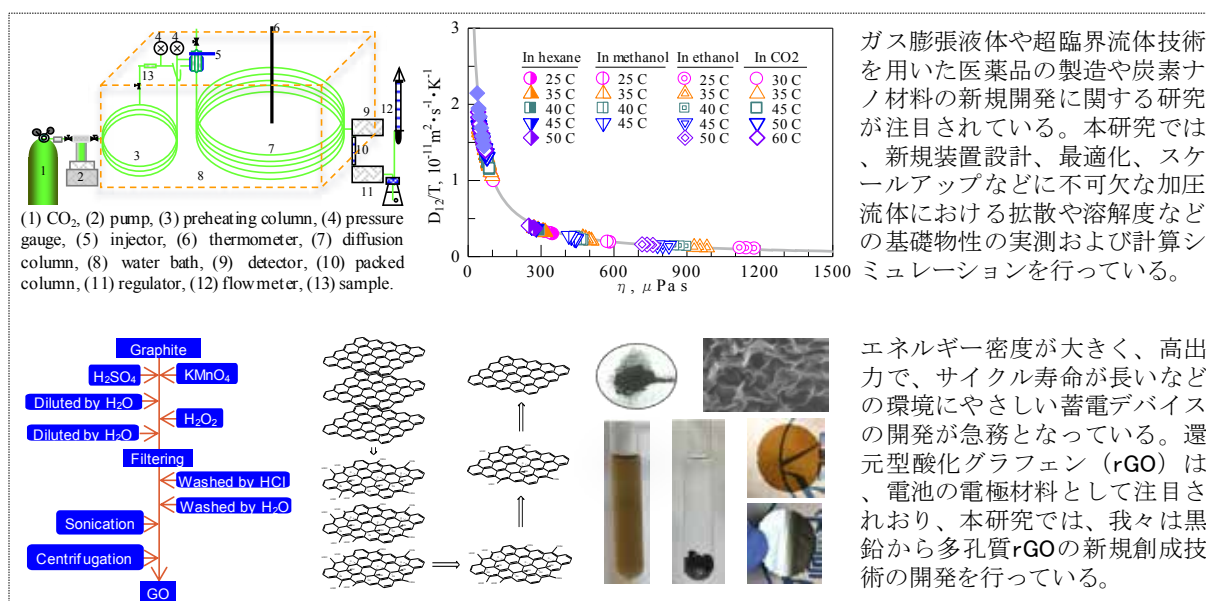
博士課程 : FANFBO YAO (創造科技学院 D2)、GUOXIAO CAI (創造科技学院 D2)、

修士課程 : M2 (2名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

持続可能な次世代循環型社会の構築には、地球環境汚染問題の解決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。ガス膨張液体は、液体に気体を溶解させ膨張させた液体のことであり、温度や圧力、モル分率を変数としてガスを溶解させることで容易に密度や誘電率、拡散係数など様々な物性値を連続して変化することができる。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、ガス膨張液体や超臨界流体などの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。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、酸化還元法を用いて、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、脂質の拡散係数と流体の密度の測定

加圧流体（ヘキサン、メタノール、エタノール）および超臨界二酸化炭素中における分子量の大きな脂質の拡散係数を、Taylor 法および 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に成功した。

【 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 】

- 1) J. Ma, Y. Yamamoto, C. Su, S. Badhulika, C. Fukuhara, C. Y. Kong, One-pot microwave-assisted synthesis of porous reduced graphene oxide as an electrode material for high capacitance supercapacitor, *Electrochimica Acta*, 386, 138439, 2021.
- 2) Y. Mizuno, K. Miyake, S. Tanaka, N. Nishiyama, C. Fukuhara, C. Y. Kong, Phase-controlled synthesis of zeolites from sodium aluminosilicate under OSDA/solvent-free conditions, *European Journal of Inorganic Chemistry*, 2021, 1405-1409, 2021.
- 3) R. Inoue, K. Miyake, Y. Hotta, X. Li, R. Yashiro, Y. Hirota, Y. Uchida, M. Miyamoto, Y. Oumi, C. Y. Kong, N. Nishiyama, Stable dehydroaromatization of ethane over Zn ion exchanged MFI type galloaluminosilicate zeolite, *Fuel*, 305, 121487, 2021.
- 4) Y. Okubo, C. Y. Kong, J. Sakabe, T. Funazukuri, Measurements of infinite dilution binary diffusion coefficients of acetylferrocene and 1,1'-diacetylferrocene in supercritical carbon dioxide and in liquid organic solvents, *J. Supercrit. Fluids*, 177, 105321, 2021.

他 4 件

【 特許（国際）】

- ・ 国際出願番号：PCT/JP2022/007231（国際出願日：2022年2月22日）、多孔質還元型酸化グラフェン及びその製造方法、孔昌一、マージャオジャオ（整理番号：FP22-0031-00）。

【 国際会議発表件数 】

- 1) G. Cai, W. Katsumata, I. Okajima, T. Sako, T. Funazukuri, C. Y. Kong, Measurements of diffusion coefficient for triolein in various pressurized fluids with different viscosities, the 9th International Symposium on Molecular Thermodynamics and Molecular Simulation (MTMS2021), Virtual, Japan, September 7-9, 2021 (PB14).

他 3 件

分散性混相流の微細構造解明と産業応用

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://www.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：古市 肇 (創造科技院 D2)、笠井 雄真 (創造科技院 D2)
修士課程：M2 (3名)、M1 (4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) 横に並んで上昇する2気泡間に働く力の解明

横に並んで上昇する気泡に対して、実験及び数値解析を行った。従来接近力しか作用しないと考えられていた高レイノルズ数の気泡に対して、気泡径が増加し変形が大きくなると接近力が働かなくなり、ついには逆向きへと移動する現象が観察された。また数値解析においても同様の現象が再現された。解析結果より、この現象は気泡周囲の圧力場ではなく、気泡後部に形成される馬蹄形の渦構造に由来し、2気泡間の相互作用によって隣接した気液界面がより変形し、その変形した気液界面で形成された渦度の輸送によって生じることを明らかになった。

(2) 音波を用いた微細構造内の液体中での気泡除去

静止液体中における先端を封じた細孔からの完全な気体の排出を目的として、音波照射実験を行った。キャピラリー長より小さく、かつアスペクト比の大きな孔を有する実験サンプル、すなわち液体中で孔の中の気体が自発的に排出されないサンプルに対して、水中スピーカーから音波を照射し、その際の気体排出について調査した。その結果、気柱固有振動数およびその気柱の分裂後の気泡の固有振動数の照射が特に気体排出に対して有効であることが示された。またこの周波数帯のみの音波を2段階で使用することで、短時間で気体の排出に成功した。

(3) 相対運動を行うPVAブラシのジュールの接触軌跡解析

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。ブラシの接触面解析では、変形パターン分類、ウェハ上での模擬マップの作成、および表面近傍存在割合を評価した。その結果ロールブラシ回転時のジュールの変形について、ブラシは変形開始から最大押し込み時まで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 】

二流体ジェット法で衝突した液滴は、場合によっては表面を損傷させるにも関わらずその局所的に極短時間で発生する圧力の測定法は未だ確立されていない。また回転円盤上での液膜構造は、二流体の場合に特にノズル直下にて解明されていない。これらの現象に対して、光計測をベースとして挑戦したいと考えている。さらにマイクロプラスチックなど環境に負荷を与える物質と気泡との相互作用についても調査する予定である。

【 学術論文・著書 】

- 1)A. Hosaka, T. Miyaki, Y. Mizushima, S. Hamada, R. Koshino, A. Fukunaga, T. Sanada., Nodule deformation on cleaning of PVA roller brushes and its relation to cross-contamination, *Journal of Photopolymer Science and Technology*, Vol. 34. 505-509 (2021).
- 2)H. Kusuno, T. Sanada., Flow Structure and Deformation of Two Bubbles Rising Side by Side in a Quiescent Liquid, *Fluids*, Vol. 6 (11). 390 (2021).
- 3)Y. Matsumoto, Y. Mizushima, T. Sanada, Removing Gas from a Closed-End Small Hole by Irradiating Acoustic Waves with Two Frequencies, *Micromachines* 13 (1), 109 (2022).
- 4)A. Hosaka, Y. Mizushima, S. Hamada, R. Koshino, A. Fukunaga, T. Sanada., Static and dynamic interaction between polyvinyl acetal brushes and flat surfaces—Measuring near-surface brush volume ratio and nodule volume change for moving brushes, *Microelectronic Engineering*, Vol. 255. 111721 (2022).
- 5)奥井貴之, 水見俊介, 田畑創一朗, 真田俊之, 水嶋祐基, 光ファイバプローブを用いた気流に伴われた薄膜流の膜厚測定の実験的検証, *混相流*, Vol.36 (1), 70-77, (2022).

【 国際会議発表件数 】

- 1) The Symposium on Ultra Clean Processing of Semiconductor Surfaces, April 12-15, 2021, virtual
他 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・日本混相流学会、日本機械学会、応用物理学会など 1 2 件

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、藤井 朋之（工学部准教授）

修士課程：M2（4名）、M1（3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鋼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

湿式紡績によるセルロースナノファイバー分散液からのセルロースナノファイバー糸の創製に関する研究を実施し、製造可能条件と引張特性との関係を検討した。

(3) 超音波疲労試験機を用いた高強度鋼の超高サイクル疲労に関する研究

超音波疲労試験機を用いた高強度鋼のフレッチング疲労試験手法の検討を実施した。また、超音波ねじり疲労試験機を用いた高強度鋼のねじり疲労き裂の発生に関する検討を実施した。

(4) 超音波疲労試験機を用いた炭素繊維強化プラスチックの超高サイクル疲労試験法の開発

超音波引張圧縮疲労試験機を用いた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疲労特性の評価を実施した。

【 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 】

(学術論文)

- 1) Susceptibility to Intergranular Corrosion in Sensitized Austenitic Stainless Steel Characterized via Crystallographic Characteristics of Grain Boundaries, Tomoyuki Fujii, Masanori Suzuki, Yoshinobu Shimamura, Corrosion Science, 195, 109946 (2022)
- 2) Influence of Strain Gradient on Fatigue Life of Carbon Steel for Pressure Vessels in Low-Cycle and High-Cycle Fatigue Regimes, Tomoyuki Fujii, Muhamad S. B. Muhamad Azmi, Keiichiro Tohgo, and Yoshinobu Shimamura, Materials, 15(2), 445 (2022)
- 3) Mechanical Criterion for Nucleation of Intergranular Stress Corrosion Cracking in Austenitic Stainless Steel, Tomoyuki Fujii, Tatsuro Sawada, Keiichiro Tohgo, Yoshinobu Shimamura, Forces in Mechanics, 3, 100013 (2021)
- 4) Interfacial Properties of Bonded Dissimilar Materials Fabricated via Spark Plasma Sintering, Tomoyuki Fujii, Keiichiro Tohgo, Kenta Goto, Yoshinobu Shimamura, Materials Transactions, 62(8), 1102-1108 (2021)
- 5) Proposal of Analytical Model of Tensile Property of Untwisted Carbon Nanotube Yarn and Estimation of Tensile Property of Carbon Nanotube, Yoshinobu Shimamura, Yudai Yamaguchi, Keiichiro Tohgo, Tomoyuki Fujii, Yoku Inoue, Materials Transactions, 62(9), 1291-1297 (2021)
- 6) 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, 176, pp.400-410 (2021)

(著書)

- 1) 島村佳伸, 井上翼, 小笠原俊夫, 後藤健, “配向 CNT の作製とプラスチックとの複合化”, 野口徹監修, ナノカーボン・ナノセルロースの分散・配向制御技術, シーエムシー出版, pp.78-84, 2021 (分担)

【 国際会議発表件数 】

- 1) Accelerated Axial Fatigue Testing of CFRP Laminate by Using Ultrasonic Fatigue Testing Machine, Yoshinobu Shimamura, Takuya Hayashi, Hitoshi Ishii, Tomoyuki Fujii, Keiichiro Tohgo, VHCF8, 3B02 (3p), (2021), Sapporo (Online), Japan
- 2) Evaluation of Very High Cycle Fatigue Property of CFRP Laminates by Using Ultrasonic Fatigue Testing Technique, Yoshinobu Shimamura, Takuya Hayashi, Keiichiro Tohgo and Tomoyuki Fujii, 2021 China-Japan Academic and Technical Exchange Conference on Composite Materials, p.9 of Abstracts_Keynote.pdf (2021), Anhui (Online), China (Keynote)

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本材料学会 3 件、日本複合材料学会 2 件、日本機械学会 1 件

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: 楊 昊 (D3)、Arunagiri Azhagar (D3)

修士課程: M2 (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) Ni-Ti 合金の切削加工特性の解明に関する研究
- (3) 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
- (4) 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) 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。

(3) 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。

(4) 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)A. Azhagar, K. Hayakawa, H. Shizuka, K. Sakai, Influence of Tool Pin Profiles in Friction Stir Welding of Aluminum Alloy and Polycarbonate, Defect and Diffusion Forum 414 (2022), 185-190.
- 2)G. Nishi, Y. Kubota, K. Hayakawa, T. Nakamura, Temperature Dependency of Friction of Titanium Alloy by Forward Rod-Backward Can Combined Extrusion Test, Defect and Diffusion Forum 414 (2022), 163-168.
- 3)P. Rajasekaran, M. Arivanandhan, N. Sato, Y. Kumaki, T. Mori, Y. Hayakawa, K. Hayakawa, Y. Kubota, R. Jayavel, M. Shimomura, The effect of Sr and Sb co-doping on structural, morphological and thermoelectric properties of BaSnO₃ perovskite material, Journal of Alloys and Compounds, 894 (2021), 162335-162335.
- 4)H. Yang, K. Sakai, H. Shizuka, Y. Kurebayashi, K. Hayakawa & T. Nagare, Experimental investigation of the effects of super-elasticity on the machinability of NiTi alloys, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 115(2021), 581–593.

【 国際会議発表件数 】

- ・ International conference on tribology in manufacturing process and joining by plastic deformation, 2 件
- ・ Inter Academia, 1 件
- ・ 13th International conference on the technology of plasticity, 2 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本塑性加工学会 2021 年度春季講演会, 日本塑性加工学会第 72 回塑性加工連合講演会, 日本鉄鋼協会第 182 回講演大会, 日本材料学会東海支部第 16 回学術講演会 計 9 件

【 受賞・表彰 】

- ・ 電気加工学会 論文賞, Cr を含む鋼材の電解加工における鉄イオン添加電解液による六価クロム生成防止の研究, (王思聡, 後藤昭弘, 小土橋陽平, 中田篤史, 陳俊達, 陳彦東, 早川邦夫, 電気加工学会誌、54 巻 135 号 p.2), 2021 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 (5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) 冷媒圧縮機の圧縮過程における潤滑油への冷媒の過渡的溶解特性

冷媒圧縮機で使用される潤滑油は冷媒と相溶性があり、圧力が高くなると冷媒が潤滑油に溶解して潤滑油の粘度が低下する。油膜厚さが薄い場合では、溶解量がわずかであっても粘度変化が大きい場合、薄い油膜に対する冷媒の溶解挙動は潤滑特性に大きな影響を及ぼす。

本研究では、薄い油膜における冷媒溶解度変化を、光ファイバを用いた屈折率測定により検出し、薄い油膜における瞬間的な圧縮時の冷媒溶解挙動を検討した。その結果、薄い油膜表面からの反射光をミラーで除去することにより、薄い油膜における冷媒溶解度変化が検出可能であることを示した。また、油膜が薄く、圧縮時間が長い場合には、冷媒の溶解による潤滑油の粘度変化を考慮するべきであり、粘度に影響する油膜厚さと圧縮時間の範囲を明らかにした。

(2) 冷凍機油の冷媒混合時における泡立ち特性

冷媒圧縮機シェル内で冷凍機油の泡立ちが発生し、サイクルに油が多量に排出されると、サイクル性能や圧縮機の信頼性が低下する。本研究では、のぞき窓のついた試験容器内において、冷媒/油混合物の泡立ち現象について実験的に検討した。その結果、回転羽根による攪拌で発生する発泡は、冷媒ガスの巻き込みによるものが支配的であり、泡高さは羽根回転数に比例することが分かった。冷媒の吹き込みによる発泡は、回転羽根による発泡に比べて泡径が大きく、発泡量は回転羽根によるものより少なかった。また、溶解特性の異なる油を用いた試験によって、冷媒の飽和溶解圧力に対して冷媒/油混合物の飽和圧力が約95%以上となる冷媒溶解度範

困で発泡が激しくなり、一方、冷媒溶解度がさらに大きな範囲では二相分離状態となり発泡量が減少することが分かった。

(3) 実冷凍サイクルに適用可能な乾き度測定装置の検討

冷凍空調サイクルにおいて、冷媒が気液二相状態である場合の乾き度を測定する技術の開発が望まれている。本研究では、複数の細孔を縦に並べた流路において、流路手前の液面高さと流路前後の差圧を用いて乾き度を計測する装置の開発を行った。その結果、上部に細孔を多く配置し、また、下部の細孔径をより小さくすることにより、乾き度の広い範囲に対して液面の変化を直線的とすることができ、水/空気をを用いた試験では、乾き度 0.1 から 0.9 の範囲で、誤差±0.02 以内で乾き度が測定可能であることを確認した。また、実際の冷凍サイクルにおける試験では、気液分離器で分離した液相が伝熱や圧力損失により蒸発して流れを妨げることが観察されたため、気液分離器を一体化した装置を作成し、実際の冷凍サイクルにおいて乾き度測定を試みたところ、精度の高い乾き度測定には、差圧の変動を抑制する必要があることが分かった。

【 今後の展開 】

冷凍空調用圧縮機およびサイクルに関する研究を継続する。また、冷凍サイクルにおける測定装置の開発の他、冷凍装置へのナノ流体の適用を目的とした基礎研究を継続して行う。

【 学術論文・著書 】

1) Tanakit Mongkolkitngam, Mitsuhiro Fukuta, Masaaki Motozawa, Weerachai Chaiworapuek, Thermal characterization of a heating cylinder under ultrasonic effects, International Journal of Heat and Mass Transfer, Vol 175(1), 121393, (2021.8).

【 国際学会発表件数 】

・ Mitsuhiro Fukuta, Hideyuki Fujimoto, Masaaki Motozawa, Study on layer short mechanism and discharge pattern in refrigerant compressor for refrigerants with disproportionation reaction like HFO-1123, IEA Heatpump Conference, 2021.4.

【 国内学会発表件数 】

・ 李 冠廷, 達田 涼, 福田 充宏 本澤 政明, 最大泡圧法による油中冷媒溶解度と油面計測 (2-capillary 法による計測), 2021 年度日本冷凍空調学会年次大会, C212, 2021.9.
他 3 件

【 招待講演件数 】

1) 企業での工学講座 4 件
2) 国家試験検定講習会 6 件

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) プラスチック複合材料の加溶媒分解によるリサイクル

繊維強化プラスチック等のプラスチック複合材料は、軽量にも関わらず高強度を有する等の特徴があることから、様々な分野で利用されている。中でもガラス繊維強化プラスチック (GFRP) はプラスチック部分に熱硬化性樹脂を用いることが多く、またガラス繊維も相当量含まれていることからリサイクルが難しく、その技術開発が求められている。そこで、高温高圧の液体水である亜臨界水を用いたガラス繊維強化プラスチックのリサイクルに取り組んでいる。ここではガラス繊維強化プラスチックに用いられる不飽和ポリエステル樹脂を加溶媒分解することで樹脂に溶媒への溶解性を持たせることにより、ガラス繊維を分離回収することを目指している。本年度は不飽和ポリエステルが水溶性オリゴマーやモノマー、及び有機溶媒可溶成分まで分解して固体として残留しない亜臨界水条件を明らかにした。

また、自動車や携帯電話等に使用されるエンジニアリングプラスチックを亜臨界水または超臨界アルコールにより処理し、モノマーとして回収す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反応条件を明らかにし、エンジニアリングプラスチックのケミカルリサイクル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を対象として、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、反応条件 (反応温度、反応圧力、反応時間、水/コンブ質量比等) がコンブの分解・油分生成に与える影響を明らかにし、

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 】

- 1) I. Okajima, L. T. T. Ly, C. Y. Kong, T. Sako, “Phosphorus-free oil extraction from rice bran using CO₂-expanded hexane”, Chemical Engineering and Processing - Process Intensification, 166, 2012, 108502 (2021)
- 2) G. Cai, W. Katsumata, I. Okajima, T. Sako, T. Funazukuri, C. Y. Kong, “Determination of diffusivities of triolein in pressurized liquids and in supercritical CO₂”, Journal of Molecular Liquids, 354, 2434, 118860 (2022)
- 3) 岡島いづみ (2021) 「超臨界・亜臨界流体を用いる CFRP のケミカルリサイクル」 シーエムシー出版 プラスチックのケミカルリサイクル技術 第Ⅲ編 第4章 236-244
- 4) 岡島いづみ (2021) 「亜臨界・超臨界流体によるプラスチックのケミカルリサイクル技術」 サイエンス&テクノロジー プラスチックリサイクル—世界の規制と対策・要素技術開発の動向と市場展望— 第5章第2節 207-218

【 解説・特集等 】

- 1) 岡島いづみ、“高温高压水によるプラスチックのリサイクル” (総説「特集 高温高压水の特性と利用」)、水環境学会誌、44(A)、7、225-228 (2021)
- 2) 岡島いづみ、佐古猛、“水熱処理による大型藻類からのバイオオイル生成” (特集「ブルーカーボン」)、化学工学、85、12、674-676 (2021)

【 国内学会発表件数 】

- ・ 化学工学会第 52 回秋季大会、化学工学会第 87 年会など 7 件

【 招待講演件数 】

- ・ GIG2021 年度 第 73 回研修セミナーなど 5 件

【 教員の受賞 】

- ・ 令和 3 年度静岡大学産学連携奨励賞 (2022. 03. 11)

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

博士課程 : D1 (1名)

修士課程 : M2 (3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て、複数の機能を高めた「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融合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粉末を焼結することにより、HEA 内の結晶粒径やエントロピーを周期制御することに成功している。

(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各種鉄鋼材料に照射することにより、NH₃ ガスや真空装置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 (不動態皮膜) 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 HEA 粉末焼結に関する知見をベースに、窒化処理との複合化も検討して「バイモーダル窒化相手を有する HEA」の創製にも取り組む。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、構造物金属材料への適用が難しい。そのため、放電方式の変更や金属メッシュとの併用によって、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)Y. Nakamura, K. Nambu, T. Akahori, T. Shimizu and S. Kikuchi, Effect of fine particle peening using hydroxyapatite particles on rotating bending fatigue properties of β -type titanium alloy, Applied Sciences, Vol.11, No.9, pp.4307, (2021).
- 2)K. Fujita, M. Ijiri, Y. Inoue and S. Kikuchi, Rapid nitriding of titanium alloy with fine grains at room temperature, Advanced Materials, Vol.33, No.20, 2008298, (2021).
- 3)H. Hirai, H. Kurita, S. Gourdet, K. Nakazawa and S. Kikuchi, Combined effects of TiB volume fraction and orientation on four-point bending fatigue properties of TiB-reinforced Ti-3Al-2.5V composite, Materials Transactions, Vol.62, No.7, pp.935-942, (2021).
- 4)M. Ijiri, K. Yamaguchi, S. Kikuchi, F. Kato, Y. Kunieda, H. Sakurai, T. Ogi and T. Yoshimura, Formation of a phosphoric acid compound film on an AZ31 magnesium alloy surface using cavitation bubbles, Surfaces and Interfaces, Vol.25, pp.101194, (2021).
- 5)M. Ijiri, K. Yamaguchi, S. Kikuchi, M. Fujiwara, Y. Nakanishi and T. Yoshimura, Improvement in the quality of the processed material surfaces lies in the moving of nozzle in the cavitation processing, Surfaces and Interfaces, Vol.25, pp.101206, (2021).
- 6) 藤田佳佑, 藤原弘, 菊池将一, 粉末冶金を用いたハイエントロピー合金 CrMnFeCoNi の周期構造制御, 材料, Vol.70, No.8, pp.648-655, (2021).
- 7)Y. Nakai, T. Hirai and S. Kikuchi, Compliance method to measure crack length and crack closure for automated fatigue crack test of nanocrystalline nickel thin film, Engineering Fracture Mechanics, Vol.254, pp.107925, (2021).
- 8)Y. Nakai, R. Takeshige, T. Hirai and S. Kikuchi, Effects of grain size and grain boundary stability on mechanical and fatigue properties of nanocrystalline nickel thin films, Materials Transactions, Vol.62, No.9, pp.1320-1327, (2021).
- 9)Y. Nakai, S. Kikuchi, K. Asayama and H. Yoshida, Effects of texture and stress sequence on twinning, detwinning and fatigue crack initiation in extruded magnesium alloy AZ31, Materials Science and Engineering A, Vol.826, pp.141941, (2021).
- 10)S. Takesue, S. Kikuchi, Y. Misaka, T. Morita and J. Komotori, Combined effect of gas blow induction heating nitriding and post-treatment with fine particle peening on surface properties and wear resistance of titanium alloy, Materials Transactions, Vol.62, No.10, pp.1502-1509, (2021).

他 4 編

【 解説・特集等 】

- 1) 菊池将一, 藤田佳佑, 井尻政孝, 井上陽一, 微粒子ピーニングを利用した“加熱しない”短時間窒化プロセス, まてりあ, Vol.61, No.3, 153-159 (2022).

【 国際会議発表件数 】

・ TMS2022, March 14, 2022, Virtual Presentation など 計 5 件

【 国内学会発表件数 】

・ 日本材料学会第 70 期学術講演会など 計 30 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、島村 佳伸 (工学部教授)

修士課程: M2 (3名)、M1 (4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応力腐食割れ寿命の評価
- (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) アルミニウム合金における応力腐食割れ挙動の解明

水素社会構築が期待され、水素貯蔵容器に使用されるアルミニウム合金の信頼性確保が重要である。本研究では、塩水中のアルミニウム合金に生じる応力腐食割れの発生・進展挙動を評価した。割れ発生は、孔食底の応力集中により特定の結晶面で生じることを解明した。また、割れ進展速度に及ぼす腐食生成物の影響についても定量的に評価を行った。

(2) チタン繊維強化多孔質チタン複合材料の開発

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。前年の研究において多孔質チタンの強度は非常に低くなることが判明したため、本年は強度向上のためにチタン繊維を複合化させることを着想した。その結果、多孔質チタンと比較して強度を数倍に向上させることに成功した。

【 今後の展開 】

オーステナイト系ステンレス鋼およびアルミニウム合金における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) 藤井朋之, クラッチ用ペーパー摩擦材の疲労に関する最近の知見, トライボロジスト, 67, (2022), pp. 174-179
- 2) Tomoyuki Fujii, Muhamad Safwan Bin Muhamad Azumi, Keiichiro Tohgo, Yoshinobu Shimamura, Influence of strain gradient on fatigue life of carbon steel for pressure vessels in low-cycle and high-cycle fatigue regimes, *Materials*, 15, (2022), 445
- 3) Tomoyuki Fujii, Masanori Suzuki, Yoshinobu Shimamura, Susceptibility to intergranular corrosion in austenitic stainless steel characterized via crystallographic characteristics of grain boundaries, *Corrosion Science*, 195, (2022), 109946
- 4) Yoshinobu Shimamura, Yudai Yamaguchi, Keiichiro Tohgo, Tomoyuki Fujii, Yoku Inoue, Proposal of Analytical Model of Tensile Property of Untwisted Carbon Nanotube Yarn and Estimation of Tensile Property of Carbon Nanotube, *Materials Transactions*, 62, 9, (2021), pp. 1291-1297
- 5) Tomoyuki Fujii, Keiichiro Togho, Kenta Goto, Yoshinobu Shimamura, Interfacial Properties of Bonded Dissimilar Materials Fabricated via Spark Plasma Sintering, *Materials Transactions*, 62, (2021), pp. 1102-1108

【 国際会議発表件数 】

JSSUME2020+1 等、5 件

【 国内学会発表件数 】

日本材料学会等、11 件

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://wpp.shizuoka.ac.jp/fluidmech-lab/>



【 研究室組織 】

教 員 : 本澤 政明

修士課程 : M2 (2名)、M1 (3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
 - ・ ミニスケールにおける熱流動特性と磁場の影響
 - ・ 極小隙間における流動特性
- (2) 磁気機能性ナノ冷凍機油を用いた冷媒圧縮機の高効率化
 - ・ モデル試験による漏れ・摩擦特性
 - ・ 磁気機能性ナノ冷凍機油/冷媒混合物の物性と磁場の影響
- (3) 磁性ナノロッド添加型磁性流体による物性の異方性強化と高度熱流動制御
 - ・ 内部クラスターの可視化と成長評価
- (4) 粘弾性流体へのナノファイバー添加による非ニュートン性の改変

【 主な研究成果 】

(1) ミニスケールにおける磁性流体の熱流動特性

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・熱流動特性が変化することが知られている。本研究では、チャンネル高さがミリオーダーのミニチャンネルにおいて、磁性流体の熱流動特性と磁場による影響を調べた。本研究室の過去研究も含め、磁性流体では磁場印加により伝熱が促進する現象が一般に広く知られている。一方で、本研究では磁場印加により伝熱の抑制がみられた。そこで、磁性流体への磁場印加による伝熱促進/伝熱抑制現象について、詳細に調べ、現象の一般化を試みた。

(2) 磁気機能性ナノ冷凍機油を用いた冷媒圧縮機の高効率化

本研究では、冷凍機油に磁性ナノ粒子を添加した磁気機能性ナノ冷凍機油を用いて、冷媒圧縮機における冷凍機油の摺動部へ局所的に保持し、冷媒漏れの低減・摺動部の摩擦低減の同時

達成を実現し、冷媒圧縮機の高効率化を図ることを目的としている。摺動部に磁気機能性ナノ冷凍機油を保持した状態で、摺動部からの漏れ・摩擦評価を行った。摩擦については、磁場印加により無磁場下よりも摩擦の低減がみられる試験流体が存在した。また、磁気機能性ナノ冷凍機油／冷媒混合物の比誘電率も測定した。ベースオイル／冷媒混合物と比較して、磁気機能性ナノ冷凍機油／冷媒混合物の方が比誘電率は大きくなった。また、電荷方向と平行方向に磁場を印加すると比誘電率が大きくなった。

【 学術論文・著書 】

- 1) M. Fukuta, T. Sotani, M. Motozawa, Leakage and Friction Characteristics at Sliding Surface of Tip Seal in Scroll Compressors, *International Journal of Refrigeration*, 125 (2021), pp. 104-112.
- 2) T. Mongkolkitngam, M. Fukuta, M. Motozawa, W. Chaiworapuek, Thermal characterization of a heating cylinder under ultrasonic effects, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 175 (2021), 121393.
- 3) W. Rakpakdee, M. Motozawa (Corresponding), M. Fukuta, M. Pornnattawut, W. Chaiworapuek, Effects of 25 kHz Ultrasound from Single and Double Transducers on Thermal and Friction Characteristics of Laminar Flows in Water or Water-Based Al₂O₃ Nanofluids, *International Journal of Thermal Sciences*, 178(2022), 107604, 16 pages.

【 国際会議発表件数 】

- 1) M. Fukuta, H. Fujimoto, M. Motozawa, Study on layer short mechanism and discharge pattern in refrigerant compressor for refrigerants with disproportionation reaction like HFO-1123, 13th IEA Heat Pump Conference, Jeju (online), (2021), Electric device, 6 pages.
- 2) M. Motozawa, Some characteristics of magnetic functional fluids, The 8th International Workshop on Fluid Flow, Heat Transfer and Turbulent Drag Reduction (IWFHT2021), Qiandao (online), (2021), Invited.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 水野喜隆*, 本澤政明, 福田充宏, ミニチャネルにおける磁性流体の伝熱と流動に及ぼす磁場の影響, 第33回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム, 伊香保(オンライン), (2021), 電子媒体, 2pages.
- ・ 高田原優, 藤本秀之, 福田充宏, 本澤政明, 冷媒圧縮機内におけるレイヤーショートに関する一考察, 2021年度日本冷凍空調学会年次大会, 東京(オンライン), (2021), 電子媒体, B142, 6pages.
- ・ 李冠廷, 達田涼, 福田充宏, 本澤政明, 最大泡圧法による油中冷媒溶解度と油面計測~2-capillary法による計測~, 2021年度日本冷凍空調学会年次大会, 東京(オンライン), (2021), 電子媒体, C212, 6pages.
- ・ 水野喜隆*, 本澤政明, 福田充宏, ミニチャネルによる低Re数域の磁性流体の伝熱特性に関する実験的研究, 2021年度磁性流体連合講演会, オンライン, (2021), 電子媒体, 3pages.

(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
- ・ 栗井光一郎 : 光合成生物の脂質分子生理学
- ・ 丑丸敬史 : 老化に関連した細胞内浄化機構の解明
- ・ 大西利幸 : 植物化学・植物生化学
- ・ 加藤竜也 : 効率的組換えタンパク質生産を可能にするカイコバイオテクノロジー
- ・ 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
- ・ 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
- ・ 大吉崇文 : 核酸化学・核酸局所構造の機能解明
- ・ 岡田令子 : 環境と生体の分子調節機構

- ・ 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
- ・ 森 智 夫 : 白色腐朽菌の機能と白色腐朽菌-細菌間相互作用に関する研究
- ・ 雪 田 聡 : 骨の形成と維持機構の解明を目指した研究
- ・ 田 代 陽 介 : 微生物を用いたナノバイオテクノロジー
- ・ 宮 崎 剛 亜 : 糖質関連酵素の構造生物学的研究および応用研究

昨年末で塩尻 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、2名減となった。一方で農学領域から森 智夫先生、宮崎 剛亜先生の2名が新たに加わった。構成メンバーの数はなんとか現状を保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、光医工学研究科の4部局が共同して開催する第8回国際シンポジウム The 8th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2022(ISFAR-SU2022) ~Joint International Workshops on Advanced Nanovision Science / Advanced Green Science / Promotion of Global Young Researchers on the basis of Interdisciplinary Domain Researches~ が、令和4年3月1日に静岡大学浜松キャンパスで開催された。コロナ禍での開催のためオンライン形式となった。今年度は他専攻からの推薦があったためバイオサイエンスからの招待講演は1件のみとなったが、創造科学技術大学院修了、環境リーダープログラム採用学生であった Md. Panna Ali 博士を招待した。Md. Panna Ali 博士は現在、バングラデシュの Bangladesh Rice Research Institute (BRRI) でゲノム編集技術を駆使した米の品種改良に取り組んでおり、最先端の技術を駆使した興味深い研究内容であり、バイオサイエンスの学生にも好評であった。また、他専攻からの推薦となったが、バイオサイエンスも今後、積極的に取り組んで行く予定となっている SDGs 教育の内容をサステナビリティセンター所長の人文社会科学科の堂園先生の学生から講演いただいた。

学生からは8分という短時間での発表ではあったが、当日のオンラインでの発表形式として緊張感のある充実した内容の発表会となった。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 (副担当: 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: M1 (2名)

【 研究目標 】

私たちの研究目標は、植物特有の機能を物質レベルで理解し、学術情報を蓄積して、最終的に社会へ還元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) 植物の高温耐性を向上させる資材の開発研究

【 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) proteins と呼ばれる一連のタンパク質を生成します。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出され、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おける主要な LEA タンパク質であり、植物のストレス耐性や種子の保存性に関与しています。

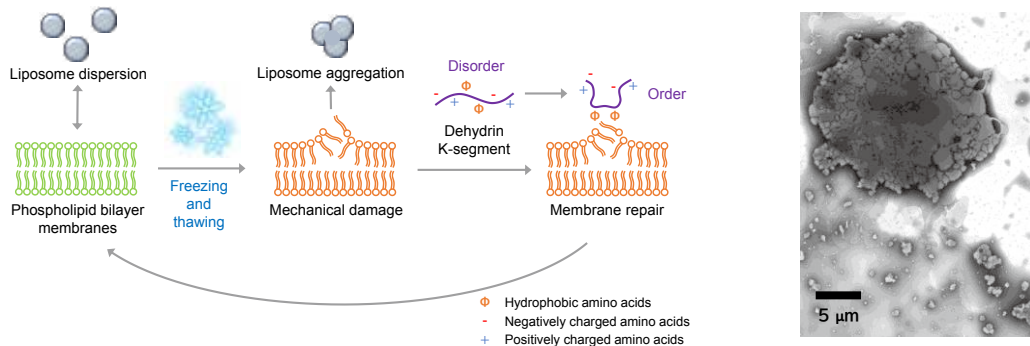
私たちは、遺伝子組換え法により、デハイドリンを多く含む植物が強い低温耐性を示すことを見出しました。その後、デハイドリンと凍結耐性との関係を研究し、タンパク質の凍結保護、活性酸素種の発生制御、重金属失活酵素の活性回復など、多様な機能を見出してきました。特にタンパク質の凍結保護活性は、一般的な保護剤と比べ質量濃度にして千倍以上の活性を示します。なぜデハイドリンはそれほどまでに凍結保護活性が高いのかを解明することが最近の研究課題です。

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一過的に形成し、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てきました。

本年度私たちは、普段食べているダイコンの主要な可溶性タンパク質が天然変性タンパク質であること、このタンパク質はデハイドリンとは無関係でありながら、デハイドリンと同様優れた凍結保護活性を示すことを報告しました。興味深いことに、このダイコン天然変性タンパ

ク質もまた、長大な親水性領域の中に散在する疎水性クラスターが保護活性のホットスポットになっていました。タンパク質の凍結保護活性には共通した配列特性があるようです。この特性をうまく活用できれば、新たなバイオ素材を生み出せるのではないかと期待しています。

今年度はさらに、デハイドリンがリポソームの凍結凝集を効果的に防ぐことを報告しました。リポソームは、細胞膜やオルガネラ膜を模した粒子と見立てることが出来ます。植物の凍結障害は膜のインテグリティの乱れから始まるとされ、デハイドリンが凍結植物の膜系を保護することによって植物の低温耐性を向上させている可能性が示唆されました。デハイドリンは、リポソームとミセルとで二次構造のとり方が異なるようです。デハイドリンの膜保護の仕組みが分かれば、作物の低温保存に重要なヒントを与えることが出来るかもしれません。



デハイドリンの保存配列 K-segment によるリポソーム凍結保護機構（写真はリポソームの凍結凝集体）

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。タンパク質製剤には不安定なものも多く、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）植物の高温耐性を向上させる資材の開発研究

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, HTEs）の開発を行っています。これらはいわゆるバイオスティミュラントの1つです。すでに、研究成果の一部は実用化されましたが、その作用の安定化と強化を目指して開発研究を進めています。

【今後の展開】

植物の温度耐性に関わるタンパク質の機能に着目し、新しいバイオ素材の創出につなげたい。

【学術論文・著書】

- 1) Yuki Kimura, Tomohiro Ohkubo, Kosuke Shimizu, Yasuhiro Magata, Enoch Y. Park, Masakazu Hara (2022) Inhibition of cryoaggregation of phospholipid liposomes by an *Arabidopsis* intrinsically disordered dehydrin and its K-segment. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* in press
- 2) Honami Osuda, Yui Sunano, Masakazu Hara (2021) An intrinsically disordered radish vacuolar calcium-binding protein (RVCaB) showed cryoprotective activity for lactate dehydrogenase with its hydrophobic region. *International Journal of Biological Macromolecules* 182: 1130-1137.
- 3) 原 正和 (2022) 「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 地力アップ大事典 地力の改善 2022年1月31日 860-864

【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: <http://www.shizuoka.ac.jp/~bio/staffs/tokumoto.html>



【 研究室組織 】

教 員: 徳元 俊伸

博士課程: ムハマド ルーベル ラナ (創造科技院 D3、国費)、エムディ レザヌッジャマン (創造科技院 D3、私費 環境リーダー)、ムハマド ハッサン アリ (創造科技院 D3、私費)、ムリチュンジョイ アーチャジー (創造科技院 D3、私費 環境リーダー)、ジョティー ムハマド マスム サーワー (創造科技院 D2、私費)、エムディー フォハッド ホセイン (創造科技院 D1、国費)、ウンメ ハビバ ムスタリー (創造科技院 D1、私費)
修士課程: M2 (2名) M1 (2名)

【 研究目標 】

我々は、魚類、両生類などを材料に卵成熟・排卵の分子機構の解明を目的として研究を行っている。最近では卵成熟誘起ホルモン受容体として同定されたステロイド膜受容体の構造、機能の解明ならびに受容体に作用する新規化合物の同定を中心課題としている。また、独自に開発した産卵誘導法により排卵誘発に関わる遺伝子の同定を目指している。一方、魚類生殖に与える内分泌かく乱物質 (環境ホルモン) の影響評価のテーマも継続して進めている。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) ノンゲノミック反応を伝達する新規ステロイド膜受容体の構造と機能に関する研究
- (2) 脊椎動物の排卵誘導機構に関する研究
- (3) 内分泌かく乱物質の卵成熟誘起、阻害作用に関する研究
- (4) プロゲステロン様作用物質の評価技術の開発
- (5) 魚類の性転換のしくみー未分化生殖幹細胞の分離、同定
- (6) マウステラトーマ原因遺伝子の究明
- (7) サンゴ礁海水中に存在するステロイド膜受容体反応性物質の同定
- (8) 内分泌かく乱物質の多世代にわたる後発影響の原因究明

【 主な研究成果 】

(2) 脊椎動物の排卵誘導機構に関する研究

我々はゼブラフィッシュ生体を用いた簡便な化学物質のアッセイ法を確立している (特許 4501002, 4528973)。この方法を用いて排卵時に特異的に発現上昇する遺伝子群を選択した。これら排卵誘導遺伝子候補についてゲノム編集技術により遺伝子ノックアウトゼブラフィッシュ系統を作出してその表現型解析によりそれらの機能を調べている。今回、候補遺伝子の一つである prss59.1 遺伝子から産生される Prss59.1 タンパク質を合成し、その生化学的性状の解析を進めた (論文 2)。

(4) プロゲステロン様作用物質の評価技術の開発

これまでに人工合成、精製の確立に成功し特許が取得 (特許 6795214) できていたヒトのス

ステロイド膜受容体 mPR α をグラフェンナノ粒子と化学結合させた GQD-mPR α の合成に成功し、それを用いたステロイド膜受容体への化学物質の作用を検出できる試験管内アッセイ系の開発に成功した（論文3）。

【 今後の展開 】

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。新たに確立できた GQD-mPR α を用いたアッセイ法により mPR α 反応性の新規化合物の同定を目指す。特に海藻由来の天然化合物は新規医薬品となる可能性があることから抽出精製を進める。

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) Xinxin Wang, Xin Ma, Gaobo Wei, Weirui Ma, Zhen Zhang, Xuepeng Chen, Lei Gao, Zhenbo Liu, Yue Yuan, Lizhi Yi, Jun Wang, Toshinobu Tokumoto, Junjiu Huang, Dahua Chen, Jian Zhang, JiangLiu (2021) The Role of DNA Methylation Reprogramming during Sex Determination and Transition in Zebrafish. *Genomics Proteomics & Bioinformatics* February 2021 Feb 1 Accept DOI: doi.org/[10.1016/j.gpb.2020.10.004](https://doi.org/10.1016/j.gpb.2020.10.004)
- 2) Md. Rubel Rana, Md. Forhad Hossain, Md. Hasan Ali, Md. Maisum Sarwar Jyoti and Toshinobu Tokumoto (2021) Biochemical characterization of zebrafish Prss59.1. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 560 (1), 32-36. 30 June 2021 <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2021.04.118>
- 3) Md. Maisum Sarwar Jyoti, Md. Rubel Rana, Md. Hasan Ali and Toshinobu Tokumoto (2022) Establishment of a steroid binding assay for membrane progesterone receptor alpha (PAQR7) by using graphene quantum dots (GQDs). *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 592 (1), 1-6. 12 February 2022 <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2022.01.002>
- 4) Ali Md. Hasan, Md. Maisum Sarwar Jyoti, Md. Rubel Rana Md. Rezanujjaman and Toshinobu Tokumoto (2022) **Purification and identification of the 20S proteasome complex from zebrafish.** *Zebrafish*, Vol. 19, No. 1 18-23. 14 Feb 2022 <https://doi.org/10.1089/zeb.2021.0064>

【 新聞報道等 】

中日新聞（2021. 8. 31）朝刊 「研究室へ広がる熱意」

「湖（うみ）は、いま 第4部ゆりかごの再生「<下>最先端」アマモの研究」

光合成生物の脂質分子生理学

教授 粟井 光一郎 (AWAI Koichiro)
バイオサイエンス専攻 (主担当: 理学部 生物科学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)
専門分野: 植物生理学、脂質生化学
E-mail address: awai.koichiro@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/plant-lipid/>



【 研究室組織 】

教 員: 粟井 光一郎

学術研究員: Egi Tritya Apdila

博士課程: Devi Bentia Effendi (創造科技院 D3)、Idris Maliki (創造科技院 D2)

Arif Agung Wibowo (創造科技院 D1)、

修士課程: M2 (3名)、M1 (1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) 藻類からの脂質抽出手法の解説

持続可能な社会の実現のため、カーボンニュートラルなエネルギーの創出が急務となっている中、光合成生物を用いたエネルギー生産に一層の注目が集まっている。特に、光合成生物によるバイオディーゼルや化成品の原料となる脂質の合成は有効であるが、その解析手法を詳細に解説する文献はあまり見られなかった。そこで、ドイツの著名な光合成生物の脂質科学研究者である Peter Dörmann 博士が音頭をとり、光合成生物の脂質解析の書籍(Plant Lipids: Supringer社)が刊行されることになった。その際、我々のグループに藻類の脂質解析の解説についての執筆依頼があり、引き受けることとなった。光合成を行なう原生生物である藻類は、面積当たりのバイオマス生産量が植物より優れていることから、有用物質生産のプラットフォームとして広く利用され始めており、特に脂質の生産に向いている。その中でも工業的利用が期待されているユーグレナ (*Euglena gracilis*)、ナンノクロロプシス (*Nannochloropsis oceanica*)、シャジクモ藻 (*Klebsormidium nitens*) の脂質解析手法について紹介し、特にユーグレナではワックスエステルの解析法、シャジクモ藻では表層脂質の解析手法についても解説した。(Iwai et al (2021) Methods Mol Biol)。

(2) シアノバクテリアの脂質関連物質の解説

シアノバクテリアは植物や藻類と同様の酸素発生型光合成を行なうバクテリアであり、葉緑体と同じ起源を持つと考えられている。そのため、上記の藻類と同様、有用物質のプラットフォームとして近年注目を集めており、シアノバクテリアでも脂質の合成が期待されている。そこで、そもそもシアノバクテリアにどのような脂質が存在するのか、またそれらを用いた物質

生産についてどのような試みがなされているのかについて、ここ 10 年の動向をまとめて紹介した。シアノバクテリアの主要な脂質として、膜脂質が挙げられる。そこで、まず膜脂質の合成経路や機能について解説した。また、他の脂質として遊離脂肪酸、アルカン、フィチルエステルについて取り上げた。さらに、藻類での生産が期待されているトリアシルグリセロールやワックスエステルについて、シアノバクテリアでの生産の可能性を議論した。特にトリアシルグリセロールは、最近シアノバクテリアにも元々存在すること、そしてその合成を担う酵素の同定が報告されたが、他のグループの解析からそれらは否定されている。また外来遺伝子を導入する際に予想外の遺伝子を破壊しておくことでトリアシルグリセロールを合成できることも報告されている。我々は、後者の説（シアノバクテリアには内在性のトリアシルグリセロール合成機構は存在しない）を支持しており、その根拠となる知見についても紹介している。またシアノバクテリアに脂肪酸を分解して利用する経路がないことも明らかにし、そのことが有用物質生産に有利に働く可能性について言及した。（粟井（2021）生物工学会誌）。

【 今後の展開 】

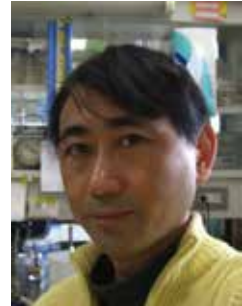
本年度は上記の他に、一次植物の一種である灰色藻の脂肪酸合成に関する成果が得られており、またユーグレナのリン欠乏応答における脂質の動態に関する新たに知見もえられた。今後、この成果を論文として発表していきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) **Brotosudarmo THP, Setiyono E, Awai K and Pringgenies D** (2021) Marine bacterium *Seonamhaeicola algicola* strain CC1 as a potential source for the antioxidant carotenoid, zeaxanthin. Ilmu Kelaut. 26: 215-224.
- 2) **Jouhet J, Shimojima M, Awai K and Marechal E** (2021) Editorial: Lipids in Cyanobacteria, Algae, and Plants-From Biology to Biotechnology. Front Plant Sci. in press.
- 3) **Iwai M, Shibata S, Ohta H and Awai K** (2021) Methods of Lipid Analyses for Microalgae: Charophytes, Eustigmatophytes, and Euglenophytes. Methods Mol Biol. 2295: 81-97.
- 4) **粟井光一郎** (2021) 光シアノバクテリアの脂質代謝 生物工学会誌 99(8) : 404-407.

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



【 研究室組織 】

教 員 : 丑丸 敬史

博士課程 : Tasnuva Sharmin (創造科技学院 D3)、Most Naoshia Tasnin (創造科技学院 D2)、

修士課程 : M2 (2名)、M1 (3名)

学 部 生 : B4 (4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 凝縮に必要なことを見出した (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) Most Naoshia Tasnin, Kisara Ito, Haruko Katsuta, Tsuneyuki Takuma, Tasnuva Sharmin, and Takashi Ushimaru* (2022) The PI3 kinase complex II-PI3P-Vps27 axis on vacuolar membranes is critical for microautophagy induction and nutrient stress adaptation. **J Mol Biol.** 434(2):167360.
- 2) Chihiro Yamada, Aya Morooka, Seira Miyazaki, Masayoshi Nagai, Satoru Mase, Kenji Iemura, Most Naoshia Tasnin, Tsuneyuki Takuma, Shotaro Nakamura, Shamsul Morshed, Naoki Koike, Md. Golam Mostofa, Muhammad Arifur Rahman, Tasnuva Sharmin, Haruko Katsuta, Kotaro Ohara, Kozo Tanaka, and Takashi Ushimaru* (2021) TORC1 inactivation promotes APC/C-dependent mitotic slippage in yeast and human cells. **iScience.** 25(2):103675.
- 3) Tasnuva Sharmin, Shamsul Morshed, Most Naoshia Tasnin, Tsuneyuki Takuma, and Takashi Ushimaru* (2021) Cdc14 phosphatase downmodulates ESCRT-0 complex formation on vacuolar membranes and microautophagy after TORC1 inactivation. **Biochem Biophys Res Commun.** 561:158-164.
- 4) 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.
- 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) Md. Golam Mostofa, Shamsul Morshed, Satoru Mase, Shun Hosoyamada, Takehiko Kobayashi, and Takashi Ushimaru* (2021) Cdc14 protein phosphatase and topoisomerase II mediate rDNA dynamics and nucleophagic degradation of nucleolar proteins after TORC1 inactivation. **Cell Signal.** 79, 109884.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本分子生物学会等、6 件

【 招待講演件数 】

- 1) 第 73 回日本細胞生物学会大会 (2021. 06. 30)
- 2) 第 44 回日本分子生物学会年会 (2021. 12. 3)

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

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:



【 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)、Akhilesh Babu Ganganboina (JSPS
海外特別研究員)、Fahmida Nasrin (博士研究員)、

博士課程: 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 (3名)、M1 (5名)

学 部 生: B4 (6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

前年度にカイコ幼虫を用いてエビホワイトスポット病ウイルス (WSSV) の抗原タンパク質を生産させて精製し、組換えタンパク質のワクチンの効果を確認することで、VP15 タンパク質がワクチンとして効果があることが確認された (Boonyakida et al., Fish Shellfish Immunol. 101, 152-158, 2020)。この結果を受けて、今年度は大腸菌発現系を用いて、VP15 タンパク質内でどの部位がワクチンとして効果があるのかを調べ、SR11 ペプチド領域を特定した (研究業績 1)。また組換えタンパク質生産とは異なるが、前々年度に報告した昆虫細胞から中東呼吸器症候群コロナウイルス (MERS-CoV) の抗原タンパク質である S タンパク質を提示させたナノ粒子をエクストルーダーで調製し (Kato et al., J. Biotechnol. 306, 177-184, 2019)、MERS-CoV の迅速検出法確立に利用した (研究業績 4)。

(3) *Ashbya gossypii* のリボフラビン生産に関する研究

Ashbya gossypii のサーチュイン遺伝子 (*AgHST1*, *AgHST3*) をそれぞれ破壊することで、リボフラビンの生産量が約 4.3 および 2.9 倍上することを見出した (研究業績 2)。特に *AgHST3*

遺伝子破壊株ではヒストン H3 の 56 番目のリジン残基のアセチル化が増加しており、DNA の損傷、特に二本鎖 DNA 切断が増加していることが推測された。二本鎖 DNA 切断を誘導するカンプトテシンを添加することで菌体当たりのリボフラビン量が増加していたことから、二本鎖 DNA 切断とリボフラビン生産の関係が示唆された。またプロテアソーム阻害剤 MG132 を添加することでリボフラビン生産が減少することも見出した（研究業績 3）。

【 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) Boonyakida J, Xu J, Satoh J, Nakanishi T, Mekata T, **Kato T**, Park EY. “Identification of antigenic domains and peptides from VP15 of white spot syndrome virus and their antiviral effects in *Marsupenaeus japonicus*.” *Sci. Rep.* 17, 11(1), 12766, 2021 6 月
- 2) **Kato T**, Azegami J, Kano M, El Enshasy HA, Park EY. “Effects of sirtuins on the riboflavin production in *Ashbya gossypii*.” *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 105(20), 7813-7823, 2021 11 月
- 3) **Kato T**, Yokomori A, Suzuki R, Azegami J, El Enshasy HA, Park EY. “Effects of a proteasome inhibitor on the riboflavin production in *Ashbya gossypii*.” *J. Appl. Microbiol.* 132(2), 1176-1184, 2022 2 月
- 4) Kim G, Kim J, Kim SM, **Kato T**, Yoon J, Noh S, Park EY, Park C, Lee T, Choi JW. “Fabrication of MERS-nanovesicle biosensor composed of multi-functional DNA aptamer/graphene-MoS₂ nanocomposite based on electrochemical and surface-enhanced Raman spectroscopy.” *Sens. Actuators B Chem.* 352, 131060, 2022 2 月

【 国内学会発表件数 】

- ・ 第 73 回日本生物工学会 1 題
- ・ 日本農芸化学会 2022 年度大会 3 題

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：阿部 孝宏 (博士研究員)、山下 起三子 (学術研究員)、
Arbin Sunuwar (学術研究員)
博士課程：竹村 太秀 (創造科技院 D3)、大場 由美子 (創造科技院 D3)、
古田島 美颯 (創造科技院 D2)
修士課程：M2 (4名)、M1 (4名)
学 部 生：B4 (4名)

【 研究目標 】

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

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

【 主な研究成果 】

(1) フェアリー化合物 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. 4, 5, 6, 9)。

(2) 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 の生合成経路を明らかにした(論文 No. 8)。

(3) 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. 2)。

(4) フェアリー化合物の薬理活性を発見

フェアリー化合物のひとつ ICA が免疫チェックポイントの産生を抑制し、抗癌剤シスプラチンの効果を高めることを動物実験で証明した(論文 No. 7)。

【 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) *Suzuki, T., Nakamura, L., Inayoshi, S., Tezuka, Y., Choi, J-H., Dohra, H., Sasanami, T. Hirai, H., and Kawagishi H., An efficient heterologous *Escherichia coli*-based expression system for lectin production from *Pleurocybella porrigens*, Biosci. Biotechnol. Biochem., 85, 630-633 (2021)
 - 2) 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)
 - 3) *Ito, T., Nagai, H., Aoki, W., Yamada, A., Kawagishi, H., Fukaya, M., and Konishi, H., Quantification of ustalic acid, a chemotaxonomic marker, in *Tricholoma ustale* using liquid chromatography–mass spectrometry, J. Nat. Med., 75, 688–691 (2021)
 - 4) *Aoshima, H., Ito, M., Ibuki, R. and *Kawagishi, H., The potential of 2-aza-8-oxohypoxanthine as a cosmetic ingredient, Cosmetics, 8, 60 (2021)
 - 5) *Aoshima, H., Matsumoto, T., Ibuki, R. and *Kawagishi, H., Safety evaluation of 2-aza-8-oxohypoxanthine by in vitro skin sensitization and human tests, Fundam. Toxicol. Sci., 8(4), 123-133 (2021)
 - 6) *Aoshima, H., Ibuki, R., Ito, M., and *Kawagishi, H., Clinical evaluation of topical lotion containing 2-aza-8-oxohypoxanthine on skin barrier function against water loss, Cosmetics, 8, 83 (2021)
 - 7) Inoue, C., Yasuma, T., D'Alessandro-Gabazza, C. N., Toda, M., D'Alessandro, V. F., Inoue, R., Fujimoto, H., Kobori, H., Takeshita, A., Nishihama, K., Okano, Y., Wu, J., Kobayashi, T., Yano, Y., Kawagishi, H., and *Gabazza, E. C., The fairy chemical imidazole-4-carboxamide inhibits the expression of Axl, PD-L1, and PD-L2 and improves response to cisplatin in cancer, Cells, 11, 374 (2022)
 - 8) Ito, A., Choi, J-H., Yokoyama-Maruyama, W., Kotajima, M., Wu, J., Suzuki, T., Terashima, Y., Suzuki, H., Hirai, H., Nelson, D. C., Tsunematsu, Y., Watanabe, K., Asakawa, T., Ouchi, H., Inai, M., Dohra, H, and *Kawagishi H., 1,2,3-Triazine formation mechanism of a fairy chemical 2-azahypoxanthine in the fairy ring-forming fungus *Lepista sordida*, Org. Biomol. Chem., 20, 2636 - 2642 (2022)
 - 9) *Aoshima, H., Ito, M., Ibuki, R., and *Kawagishi, H., Potential of fairy chemicals as functional cosmetic ingredients: effect of 2-aza-8-oxohypoxanthine (AOH) on skin lightness, Int. J. Med. Mushr., in press
 - 10) 河岸洋和（監修），「きのこの生物活性と応用展開」，シーエムシー出版，全 359 頁（2021）
- *は責任著者，他 4 件

【 国内学会発表件数 】

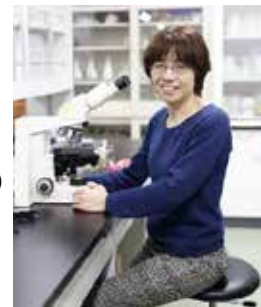
- ・ 日本農芸化学会、天然有機化合物討論会など 3 5 件

【 招待講演件数 】

- ・ Pacificchem2021 (2021.12.22)など国際学会 3 件、国内学会 6 件

持続的な熱ストレスに対する細胞応答の解析

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



【 研究室組織 】

教 員 : 木村 洋子

修士課程 : M1 (3名)、M2 (2名)

【 研究目標 】

地球上で、生物体はさまざまな環境変化に晒されており、その中で高温度の変化は、地球温暖化によって生物体を受ける機会がますます増えるストレスの一つである。この熱ストレスによって地球上の生命体はダメージを受けることがわかっているが、細胞内で具体的にどのような変化がおきているのかについては、未だ解明されていないことが多い。そこで、本研究室では、真夏の環境に類似した持続的で亜致死的な熱ストレスによって細胞内でどのような変化が起きるのかを真核生物のモデル生物である酵母を用いて明らかにし、あわせて細胞の熱耐性獲得機構を解明する。

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における液胞の形態変化の形成と生理学的意義の解明
- (2) 持続的熱ストレス応答における核膜孔複合体の形態変化と生理学的意義の解明
- (3) 熱耐性を付与する物質の作用機構の解明

【 主な研究成果 】

これまでに本研究室において、出芽酵母では熱ストレス時には液胞膜の陥入形成が起き、この形成が細胞内因子によって制御されていることを明らかにした。液胞膜の陥入形成は、ストレス時の液胞膜の急激な増加に対するバッファーとして考えられるが、一方、恒常的に液胞膜の陥入を起こす変異株もストレスに対して感受性になることを発見し、液胞膜の陥入は適切に制御される必要があることを示した。

また、熱ストレスを受けると液胞膜が相分離することを示すいくつかの結果が得られ、この相分離が液胞の陥入形成の分子的基盤となる可能性が示された。

【 今後の展開 】

液胞膜の脂質の変化、細胞内因子の関与によって、液胞の構造変化が起きること現在示しつつある。今後は、これらの点をさらに明らかにする。特に、Atg8の結合因子であるHfl1の欠損変異株では熱ストレス時に陥入形成が異常に亢進し、さらに陥入の根元に局在することをわかってきたため、この因子の機能解析を行う。

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ので、その変化の分子メカニズムを解析する。

【 国内学会発表件数 】

- ・ 2 件

【 招待講演件数 】

- ・ 1 件

哲学の可能性を広く、深く追究する ——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: 未来社会デザイン機構 (企画推進本部))
副担当: 農学部生物資源科学科大学院総合科学技術研究科 (農学専攻)
専門分野: 哲学、倫理学、死生学
e-mail address: takenouchi.hirobumi@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/philosophy/>



【研究室組織】

教 員: 竹之内 裕文

博士課程: 伊東 さの子 (創造科技院 D3・社会人)、青木 孝介 (創造科技院 D1・社会人)

修士課程: 堀尾 小夜 (M1)、塩澤 太郎 (M1)

学 部 生: B4 (4名)、B3 (3名)

【研究目標】

ハイデガー哲学の研究から出発し、「生と死」、「生命と環境」、「農と食」の問題圏へ足を踏み入れてきた。またこれと並行として「対話」の実践と理論研究に取り組んできた。生と死、生命と環境、農と食は対話を通して結び合わされ、いのちの問題圏で共鳴する。こうした展望のもと、申請者は広範な領域で研究を展開している。

静岡大学着任 (2007年) 後、「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。しかしその後の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農と食を支える哲学・思想的な基盤の構築、②対話とコンパッションに基づく死生学の再構築 (「対話とコンパッションの哲学」)、③生命環境倫理学の仕上げ、④ハイデガーとともに/を超えて「死の哲学」を構築することである。

【学術論文・著書】

- 1) 死生を支え合うコミュニティの思想的拠り所——手がかりとしての「対話」と「コンパッション」、『現代宗教 2022』、令和4年1月、61-91頁
- 2) 生き物を殺して食べる—マタギの生業と動物の権利、『東北哲学会年報』37号、令和3年5月、95-117頁
- 3) 死すべきものたちによる対話的探究の試み—批評へのリプライ、『豊田工業大学ディスカッション・ペーパー』第22号、特集『死とともに生きることを学ぶ』、豊田工業大学人文科学研究室編、令和3年7月、23-54頁
- 4) 『ハイデガー事典』、ハイデガー・フォーラム篇、昭和堂、令和3年6月、266-267頁

【新聞報道等】

- 1) 静岡新聞 (2021.6.16)

【社会貢献活動・講師・研究会】

- 1) 講演「多彩なメンバーと共にビジョンを描き、『望む未来』を実現する~2030 松崎プロジェクト

の挑戦～」、藤枝市大学ネットワーク会議事業・6大学連携共同講座「静岡中部『未来学』2030」～君はどの未来を創る？～、令和3年8月8日

- 2) 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」オンライン公開研究会（オンライン）公開研究会②『対話』をどう捉えるか～その可能性と限界』（令和3年12月12日）
- 3) 死生学カフェ（5月、7月、9月、11月、1月、3月）主宰（代表）
- 4) 哲学対話塾（4月、6月、10月、12月、2月）主宰（代表）
- 5) 風待ちカフェ（創設記念回、3月26日、伊豆まつぎ荘）主宰
- 6) 2030松崎プロジェクト・ワークショップ（計5回）のオーガナイザー兼ファシリテーター「松崎の挑戦をふり返り、ゴールs1.0を定める」（第3回：令和3年4月25日）、「プロジェクトチームの発足」（第4回：5月30日）、中間発表会①（10月17日）、中間発表会②（11月14日）、年度成果報告会（令和4年3月20日）、松崎町環境改善センター
- 7) 未来社会デザインセミナー（未来社会デザイン機構主催、全6回）のオーガナイザー兼ファシリテーター（第1回：令和3年5月14日、第2回：6月11日、第3回：7月9日、第4回：10月8日、第5回：11月12日、第6回：12月10日開催、静岡大学）
- 8) 2030松崎ワークショップの松崎高校「2030松崎プロジェクト説明会」講師、令和3年7月15日
- 9) 松崎中学「2030松崎プロジェクト説明会」講師、令和3年7月15日
- 10) 松崎高校ビジョンワークショップ「2030松崎のビジョンをつくろう」（令和4年2月12日・19日、松崎高校）のオーガナイザー兼ファシリテーター
- 11) 松崎町まちづくりアドバイザー（令和4年2月～現在）

【今後の展開】

2022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、6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（COVID-19の感染状況を踏まえて前年度から延期）。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、A)対話とコンパッションによる死生学の再構築と B)農と食を支える哲学・思想的基盤の構築を進め、これ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継続的に対話し、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。

アブシシン酸制御剤の創出と応用

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 (2名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

アブシシン酸 (ABA) は種子の休眠や非生物的ストレス応答に重要な役割を果たしている植物ホルモンであり、その機能を制御する技術の開発は農業分野における気候変動・温暖化対策の一つとして期待される。そこで本研究では、ABA の受容シグナル伝達・生合成・代謝に関わるタンパク質の阻害剤を創出して、これらの機能を物理化学的・生化学的・遺伝学的・生理学的レベルで評価することで、ABA 制御剤としてのポテンシャルを総合的に検証する。さらに、創出した ABA 制御剤の休眠・ストレス応答制御剤としての社会実装の可能性を追求する。

【 主な研究成果 】

(1) ABA 生合成酵素 AA03 の阻害剤創出

ABA 生合成の最終工程を触媒するアブシシナルデヒド酸化酵素 (AA03) の阻害剤 ABNC の創出に初めて成功した。さらに、ABNC の構造改変を行い、より強い活性をもつ SZN-ABNC を得た。SZN-ABNC はストレス条件下における ABA 生合成を顕著に抑制し、種子の発芽不良を著しく改善した。しかし、SZN-ABNC は ABA 代謝不活性化を阻害する副作用をわずかに有しているため、これを除去するための構造改変を現在検討している。

(2) ABA 生合成酵素 ABA2 の阻害剤創出

ABA 生合成において、キサントキシン (Xan) からアブシシナルデヒドを生成する酸化還元酵素 ABA2 を阻害する人工ステロイド化合物を創出することに初めて成功した。しかし、強い阻害活性を示すにはかなりの高濃度処理を必要とするため、構造改変による活性増強を現在検討している。

(3) ABA 配糖体の加水分解に関わる BGLU18 の阻害剤創出

植物における ABA は、カロテノイドからの de novo 合成に加えて、配糖体の加水分解によっても生成・供給されている。ABA 配糖体 ABA-GE の加水分解に関わることが示された酵素 BGLU18 を阻害する化合物を初めて創出することに成功した。ただし、活性が弱く実用レベルには至っていないため、現在、別の構造を有する阻害剤の設計・創出を検討している。

【 今後の展開 】

引き続き、ABA 制御剤の創出と応用展開を行っていききたい。我々の開発した阻害剤は、植物の特定の機能を可逆的に制御する化学ツールとして様々な植物科学研究に有用であるだけでなく、植物調節剤として実用化される可能性も大いに秘めていることを、今後さらに示していきたい。

【 学術論文・著書等 】

- 1) Takeuchi J, Mimura S, Ohnishi T, Todoroki Y: Photostable abscisic acid agonists with a geometrically rigid cyclized side chain, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2022**, *in press*.
- 2) Vaidya AS, Todoroki Y et al: Click-to-lead design of a picomolar ABA receptor antagonist with potent activity in vivo, *PNAS* **2021**, *118*, e2108281118.

【 国内学会発表件数 】

・植物化学調節学会など 計6件

白色腐朽菌を用いた木質バイオリファイナリー 及びバイオレメディエーション

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: 環境生物化学、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
博士課程: 殷 茹 (D1)
修士課程: M2 (4名)、M1 (4名)
学 部 生: 6名

【 研究目標 】

白色腐朽菌によるワンステップ木質バイオリファイナリー技術を確立すべく、セルロース糖化の妨げとなるリグニン分解能の改善、及び各種発酵能(エタノール、乳酸、水素、キシリトール)付加・能力改善に関する分子育種を進めている。さらに、白色腐朽菌による難分解性環境汚染物質の分解及び無毒化機構についても研究を行っている。

【 主な研究成果 】

(1) リグニン分解酵素による木材中リグニンの *in vitro* 分解

白色腐朽菌はリグニンペルオキシダーゼ (LiP)、マンガンペルオキシダーゼ (MnP) 及びラッカーゼをリグニン分解酵素として菌体外に産生し、木材中の高分子リグニンを分解していると考えられているが、これら酵素を用いて、木材中リグニンの分解を再現した結果は存在していなかった。そこで本研究では MnP を用いて、ブナ木粉中リグニンの分解を試みた。MnP によるリグニン分解には不飽和脂肪酸等のラジカルメディエーターを必要とするが、ブナ木粉中のリグニン分解にも複数のラジカルメディエーターが必要であった。また木粉の粒度が大きなファクターであり、より粒度の小さい木粉においてリグニン分解が進行する傾向にあった。さらに、反応 8 時間でリグニン分解反応がプラトーに達することから、本反応を連続して 5 回行うことで、最大で 13.6% のリグニン減少を達成した。しかしながらこれ以上処理回数を増やしても分解率の向上は認められなかった。以上のように、本研究はリグニン分解酵素を用いて、木粉中リグニンの *in vitro* 分解を再現した世界初の例である (*Journal of Bioscience and Bioengineering*, 132, 213-219, 2021)。

(2) 高活性リグニン分解菌 *Phanerochaete sordida* YK-624 株のリグニン分解時に特異的に発現する遺伝子解析

高活性リグニン分解菌 *Phanerochaete sordida* YK-624 株は、既存の白色腐朽菌と比較して高いリグニン分解力、高いリグニン分解選択性を示すユニークな菌である。本菌は LiP 及び MnP を分泌してリグニン分解を行うことを示してきたが、本菌が何故高活性なのか不明であった。そこで、リグニン分解条件下及び非リグニン分解条件下での本菌の遺伝子発現を解析し、次世代シーケンサーを用いて本菌とモデル白色腐朽菌 *P. chrysosporium* の遺伝子発現の差異を比較した。その結果、YK-624 株では、リグニン分解酵素遺伝子及びその関連酵素遺伝子の発現量

が増加していた。このことは、YK-624 株の高い分解効率を説明していると思われる。また、YK-624 株では、TCA サイクル、脂質代謝、炭素代謝、解糖などのエネルギー代謝経路に関与する遺伝子がリグニン分解条件下で高発現していた。本研究では、YK-624 株のリグニン分解条件下及び非リグニン分解条件下における遺伝子発現差解析の初めての報告であり、本研究で得られた結果から、YK-624 株はエネルギー代謝に関わる酵素をより多く産生することで、高いリグニン分解特性を示していることが示唆された (*Journal of Bioscience and Bioengineering*, **132**, 253-257, 2021)。

【 今後の展開 】

令和 3 年度に採択された科研費（基盤研究 A）の研究課題（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）を中心に研究を展開する。特に *P. sordida* YK-624 株由来シトクロム P450 遺伝子を全取得し、これら遺伝子を発現する酵母を作出した後、各 CYP が代謝可能な環境汚染物質を解析することで、「環境汚染物質代謝 CYP ライブラリー」を構築する。また、白色腐朽菌を用いた木質バイオリファイナリーにおいては、リグニンからプラスチック原料を産生可能な白色腐朽菌株の作出を展開する。

【 学術論文・著書 】

（原著論文）

- 1) T. Mori, A. Masuda, H. Kawagishi, H. Hirai (2022) Ethanol fermentation by saprotrophic white-rot fungus *Phanerochaete sordida* YK-624 during wood decay as a system for short-term resistance to hypoxic conditions, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, **133**, 64-69.
- 2) T. Mori, H. Dohra, T. Suzuki, H. Kawagishi, H. Hirai (2021) Draft genome sequence of the white-rot fungus *Phanerochaete sordida* YK-624, *Microbiology Resource Announcements*, **42**, e00842-21.
- 3) J. Wang, R. Yin, X. Zhang, N. Wang, P. Xiao, H. Hirai, T. Xiao (2021) Transcriptomic analysis reveals ligninolytic enzymes of white-rot fungus *Phanerochaete sordida* YK-624 participating in bisphenol F biodegradation under ligninolytic conditions, *Environmental Science and Pollution Research*, **28**, 62390-62397.
- 4) T. Mori, K. Ikeda, H. Kawagishi, H. Hirai (2021) Improvement of saccharide yield from wood by simultaneous enzymatic delignification and saccharification using a ligninolytic enzyme and cellulase, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, **132**, 213-219.
- 5) J. Wang, T. Suzuki, T. Mori, R. Yin, H. Dohra, H. Kawagishi, H. Hirai (2021) Transcriptomics analysis reveals the high biodegradation efficiency of white-rot fungus *Phanerochaete sordida* YK-624 on native lignin, *Journal of Bioscience and Bioengineering*, **132**, 253-257.

【 国内学会発表件数 】

- ・日本木材学会、日本農芸化学会、リグニン討論会など 21 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 応用生命科学コース)
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：D3 (9月卒業) 1名

修士課程：M2 (2名)、ABP M2 (1名)、M1 (5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) フェアリー化合物が植物細胞に与える影響の解明
- (4) サトイモの遺伝資源保存法開発と系統解析
- (5) 縄文時代にヤポネシア人が食べていた植物種の起源地や分散経路について、ゲノム解析を通して解き明かす
- (6) 古文書に用いられている和紙材料の解明やカジノキやコウゾの系統解析による和紙の渡来経路の解明

【 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

シロイヌナズナのタグラインを用いて、葉緑体の機能解明を行なっている。高感度フォトン検出技術を用いて、葉緑体タンパク質破壊株の遅延発光を検出し、新規光合成活性測定の可能性を様々なストレス、栄養、環境条件で調査している。また、葉緑体は光合成以外にも多くの機能を持っており、近年、葉緑体が Ca^{2+} シグナル伝達やホルモン合成などを通して、植物の病害防御応答に関与していることが明らかになってきた。病害応答に関与する葉緑体タンパク質を探索するため、葉緑体移行シグナルを持つと予測されたシロイヌナズナの遺伝子破壊株に flg22 を処理し、野生型と異なる病害応答を示した3つの変異体(感受性・非感受性株)を選抜した。さらにこれらの葉緑体タンパク質が虫害応答にも関与しているか調べるために、変異体にカンザワハダニを処理し、その産卵数を観察した。感受性・非感受性株ともにハダニ処理3、5日後の産卵数が野生型と比べ減少したことから、これら変異体はダニの摂食・産卵阻害能があると考えられた。以上より、これらの葉緑体タンパク質が病害および虫害応答の両方に関与していることが推測された。

上記の研究は、(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)。

一般社団法人ヤンマー資源循環支援機構 2021 年度 助成金 葉緑体関連物質を用いた昆虫忌避剤の開発（令和 3、4 年度）の支援を受けて行なった。

また、第 11 回日本光合成学会年会およびシンポジウムを静岡大学で開催した。

（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

（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、論文を発表した（学術論文参照）。

（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）サトイモの疫病蔓延防除

人間と密接に関連して生息し、島国などへの分散を人間に依存していた種の研究を通し、人とともに輸送された種の動きを追求することで、この地域の先史時代の人間の集団の動きの代用となる。サトイモ (*Taro. Colocasia esculenta*) は人類が初めて栽培化した作物の 1 つと言われ、稲作が始まる前の重要な食料の一つと考えられ、エグ味の少ない系統が選抜されたと考えられる。本研究では連続的に栽培および保管し続けなければならないタロ（サトイモ）の系統解析から、古くから日本に自生するサトイモ系統を明らかにし、サトイモの渡来経路からヤポネシア人の渡来経路について解き明かしたい。サトイモ 100 系統以上について倍数性解析、SSR マーカー、葉緑体マーカー、SNP マーカー解析を行なっている。

新科学研究費補助金 学術領域研究（研究領域提案型）ヤポネシア人とサトイモの来た道（令和 3、4 年度）の支援を受けて、研究を行なっている。

【 今後の展開 】

我々は文理融合研究を進め、分子生物学(ゲノム解析)と考古学や人文系の研究者と連携し、日本人の起源や稲作が渡来する前の食生活、紙の起源などを明らかにし、新しい融合研究領域を発展させる。

【 学術論文・著書 】

- 1) Chacuttayapong W, Enoki H, Nabetani Y, Matsui M, Oguchi T, Motohashi R. (2021) Transformation of *Jatropha curcas* L. for production of larger seeds and increased amount of biodiesel. *Plant Biotechnol.* 38(2):247-256.
- 2) Kunimaru W, Ito S, Motohashi R, Arai E.* (2021) Ease of swallowing potato paste in people with dysphagia: effect of potato variety. *International Journal of Food Properties* 24:615-626.
- 3) Deguchi M, Ito S, Motohashi R, Arai E.* (2021) Effects of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) drying on the properties of taro flour and taro flour products. *Food Science and Technology Research* 27:369-379.
- 4) 本橋令子, (2021 年) 静岡大学イノベーション社会連携推進機構の取り組みについて、日本木材加工技術協会 木材工業 令和 4 年 2 月号

【 国内学会発表件数 】

・植物生理学会など 6 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
博士過程：D1（1名）
修士課程：M1（1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)/(3) 腸内細菌叢の異常は、炎症性腸疾患の発症に関与していると考えられているが、そのメカニズムはまだ解明されていない。ムチンは病原体に対する第一線のバリアーであると同時に、微生物の増殖のためのニッチとして機能している。ムチンの利用異常と微生物代謝異常の関係を明らかにするために、日本人の健常者、潰瘍性大腸炎 (UC) 患者、クローン病 (CD) 患者の便サンプル中の代謝物とムチン成分を解析した。その結果、CD 患者および UC 患者の便中では、酪酸の濃度が健常者の便中より有意に低かった。また UC 患者では、ムチン糖鎖レベルと酪酸などの SCFAs 産生の間には逆相関があり、ムチン糖鎖が酪酸産生のための内因性発酵基質として機能することが示唆された。実際、実験動物にムチンを給餌投与すると、盲腸内酪酸産生が亢進した。また、酪酸は免疫修飾作用を示すことから、大腸固有層の免疫担当細胞を調べたところ、ムチン投与群では制御性 T 細胞や IgA 産生細胞の増殖が観察された。UC 患者ではムチン糖鎖の利用能が低下しており、特に便中酪酸未検出の UC 患者で著しく減少していた。以上の結果より、ムチン糖鎖は、腸内細菌叢によって資化され、酪酸の産生を促すことが判明した。UC 患者では本経路の異常が酪酸産生の低下に繋がり、病態の増悪に繋がっている可能性が示唆された。

(2) 硫酸化糖とスレオニンを含む皮下ムチンは、ラットの摂食試験およびヒト糞便を用いた試験管内発酵で Akkermansia muciniphila の増殖を促進することを明らかにした。大腸の Akkermansia muciniphila (AM) の存在量に影響を与える食事要因が、AM の存在量と代謝異常の間に逆相関があることから注目されている。我々は、スケトウダラ皮膚ムチン (SM)、ブタ胃ムチン (PM)、ラット消化管ムチン (RM) を調製した。SM は PM や RM に比べ硫酸化糖やスレオニンを多く含んでいた。ラットに対照食、SM、PM、RM (15 g/kg)、SM (12 g/kg) を含む 5 種類のスレオニン含有量の飼料を 14 日間摂取させた。低スレオニンの SM は AM の増殖を誘導しなかった。ヒト糞便を用いた in vitro 発酵では、AM の増加率は PM よりも SM の方が大きかった。まとめると、SM の重硫酸化は、ラットおよびヒトの糞便において、AM の増殖を促進する SM 由来のアミノ糖と

スレオニンを優先的に供給しやすくしている。

【 学術論文 】

- 1) Miyata T, Mizushima T, Miyamoto N, Yamada T, Hase K, Fukushima M, Nishimura N, Hino S, Morita T. Skate-skin mucin, rich in sulfated sugars and threonine, promotes proliferation of Akkermansia muciniphila in feeding tests in rats and in vitro fermentation using human feces. *Biosci Biotechnol Biochem*, 86(3):397-406 (2022).
- 2) Tatsuoka M, Osaki Y, Ohsaka F, Tsuruta T, Kadota Y, Tochio T, Hino S, Morita T, Sonoyama K.: Consumption of indigestible saccharides and administration of Bifidobacterium pseudolongum reduce mucosal serotonin in murine colonic mucosa. *Brit J Nutr*, 127 (4): 513-525 (2022).
- 3) Hino S, Nishimura N, Matsuda T, Morita T.: Intestinal Absorption of β -Glucans and their Effect on the Immune System. *Enliven: J Diet Res Nutr*, 8(1): 001 (2021).

【 国内学会発表件数 】

7 件

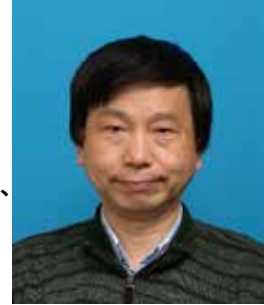
【 受賞・表彰 】

令和 3 年度日本栄養・食糧学会 学会賞受賞

「消化抵抗性デンプンおよび食物繊維に関する栄養生理学的研究」

生体膜の生物物理学

教授 山崎 昌一 (YAMAZAKI Masahito)
統合バイオサイエンス 専攻 (主担当：電子工学研究所、
兼担：理学研究科 物理学専攻)
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
Email address: yamazaki.masahito@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wwp.shizuoka.ac.jp/masahito-yamazaki-la/>



【 研究室組織 】

教 員：山崎 昌一

研 究 員：(2名) Victor LEVADNYY (創造科技学院・客員教授、ロシア科学アカデミー・理論薬理学センター)、Farzana Hossain (電子工学研究所、ポスドク)

博士課程：(3名) Md. Hazrat Ali (創造 D3), Md. Masum Billah (創造 D2-D3), Marzuk Ahmed (創造 D1)

修士課程：1名

【 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。

【 主な研究成果 】

(1) 抗菌ペプチド・ラクトフェリシンB(4-9)(LfcinB(4-9))の細胞内侵入に対する膜電位の効果

蛍光プローブ・リサミンローダミンBレッド(Rh)をラベルしたLfcinB(4-9)(Rh-LfcinB(4-9))と1個の(蛍光プローブ・カルセインを細胞質に含む)大腸菌細胞との相互作用を共焦点レーザー顕微鏡(GLSM)で研究し、低濃度のRh-LfcinB(4-9)がカルセインの漏れを起こさずに大腸菌の細胞質に侵入することを見出した。この結果は細胞膜にポア形成などの損害を与えずに、このペプチドが細胞質に侵入することを示している。一方、H⁺-イオノフォアであるCCCP存在下では、ペプチドは細胞質に侵入できなかった。CCCP存在下では膜電位が損失することが知られているので、ペプチドの細胞質侵入には膜電位が重要な役割を果たしていることが分かった。タイムキルアッセイ法により、この低濃度のペプチドは短時間で大腸菌を殺す活性を持つが、CCCP存在下ではその活性が阻害されることが分かった。また、Rh-LfcinB(4-9)と1個の大腸菌スフェロプラストの相互作用をGLSMで研究し、カルセインの漏れを起こさずにRh-LfcinB(4-9)がスフェロプラストに侵入するが、CCCPが侵入を阻害することを見出した。次に、Rh-LfcinB(4-9)の*E. coli*-lipid GUVの内腔への侵入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。GUV内腔へ

の侵入の速度を意味するペプチドの内腔への侵入の確率は負の膜電位の増加とともに増加することを見出した。以上の結果は、膜電位が Rh-LfcinB (4-9) の大腸菌細胞質や GUV 内腔への侵入の速度を増大させ、その結果細胞死が誘起されることを示している (*J. Bacteriology*, 203, e00021-21, 2021)。

(2) 蛍光プローブラベルされていない抗菌ペプチド・PGLa の膜透過と GUV 内腔への侵入の検出

最近我々の研究室で開発された方法 (*Biochemistry*, 59, 1780, 2020) を用いて、蛍光プローブでラベルされていない抗菌ペプチド・PGLa の GUV の内腔への侵入を CLSM を用いた単一 GUV 法により研究した。その結果、低い濃度の PGLa 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。PGLa の侵入速度はペプチド濃度とともに増加した。高濃度のペプチド存在下では、ペプチドの GUV 内腔への侵入後に膜にポア形成が誘起された。PGLa の単一 GUV 内腔への侵入と GUV の膜面積の変化を同時に測定する方法を開発し、GUV の膜面積が最初の一定値から最後の一定値に変化する間に、PGLa が GUV 内腔へ侵入することを見出した。このことは、PGLa が外側の単分子膜から内側の単分子膜に移行するときに、GUV 内腔へ侵入することを意味している。PGLa の単一 GUV 内腔への侵入速度は膜の張力の増加とともに増大した。これらの実験結果に基づき、PGLa の膜透過やベシクル内腔への侵入のメカニズムを考察した (*BBA-Biomembranes*, 1863, 183680, 2021)。

【 学術論文・著書 】

- 1) 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.
- 2) Md. Hazrat Ali, Madhabi Lata Shuma, Hideo Dohra, and Masahito Yamazaki, Translocation of the Nonlabeled Antimicrobial Peptide PGLa across Lipid Bilayers and its Entry into Vesicle Lumens without Pore Formation. *BBA-Biomembranes*, 1863, 183680, 2021
- 3) Ojodomo J Achadu, Fuyuki Abe, Farzana Hossain, Fahmida Nasrin, Masahito Yamazaki, Tetsuro Suzuki, and Enoch Y. Park, Sulfur-dopes carbon dots@polydopamine-functionalized magnetic silver nanocubes for dual-modality detection of norovirus. *Biosensors and Bioelectronics*, 193, 113540, 2021.
- 4) Md. Mizanur Rahman Moghal, Madhabi Lata Shuma, Md. Zahidul Islam, and Masahito Yamazaki, A single GUV method for revealing the action of cell-penetrating peptides in biomembranes. In: "Cell-Penetrating Peptides: Methods and Protocols, third edition", Ülo Langel Ed., *Methods in Molecular Biology*, Springer-Nature, pp. 167-179, 2022.
- 5) Md. Masum Billah, Samiron Kumar Saha, Md. Mamun Or Rashid, Farzana Hossain, and Masahito Yamazaki, Effect of Osmotic Pressure on Pore Formation in Lipid bilayers by the Antimicrobial Peptide Magainin 2. *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 24, 6716-6731, 2022

【 国際学会発表件数 】

- ・ 2021 (20th) International Biophysics Congress (IUPAB)、World Microbe Forum (ASM) など5件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 第 59 回日本生物物理学会など6件

【 招待講演件数 】

- ・ 第 59 回日本生物物理学会年会 (2021. 11. 27) 1 件

ゲノム動態制御機構の解明

教授 山本 歩 (YAMAMOTO Ayumu)
バイオサイエンス専攻 (主担当: 理学部 化学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 化学コース)
専門分野: 分子細胞生物学・生化学
e-mail address: yamamoto.ayumu@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://sites.google.com/site/ayuyamamu/>



【 研究室組織 】

教 員 : 山本 歩

修士課程 : M2 (1名)、M1 (2名)

【 研究目標 】

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

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

【 主な研究成果 】

(1) 減数分裂における動原体の制御機構

染色体分配には染色体上の動原体という構造体の染色体上の配置が変化することが重要である。我々の開発した分裂酵母における姉妹染色分体の動原体の配置を評価する実験法を用い、配置の制御における接合フェロモン応答の必要性を検証した。その結果、接合フェロモン応答がないと減数分裂型の動原体配置を形成できないことを見出し、これまでの成果とともに論文として誌上発表した (Nambu et al, J. Cell Sci. 2022)。また本論文の第一著者である南部 (M2 卒業生) が「注目の第一著者」として雑誌に取り上げられた (J. Cell Sci. 2022, 135: jcs259726)。

(2) 定常期における染色体の制御機構

分裂酵母の定常期という休止期の移行に、細胞周期の主制御因子であるサイクリン依存性キナーゼが関与し、この活性が休止期における長期生存に必要なことを示した (第44回日本分子生物学会年会、山田ら)。

【 今後の展開 】

動原体の配置にはセントロメアが核膜から遊離することが必要であることが示唆されている。そこで動原体配置に必要な接合フェロモン応答のセントロメア核内配置制御を解析し、この仮説を検証する。また、休止期におけるサイクリン依存性キナーゼの働きをより詳細に調べ、生物の生存戦略機構を分子レベルで明らかにすることをめざし、これらの成果を論文で発表する。

【 学術論文・著書 】

1) Masashi Nambu, Atsuki Kishikawa, Takatomi Yamada, Kento Ichikawa, Yunosuke Kira, Yuta Itabashi, Akira Honda, Kohei Yamada, Hiroshi Murakami, Ayumu Yamamoto (2022) Direct evaluation of cohesin-mediated sister kinetochore associations at meiosis I in fission yeast. *Journal of Cell Science* 135: jcs259102.

【 国内学会発表件数 】

・ 日本分子生物学会年会 1 件

核酸局所構造の機能解明

准教授 大吉 崇文 (OYOSHI Takanori)
バイオサイエンス専攻 (主担当: 理学部 化学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 化学コース
副担当: グリーン科学研究所)
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
博士課程: D2 (1名)、D1 (1名)
修士課程: M2 (3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

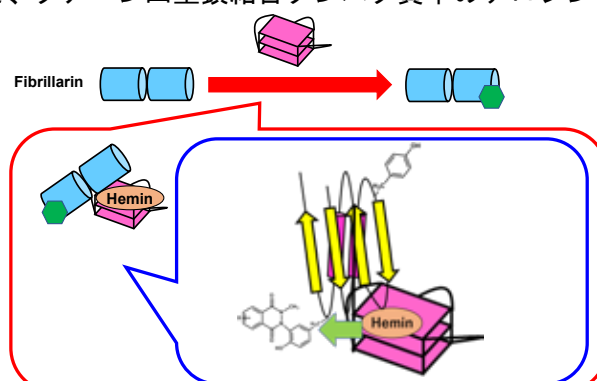


図1 ヘミンによるグアニン四重鎖結合タンパク質のラベル化

Fibrillarlinが見出され、実際試験管内の細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かわかっていなかった。

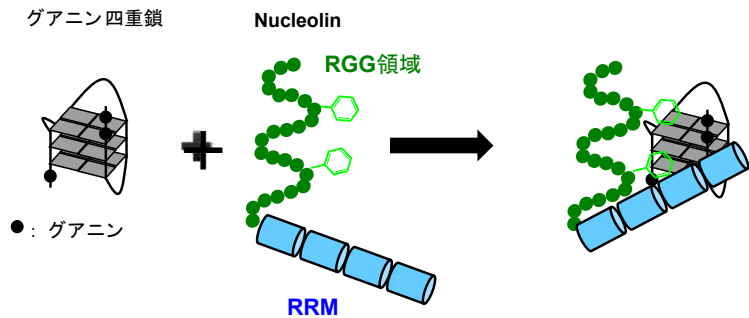


図2 Nucleolinによるグアニン四重鎖結合モデル

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) Atsuhiro Yoshida, Takanori Oyoshi, Akiyo Suda, Shiroh Futaki, Miki Imanishi. Recognition of G-quadruplex RNA by a crucial RNA methyltransferase component, METTL14. *Nucleic Acids Res.* 50, 449-457, 2022.

【国内学会発表件数】

- ・日本化学会など6件

【国外学会発表件数】

- ・環太平洋国際学会1件

植物の環境応答の分子メカニズム

准教授 木寄 暁子 (KOZAKI Akiko)

(主担当：理学部 生物科学科及び

大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)

専門分野： 植物分子生物学、植物生理学

e-mail address: kozaki.akiko@shizuoka.ac.jp



【 研究室組織 】

教 員：木寄 暁子

博士課程：青柳 拓也 (創造科技院 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)4 と相互作用する新奇因子のクローニング

暗所でシロイヌナズナの発芽抑制に関わる IDD4 転写因子と相互作用する新奇な転写因子を同定し、クローニングした (青柳 博士論文)

(2) 根の成長制御における IDD4 の新たな機能発見

これまでに、IDD4 が暗発芽を抑制する働きがあることを見出したが、糖がない培地において IDD4 の T-DNA 挿入ライン (*idd4*) の根の伸長が著しく抑制されることを見出した。この結果は IDD4 が糖シグナルに関与していることを示唆した。

【 今後の展開 】

新たに同定した IDD4 の相互作用因子との相互作用により、IDD4 が暗発芽を抑制するメカニズムを明らかにしたい。IDD4 については、今回我々が見出した根の成長制御の他、免疫にも関わることが報告されている。今回同定した新たな IDD4 相互作用因子は、実際に発芽制御に関わるものなのか、IDD4 の他の働きに関わるものなのかが現時点ではわかっていないので、そこをまず明らかにしていきたい。

IDD4 による根の成長制御については、IDD4 を欠損させると、光合成ができる条件であるにも関わらず糖の有無により成長が著しく異なることから、IDD4 が糖の輸送やシグナル系に関与していると思われる。今後 IDD4 がどのように根の成長を制御しているかを明らかにしていきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) Kozaki, A and Aoyanagi T. (2022) Molecular Aspects of Seed Development Controlled by Gibberellins and Abscisic Acids. *Int. J.Mol. Sci* 23(3), 1876; <https://doi.org/10.3390/ijms23031876>

【 国内学会発表件数 】

- ・ 分子生物学会 1 件

【 国際学会発表件数 】

- ・ 13th Triennial ISSS conference (オンライン) (International society for seed science)
(発表者の青柳君は優秀発表賞受賞)

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: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/kodani/>



【 研究室組織 】

教 員：小谷 真也

JSPS 外国人特別研究員：(1名)

修士課程：M2 (1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。marinomonasin、thalassomonasins A and B と命名した3種類のペプチドを得ることが出来た。

【 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) Heterologous expression of a cryptic gene cluster from a marine proteobacterium *Thalassomonas actiniarum* affords new lanthipeptides thalassomonasins A and B.

Thetsana C, Ijichi S, Kaweewan I, Nakagawa H, Kodani S* J Appl Microbiol. 2022 Feb 14. doi: 10.1111/jam.15491. Online ahead of print. PMID: 35157343

2) Unique Physiological and Genetic Features of Ofloxacin-Resistant Streptomyces Mutants.

Hoshino K, Hamauzu R, Nakagawa H, Kodani S, Hosaka T. Appl Environ Microbiol. 2022 Feb 8;88(3):e0232721. doi: 10.1128/aem.02327-21. Epub 2021 Dec 22. PMID: 34936843

3) Heterologous expression of a cryptic gene cluster from *Marinomonas fungiae* affords a novel tricyclic peptide marinomonasin.

Kaweewan I, Nakagawa H, Kodani S* Appl Microbiol Biotechnol. 2021 Oct;105(19):7241-7250. doi: 10.1007/s00253-021-11545-y. Epub 2021 Sep 4. PMID: 34480236

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本放線菌学会、天然有機化合物討論会など 4 件

【 国際学会発表件数 】

- ・ Pacificchem2021 symposium (RiPP Natural Products: Biosynthesis, Function, and Engineering)
招待講演 1 件

木材腐朽菌の機能および 木材腐朽菌-細菌間相互作用に関する研究

准教授 森 智夫 (MORI Toshio)
バイオサイエンス専攻 (主担当: 農学部応用生命科学科)
専門分野: 応用微生物学
e-mail address: mori.toshio@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://shizudai-biological-chemistry.labby.jp/>



【 研究室組織 】

教 員: 平井 浩文、森 智夫

修士課程: M2 (4名)、M1 (4名)

【 研究目標 】

本研究は、木材腐朽菌の有用機能を明らかにすると共に、木材腐朽菌が自然界で細菌とどのような相互作用を行いながら、木材を腐朽しているのかを明らかにすることを目的としています。微生物には、特殊な環境に置かれた際や、他の生物と相互作用することで初めて発現する機能があり、その様な未知機能の発見と解析を進めています。

【 主な研究成果 】

(1) 木材腐朽菌機能を利用したバイオマス変換に関する研究

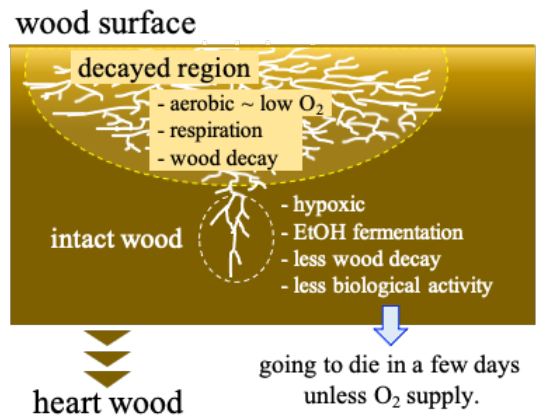
木質系(リグノセルロース系)バイオマスは、地球上で最大の存在量をもつ再生可能バイオマス資源であり、デンプン系バイオマスとは異なり食料と競合しない、第二世代バイオマスと呼ばれています。木質系バイオマスをバイオエタノール等への変換技術が確立されれば、循環型社会構築へ大きく寄与すると期待されています。しかし、木質系バイオマス変換の主要なターゲットとなるセルロースは、高度に結晶化されておりデンプンと比べると非常に分解しにくいという特性があります。また、木質バイオマスでは多糖成分はリグニンと呼ばれる芳香族高分子により保護されており、バイオマス全体が化学的・物理的・生物的处理に対する高い耐性を示します。

木材腐朽菌の中でも、白色腐朽菌と呼ばれる一連の微生物群はリグニンを単独で分解できる唯一の微生物であるとされています。このユニークな機能は、木質系バイオマスに含まれるリグニンを低エネルギーコストで分解除去可能な技術開発に繋がると考え、木質系バイオマスの変換技術開発に繋がる白色腐朽菌の機能の開発・解析を進めています。

白色腐朽菌は、リグニン分解酵素と言われる一連の酸化還元酵素を菌体外に分泌する事でリグニンを分解すると言われています。白色腐朽菌はリグニンを分解しますが、同時に成長のために多糖成分も分解・消費してしまいます。よって、リグニン分解酵素を用いた酵素反応を用いることで、木質バイオマス中の多糖を消費することなく糖化性を向上させることを試みました。種々のラジカルメディエーターと呼ばれる有機物を用いることで、酵素的リグニン分解率を大きく向上させることに成功し、リグニン分解酵素と多糖分解酵素を併用することで、リグニン分解率とグルコース収率を大幅に改善することに成功しました。

また、白色腐朽菌はリグニンを分解し、多糖を消費し生育しますが、条件によっては糖からエタノールを産生することが可能です。白色腐朽菌 *Phanerochaete sordida* は、木粉と水のみので培地からエタノールを産生することが出来るという特性を持っています。しかし、エタノール産生量はごく僅かであり、この能力を利用するためにはその機構を明らかにし、ボトルネックとなる反応段階を強化する必要があります。よって、*P. sordida* の木材からのエタノール産生機構について調査しました。*P. sordida* は、酸素濃度が0.5%を下回ると木粉培地上でエ

タノール産生を開始しました。この時、一時的に単糖の取り込みからピルビン酸までの解糖系、ピルビン酸からエタノールへの変換が上方制御され、同時にピルビン酸の TCA サイクルへの流入が抑制されているようでした。しかし、低酸素下でのエタノール産生は数日しか継続しませんでした。低酸素への暴露時間が続くと *P. sordida* は代謝活性全体を低下させ生育を停止し、更に長期間の低酸素条件が続くと死滅する事が示されました。本菌は、好気条件下ではエタノールを炭素源として生育が可能であったため、*P. sordida* のエタノール産生は低酸素ストレスに対する応答であり、降雨による浸漬などの一時的な低酸素条件などに対応する機構であると予想されました (右図)。



(2) 白色腐朽菌 *Phanerochaete sordida* YK-624 株のゲノム解析

当研究グループでは、白色腐朽菌 *P. sordida* YK-624 株に自然界由来の細菌叢を混入させ、人為的な複合微生物系を構築しています。この複合微生物系は、*P. sordida* 単独培養時よりも、リグニン分解選択性が高く、多糖成分よりもリグニンを優先して分解する傾向が観察されています。複合微生物系内で *P. sordida* がどのような応答をしているのか、より正確に予測するために、*P. sordida* YK-624 株の全ゲノム解析を行いました。

2000 bp 以上の contig が 341 あり、ゲノムサイズは 41.2 Mbp でした。蛋白質コード遺伝子は、17,108 遺伝子と予測されました。リグニン分解に関連している可能性のあるペルオキシダーゼ遺伝子は、8 個の manganese peroxidase 遺伝子、8 個の lignin peroxidase 遺伝子および一つの Dye peroxidase 遺伝子が見つかり、異物や低分子の代謝に関与していると思われる cytochrome P450 遺伝子は 200 以上もアノテーションされました。これらの多様な酵素を用いることで、*P. sordida* YK-624 株はリグニンやその分解産物を含む難分解性有機化合物に対して優れた分解能を示していると思われます。

【 今後の展開 】

白色腐朽菌 *P. sordida* YK-624 株は、細菌との複合微生物系内において、リグニン分解選択性などの単独培養時と異なる挙動を示す事が明らかになっており、この制御機構について解明を進めていく予定です。

【 学術論文・著書 】

- 1) T. Mori, K. Ikeda, H. Kawagishi, H. Hirai (2021) Improvement of saccharide yield from wood by simultaneous enzymatic delignification and saccharification using a ligninolytic enzyme and cellulase. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 132: 213-219.
- 2) J. Wang*, T. Suzuki*, T. Mori*, R. Yin, H. Dohra, H. Kawagishi, H. Hirai (*Equal contribution) (2021) Transcriptomics analysis reveals the high biodegradation efficiency of white-rot fungus *Phanerochaete sordida* YK-624 on native lignin. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 132: 253-257.
- 3) T. Mori, H. Dohra, T. Suzuki, H. Kawagishi, H. Hirai (2021) Draft Genome Sequence of the White-Rot Fungus *Phanerochaete sordida* YK-624. *Microbiology Resource Announcements* 10: e0084221.
- 4) T. Mori, A. Masuda, H. Kawagishi, H. Hirai (2022) Ethanol fermentation by saprotrophic white-rot fungus *Phanerochaete sordida* YK-624 during wood decay as a system for short-term resistance to hypoxic conditions. *Journal of Bioscience and Bioengineering* 133: 64-69.

【 国内学会発表件数 】

・日本木材学会など 計 4 件

骨の形成と維持機構の解明を目指した研究

准教授 雪田 聡 (YUKITA Akira)

(主担当：教育学部 教科教育学専攻及び

大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物化学コース)

専門分野： 細胞生物学、分子生物学、組織学

e-mail address: yukita.akira@shizuoka.ac.jp



【 研究室組織 】

教 員：雪田 聡

学 部 生：10名

【 研究目標 】

骨組織の進化的変遷についての考察

脊椎動物の特徴の1つは「骨」をもつことである。脊椎動物が海から陸へと生活環境を変化させるにつれ、骨格のみならず骨の機能や組織的特徴も変化してきた。例えば陸上で産卵する有羊膜類は、骨髄中に海綿骨を発達させその形成と吸収が体内のミネラル濃度の調節に役割を担っている一方で、両生類の長管骨では海綿骨の発達は未熟で破骨細胞もほぼ観察されず、体内ミネラルの調節は別の器官が重要であるとされている。そこで本研究室では、水中から陸上へと生活環境を変化させた過渡期の生物として両生類に着目し、複数の両生類の骨組織と骨形成過程をマウスと比較している。その結果、哺乳類と両生類間のみならず、両生類の有尾類と無尾類の間でも、骨格だけでなく骨組織にも違いがあることが明らかになってきた。両生類と哺乳類での相違点や両生類間で多様性が見られる点を明らかにすることで、脊椎動物の進化に伴って骨組織がどのように変化したのかを明らかにしたいと考えている。特に海綿骨の発達と骨形成と骨吸収のカップリング現象の分子機構がどのように進化してきたに着目して考察したいと考えている。

【 主な研究成果と今後の展開 】

(1) 両生類の骨組織の多様性についての研究

有尾類としてイベリアトゲイモリ、無尾類としてネツタイツメガエルをモデル生物として用い、四肢の長管骨形成機構を組織学的に比較検討した結果、軟骨原基への血管侵入、破骨細胞による軟骨原基吸収、海綿骨形成開始のそれぞれのタイミングが異なることが示唆された。とくに破骨細胞の出現時期は差が大きく、有尾類と無尾類とで吸収部位に破骨細胞を誘導するメカニズムが異なる可能性が考えられ、破骨細胞の吸収を制御する新たな機構の発見につながることを期待される(雪田、中村、日本骨代謝学会、2021年)。現在、破骨細胞に局在する遺伝子に違いがあるのかを *in situ* hybridization 法などで検討することなどにより、有尾類と無尾類の破骨細胞の違いをより詳細に明らかにしたいと考えている。

変態中または変態直後の無尾類の四肢の骨(長管骨)は皮質骨形成の開始直後といえるが、この時期の皮質骨形成がユビナガガエル科とピパ科で大きく異なり、ユビナガガエル科において線維性骨と思われる多孔質の皮質骨が形成されることを発見した(雪田ら、日本動物学会、

2021年、論文投稿中)。今後、その他のカエルでも同様に長管骨の皮質骨形成時に多孔質の線維性骨が観察されるかを調査し、線維性骨が形成される条件を明らかにしたい。

(2) 有尾両生類と無尾両生類の内軟骨内骨化機序の比較

ゲノム編集技術を用いて哺乳類で軟骨内骨化や骨量制御に関わることが知られている遺伝子を欠損した両生類個体を作成し、その表現型とマウスと比較することで、骨形成にかかわる分子機構の進化を明らかにしたいと考え研究を行っている。現在、Osteoprotegerin 遺伝子を欠損したイペリアトゲイモリとネツタイツメガルを作製した。この個体は哺乳類と同様に破骨細胞数が増加し骨量が減少していることから、Osteoprotegerin の機能が両生類から哺乳類まで保存されていると考えられる。さらに、RANK, RANKL 遺伝子についても同様に検討し、RANK/RANKL/OPG シグナルが脊椎動物の骨代謝において機能的にどこまで保存されているかを明らかにしたいと考えている。

(3) 理科教育現場におけるツメガエル胚および透明骨格標本の活用法の開発

当研究室で研究に頻繁に用いられるツメガエル胚や透明骨格標本は理科教育現場ではどのような利用価値があるのか。生物に対する興味喚起を目指し、教育効果を高める教材の開発も行っている。ツメガエル胚は一年中、比較的容易に大量に卵を得られ、発生過程を学習するのに大変適している。発生過程がいかに精密に制御されているかを知るため、いくつかの刺激が胚発生に与える影響を検討した。その結果、適切な強度の振とう刺激が胚発生を早めることを明らかにし、この現象を用いた発生学への興味喚起を目指した教材の開発を行った¹⁾。さらに、透明化骨格標本を小中学校理科の教材として用いやすくすべく、末端の骨格への影響を最小限にした樹脂包埋方法の検討も行った。さらに、理科教員を目指す学生と医療分野での就職を目指す学生との交流の場を設定し、異分野に所属する学生の交流がどのような効果をもたらすかについても研究している。

参考文献

- 1) 医療と教育の専門職養成における大学間専門職連携卒前教育の試み：合同ゼミナールの実践を通じて。静岡大学教育実践総合センター紀要 31 187-197 (2021), 鎌塚 優子, 竹下 温子, 雪田 聡, 中村 美智太郎, 片山 はるみ, 坪見 利香, 宮城島 恭子, 佐藤 直美, 山本 真実

【国内学会発表件数】

- 1) 両生類の長管骨形成に出現する破骨細胞様細胞の性状. 第 39 回日本骨代謝学会学術大会・総会. (令和 3 年 7 月) 雪田聡、中村浩彰.
- 2) 両生類無尾目における皮質骨形成過程の比較. 第 92 回日本動物学会 (令和 3 年 9 月) 雪田聡、近藤恵昭、塚原文典、高橋祐貴.

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 (2名)、M1 (2名)
学 部 生：B4 (4名)、B3 (4名)

【 研究目標 】

本研究グループでは、微生物が産出する細胞外膜小胞の機能ならびに形成機構の解明と、その特徴を活かしたバイオテクノロジーへの展開を目的としています。具体的には、ユニークな特徴をもつ細菌由来膜小胞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生体親和性ナノ粒子の作製と新たな生物工学的利用を目指しています。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ます。

- (1) 病原細菌における膜小胞を介した炎症誘発機構の解明
- (2) 細菌の膜小胞形成促進技術の開発
- (3) 膜小胞の一微粒子解析技術の開発
- (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) 病原細菌における膜小胞を介した炎症誘発機構の解明

細菌は感染時に宿主の上皮細胞にバイオフィルムを形成し、宿主への炎症作用を引き起こす膜小胞の放出が誘発されます。緑膿菌 *Pseudomonas aeruginosa* がバイオフィルムを形成する際に膜小胞形成に関わる遺伝子を特定し、バイオフィルム形成時における膜小胞を介した炎症誘発機構の一端を明らかにしました。

(2) 細菌の膜小胞形成促進技術の開発

膜小胞高生産細菌 *Buttiauxella agrestis* において、高生産の起因となる遺伝子を特定しました。また、他の細菌にその遺伝子を発現させることで膜小胞形成を促進可能であることを示しました。

(3) 膜小胞の一微粒子解析技術の開発

細菌が放出する膜小胞は特性・組成が一樣ではなく多様であると考えられていますが、技術的制約からその実態は明らかになっていません。そこで一粒子ごとの組成・特性を明らかにする手法を構築し、緑膿菌から放出する膜小胞は多様であることを示しました。

(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ました。病原性多糖合成遺伝子を EcN に異種発現させ、多糖を高濃度で保有する膜小胞の人工合成法を確立しました。また、膜小胞の生体内動態観察に向け、発光膜小胞を作製しました。

【 今後の展開 】

細菌の膜小胞形成と炎症誘発作用の機構詳細を明らかにし、細菌感染症・疾病予防に向けた知見獲得を目指します。また、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し、膜小胞ワクチンの社会実装を目指します。

【 学術論文・著書 】

- 1) Sharmin Aktar, Yuhi Okamoto, So Ueno, Yuhei O Tahara, Masayoshi Imaizumi, Masaki Shintani, Makoto Miyata, Hiroyuki Futamata, Hideaki Nojiri, Yosuke Tashiro*. Incorporation of plasmid DNA into bacterial membrane vesicles by peptidoglycan defects in *Escherichia coli*. **Frontiers in Microbiology** 12:747606 (2021)
- 2) Adb Rahman Jabir Bin Mohd Din, Kenshi Suzuki, Masahiro Honjo, Koki Amano, Tomoka Nishimura, Ryota Moriuchi, Hideo Dohra, Hidehiro Ishizawa, Motohiko Kimura, Yosuke Tashiro, Hiroyuki Futamata*. Imbalance in carbon and nitrogen metabolism in *Comamonas testosteroni* R2 is caused by negative feedback and rescued by L-arginine. **Microbes and Environments** 36:ME21050 (2021)
- 3) Nao Nakamichi, Ryota Moriuchi, Hideo Dohra, Hiroyuki Futamata, Yosuke Tashiro*. Complete genome sequence of *Buttiauxella agrestis* DSM 9389. **Microbiology Resource Announcements** 10:e00301-21 (2021)
- 4) 田代陽介「細菌における細胞外小胞の形成機構と宿主細胞との相互作用」実験医学増刊 EVs 細胞外小胞の生物学 羊土社 39:126 (2021)

【 国際学会発表件数 】

- ・EMBO Workshop: Bacterial Membrane Vesicles など計6件（招待講演1件、一般講演5件）

【 国内学会発表件数 】

- ・環境バイオテクノロジー学会など計25件（招待講演7件、一般講演18件）

【 招待講演件数 】 8件

- 1) 日本細菌学会年会（2022年3月29日）
- 2) 日本化学会春季大会（2022年3月24日）
- 3) 静岡ライフサイエンスシンポジウム（2022年3月6日）
- 4) 粉体工学会 省エネルギーに貢献する粒子設計・粉体プロセスの薬工連携研究会（2021年12月17日）
- 5) 日本分子生物学会大会（2021年12月2日）
- 6) EMBO Workshop: Bacterial Membrane Vesicles（2021年11月23日）
- 7) 日本農芸化学会中部支部第191回例会（2021年11月20日）
- 8) 第15回超領域研究会／第3回静岡県三大学連携シンポジウム（2021年11月19日）

【 受賞・表彰 】

- 1) 静岡大学学長表彰（2022年3月）中道菜緒（M2）
- 2) EMBO Workshop Excellent Poster Presentation Prize（2021年11月）中道菜緒（M2）
- 3) EMBO Workshop BMVs 2021 Fee Waiver Award（2021年11月）高原翠夏人（M2）
- 4) 環境バイオテクノロジー学会大会トピックス賞（2021年9月）中道菜緒（M2）

糖質関連酵素の構造生物学的研究および応用研究

助教 宮崎 剛亜 (MIYAZAKI Takatsugu)
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： 酵素学、構造生物学、タンパク質工学
e-mail address: miyazaki.takatsugu@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/glycoenzyme/>



【 研究室組織 】

教 員：宮崎 剛亜、朴 龍洙 (教授)、加藤 竜也 (教授)
博士課程：D1 (2名：池谷 真里奈、中村 駿太郎)
修士課程：M1 (3名)
学 部 生：B4 (2名)

【 研究目標 】

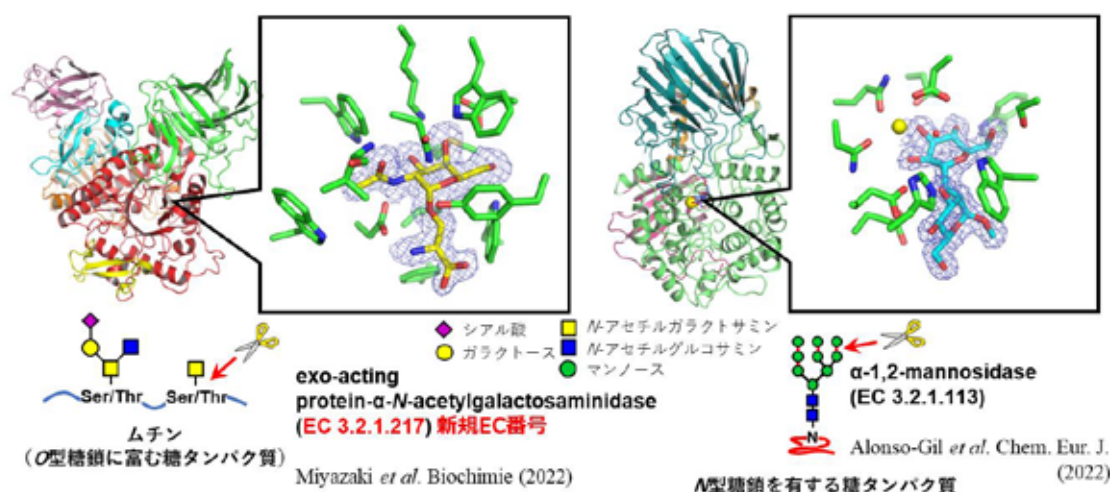
本研究グループでは、主に微生物のゲノム情報から新規な活性を有する糖質関連酵素を見出し、その機能と構造の相関を原子・分子レベルで明らかにすることを目的として研究を行っている。その知見を基に既存の糖質から健康増進に寄与する食品素材としてのオリゴ糖の創出が可能な酵素の分子デザインを目指している。本年度は以下の研究を実施し、成果を得た。

- (1) 動物由来糖タンパク質糖鎖を分解する腸内細菌由来糖質加水分解酵素の構造機能解明
- (2) 非澱粉 α -グルカンに作用する加水分解酵素の構造機能解明

【 主な研究成果 】

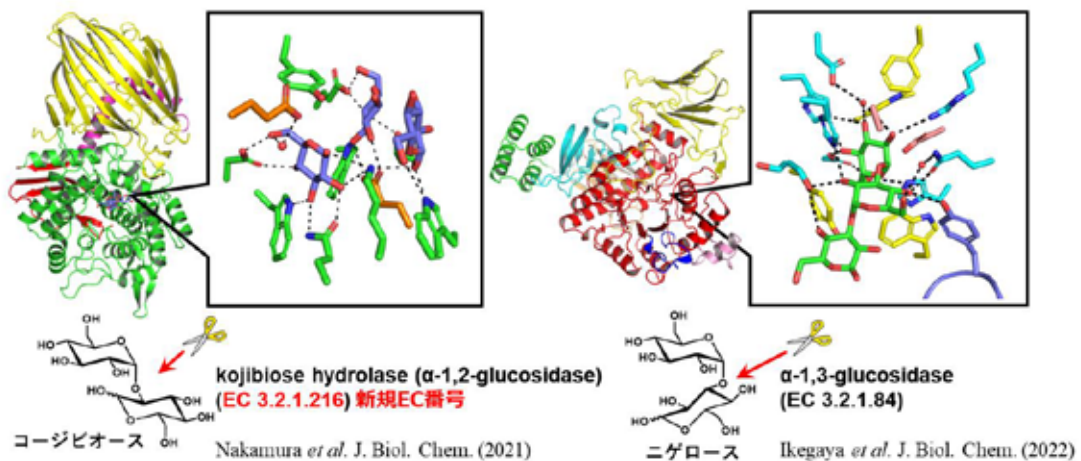
(1) 動物由来糖タンパク質糖鎖を分解する腸内細菌由来糖質加水分解酵素の構造機能解明

腸内細菌は、宿主が摂取した食餌に含まれる糖質や宿主が産生する糖タンパク質の糖鎖を資化することができる。近年、腸内細菌叢と健康や疾患の関連性を示唆する報告が増加していることから、腸内細菌の糖質資化に関わる酵素の研究は重要な研究分野である。本研究では、腸内細菌の一種である *Enterococcus faecalis* が有する、ムチン型糖鎖分解酵素 (α -*N*-アセチルガラクトサミナーゼ) と *N*型糖鎖分解酵素 (α -1,2-マンノシダーゼ) の立体構造とその加水分解反応機構の分子基盤を明らかにした (学術論文 2, 3)。また、前者の酵素は水平伝播によって鱗翅目昆虫にも分布しており、カイコガ由来酵素についても遺伝子発現と基質特異性を解析した (学術論文 5)。



(2) 非澱粉 α -グルカンに作用する加水分解酵素の構造機能解明

澱粉は自然界に多く存在する植物由来の多糖 (α -グルカン) であり、グルコースが α -1,4 結合で重合し、 α -1,6 結合によって枝分かれした構造をしている。一方で、 α -1,2 結合や α -1,3 結合からなるオリゴ糖 (二糖はそれぞれコージビオースとニゲロースと呼ぶ) や多糖は澱粉と比較して希少であり、それを特異的に加水分解する酵素も極めて少ない。本研究グループでは、微生物のゲノム情報を基に既知の酵素とごく僅かに相同性を示す機能未知タンパク質に着目し、細菌からコージビオースの α -1,2 結合とニゲロースの α -1,3 結合に特異性の高い α -1,2-グルコシダーゼと α -1,3-グルコシダーゼを発見した。これらの酵素はそれぞれ、他の結合様式に対しては活性が低く、基質特異性が厳密であることから極めて新規性の高いものであった。両酵素の X 線結晶構造解析および α -1,3-グルコシダーゼのクライオ電子顕微鏡単粒子解析によって、それぞれの厳密な基質特異性の構造基盤を明らかにした (学術論文 1, 4)。



【 今後の展開 】

糖質加水分解酵素は糖質の加工 (任意の結合の分解や糖転移反応による新しい結合の導入) のツールとして用いられるため、今後も新しい基質特異性を有する酵素を発見し、得られた知見を基に新しいオリゴ糖合成ツールの創出につなげたい。

【 学術論文・著書 】 *Corresponding author

- 1) Marina Ikegaya, Toshio Moriya, Naruhiko Adachi, Masato Kawasaki, Enoch Y. Park, Takatsugu Miyazaki* (2022) Structural basis of the strict specificity of a bacterial GH31 α -1,3-glucosidase for nigerooligosaccharides. *Journal of Biological Chemistry*, in press. doi: 10.1016/j.jbc.2022.101827
- 2) Santiago Alonso-Gil*, Kamil Parkan, Jakub Kaminsky, Radek Pohl, Takatsugu Miyazaki* (2022) Unlocking the hydrolytic mechanism of GH92 α -1,2-mannosidases: computation inspires using C-glycosides as Michaelis complex mimics. *Chemistry – A European Journal* **28**, e202200148.
- 3) Takatsugu Miyazaki*, Marina Ikegaya, Santiago Alonso-Gil* (2022) Structural and mechanistic insights into the substrate specificity and hydrolysis of GH31 α -N-acetylgalactosaminidase. *Biochimie* **195**, 90–99.
- 4) Shuntaro Nakamura, Takanori Nihira, Rikuya Kurata, Hiroyuki Nakai, Kazumi Funane, Enoch Y. Park, Takatsugu Miyazaki* (2021) Structure of a bacterial α -1,2-glucosidase defines mechanisms of hydrolysis and substrate specificity in GH65 family hydrolases. *Journal of Biological Chemistry* **297**, 101366.
- 5) Marina Ikegaya, Takatsugu Miyazaki*, Enoch Y. Park (2021) Biochemical characterization of *Bombyx mori* α -N-acetylgalactosaminidase belonging to the glycoside hydrolase family 31. *Insect Molecular Biology* **30**, 367–378.

【 国内学会発表件数 】

- ・日本応用糖質科学会、日本農芸化学会など 計 12 件

【 国際学会発表件数 】

- ・EMBO Workshop など 計 2 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

2021年4月現在、環境サイエンス部門は15名の教員からなる。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・防災学といった分野の基礎科学から社会実装まで幅広く研究・開発を行っている。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、火山噴出物に基づく地殻・マントルの物性・形成過程、地震・防災に関する研究がある。また、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生産システム創成に関する研究がある。

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：塩水によるマントルの炭酸塩化
- ・ 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
- ・ 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
- ・ 石橋 秀 巳：火山物質科学、マグマ物性
- ・ 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 8th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2022 (ISFAR-SU2022) を令和4年3月1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8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、材料工学、情報科学、電気工学、光科学、農学、バイオ工学を中心とする研究分野において、主に東南アジア及び国内の研究者が参加し、発表を行った。

4. 特記事項(受賞、新聞掲載、招待講演など)

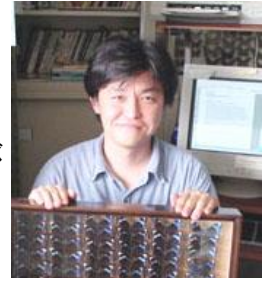
- 三井准教授の「科学者の本棚『巨大地震の科学と防災』」の記事が静岡新聞に掲載された(令和3年4月5日)。
- 三井准教授の「地表の変化から地震考察」の記事が日本経済新聞の連載「静岡発 私の提言」に掲載された(令和3年6月8日)。
- 佐藤教授の「科学者の本棚『森川海の水系一形成と切断の脅威』」の記事が静岡新聞に掲載された(令和3年6月28日)。
- 北村教授の「盛り土 不安現実 火山岩 経年で崩れやすく 現地の土砂調査」の記事が中日新聞・朝刊24pに掲載(令和3年7月5日)。
- 北村教授の「熱海土石流 崩落面に産廃露出か 残存盛り土には亀裂」の記事が静岡新聞・朝刊1pに掲載(令和3年7月13日)。
- 北村教授の「熱海土石流 盛り土 水分で威力増 通常より高い割合」の記事が静岡新聞・朝刊26p, 読売新聞・朝刊13p, 中日新聞・朝刊26p, 毎日新聞・朝刊30pに掲載(令和3年7月16日)。
- 北村教授の「水含む盛り土と地形 要因か」の記事が朝日新聞・朝刊25pに掲載(令和3年7月17日)。
- 北村教授の「硫黄濃度 環境上問題ない 熱海土石流」の記事が静岡新聞・朝刊20pに掲載(令和3年7月25日)。
- 木村教授の「メタン化技術事業化へ 微生物で効率的に」の記事が電気新聞に掲載された(令和3年8月23日)。
- 新谷准教授の指導学生の徳田真穂さんが、第15回細菌学若手コロッセウムにて、American Society for MicrobiologyのASM Young Ambassadorが選ぶASM Best Poster Awardsを受賞した(令和3年8月30日)。
- 金原教授を実行委員長、新谷准教授を実行委員として、環境バイオテクノロジー学会の2021年度学会大会(オンライン学会)を開催した(令和3年9月2-3日)。
- 北村教授の「崩落原因究明へ土石採取」の記事が静岡新聞・朝刊30pに掲載(令和3年9月4日)。
- 木村教授が日本微生物生態学会第34回大会にて企画シンポジウム「微生物生態学を社会実装する」を開催した(令和3年11月1日)。
- 北村教授の「熱海土石流4カ月 盛り土「小田原」出どころか」の記事が静岡新聞・朝刊23pに掲載(令和3年11月4日)。
- 北村教授の「静岡平野 土中の含有元素分析」の記事が静岡新聞・朝刊28pに掲載(令和3年11月5日)。

- 北村教授の「熱海盛り土 小田原工業団地造成土か」の記事が静岡新聞・朝刊 26p, 毎日新聞・朝刊 19p, 読売新聞・朝刊 23p.に掲載(令和3年11月6日)。
- 新谷准教授の指導学生のAra Ifatさんが、日本-インドの国際シンポジウム、12th ISAJ Annual hybrid Symposiumにて、Best Presentation Awardを受賞した(令和3年11月27日)。
- 木村教授の「掛川、菊川の新ごみ処理施設 検討委に専門家6人」の記事が静岡新聞に掲載された(令和4年3月5日)。
- 金原教授、新谷准教授(責任著者)らの論文が日本農芸化学会英文誌 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry に掲載された Regular Paper, Communication より毎年優秀な論文に授与される2021年 B.B.B.論文賞を受賞した(令和4年3月16日)。
- 新谷准教授が、日本農芸化学会と日本細菌学会にて、分野融合連携シンポジウムを開催した(令和4年3月17日)。
- 木村教授が第142回ふじのくに防災学講座にて「付加体深部帯水層の微生物群集とメタンに関する基礎研究から社会実装まで ～水・ガス・電気・熱を自家供給する地域防災拠点の創成を目指して～」の講演を行った(令和4年3月19日)。
- 木村教授の「新ごみ処理施設 方向性議論 掛川で検討委初会合 問題提起も」の記事が中日新聞に掲載された(令和4年3月22日)。
- 木村教授の「産廃に慎重意見 掛川と菊川の廃棄物処理施設 検討委初会合」の記事が静岡新聞に掲載された(令和4年3月22日)。
- 北村教授が共著者の学術誌(Ando, M., Kitamura, A., others, 2018. Tectonophysics, 722, 265-276.)が国の公表した「日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価(第二版)」に収録された(令和4年3月25日)。

以上

窒素サイクルに関する微生物生化学

教授 藤原 健智 (FUJIWARA Taketomo)
環境・エネルギーシステム専攻 (副担当: 理学部 生物科学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)
専門分野: 微生物生化学、環境微生物学
e-mail address: fujiwara.taketomo@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://tdb.shizuoka.ac.jp/RDB/public/Default2.aspx?id=11046&l=0>



【 研究室組織 】

教 員 : 藤原 健智

博士課程 : D2 (1 名)

修士課程 : M1 (2 名)

【 研究目標 】

地球環境と微生物との相互作用の解明を目的とする環境微生物学、特に窒素サイクルを担う微生物作用に興味を持ち研究を行っている。

- (1) 従属栄養性硝化の分子機構
- (2) サンゴ共生微生物に関する生化学と生態学

【 主な研究成果 】

- (1) 従属栄養細菌 *Alcaligenes faecalis* では、窒素過剰条件の下で硝化活性が誘導されること、ピルビン酸オキシム酸素添加酵素 POD の遺伝子を含む pod クラスタが活性化されることを transcriptome 分析などから明らかにした論文が Scientific Reports 誌に掲載された。
- (2) ハマサンゴ (*Porites* sp.) 組織から、カロテノイドの一種であるアスタキサンチンを大量に含有する *Brevundimonas* 属細菌を単離した。

【 今後の展開 】

- (1) *A. faecalis* POD の結晶構造解析を物質構造科学研究所との共同研究として進める。
- (2) *Brevundimonas* 属細菌とサンゴ虫あるいは褐虫藻との共生関係についての分析を進める。

【 学術論文・著書等 】

- 1) Tsujino S, Dohra H, Fujiwara T. (2021) Gene expression analysis of *Alcaligenes faecalis* during induction of heterotrophic nitrification. *Sci Rep.* 11:23105. doi.org/0.1038/s41598-021-02579-3
- 2) Koyanagi I, Dohra H, Fujiwara T. (2021) Nitrate-responsive suppression of dimethyl sulfoxide respiration in a facultative anaerobic haloarchaeon, *Haloferax volcanii*. *J Bacteriol* doi.org/10.1128/JB.00655-20.

【 国際会議発表件数 】

- 1) Tsujino S, Yamada Y, Dohra H, Fujiwara T. (2021) Analysis of Molecular Mechanism from heterotrophic nitrification in *Alcaligenes faecalis*. *World Microbe Forum 2021* (On line, 20~24 June 2021)

2) Toyoda S, Matsui T, Hirane T, Fujiwara T, Yoshida N. (2021) Response of N₂O production by oceanic nitrifying bacteria to acidification. 7th International Conference on Nitrification and Related Processes (ICoN7) (On line, July 18-21, Logan Utah USA)

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) オマーンの蛇紋岩中の炭酸塩鉱物脈の形成に関与した水の塩濃度

オマーンオフィオライトに露出する蛇紋岩中の炭酸塩脈の流体包有物を観察しました。海洋リソフェアと反応した流体の化学組成と温度に束縛条件を与えました。反応は大きく分けて前後 2 段階に起こることを確認しました。最初は海洋底で、つづいて大陸に押し上がる時に起こっていると解釈しました。海洋底の変成作用では海水に似た塩濃度の塩水が捕獲され、対し、後者ではほぼ真水が含まれていました (図 1)。前者の変成温度はこれまで海洋底の変成作用として推定されていた数°C という海底の温度ではなく、100°C を超える熱水活動の温度を示しています。先行研究では炭酸塩の酸素同位体比と「海水が平衡だったと仮定して」温度を推定していました。この仮定に問題があったと推察しています。現在、先行研究を出版したフランスの研究者と議論しているところです。

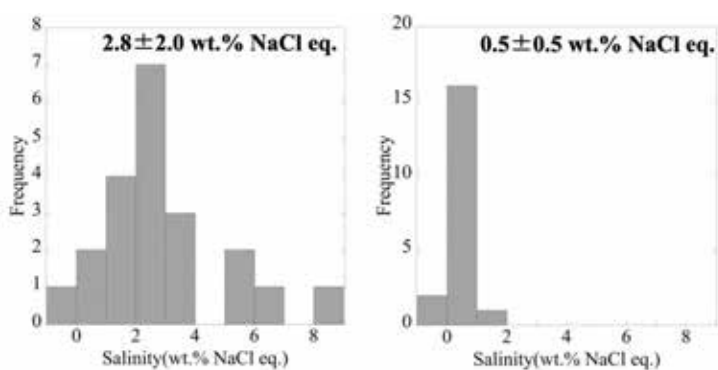


図 1 脈に含まれる流体包有物の塩濃度を解析した。左は海洋底変成作用の水の塩濃度で右は大陸に押し上げられた時の変成作用の水流体の塩濃度。

(2) リュウグウの岩石試料の有機物のラマン散乱と電子顕微鏡による観察

サンプルリターンが成功したリュウグウ試料の初期分析を行いました。炭酸塩中のクラックを埋める有機物を発見し、記載を行いました（図2）。

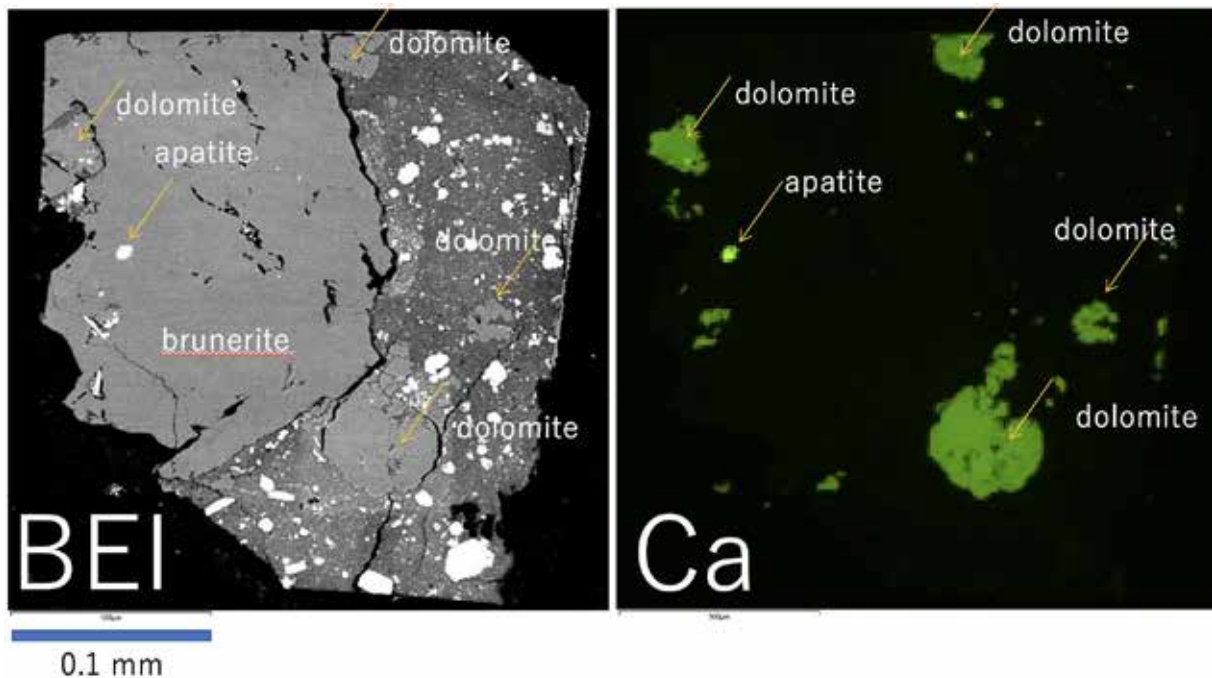


図2 リュウグウの試料の電子顕微鏡画像。左は反射電子線像、右は同じ領域のカルシウムのマッピング像。リュウグウに brunerite という大きな炭酸塩鉱物とドロマイトというやや小さな炭酸塩鉱物が細かいマトリックに囲まれて存在する。

【今後の展開】

海洋プレートの炭酸塩化の流体の組成を検討したい。リュウグウサンプルは、初期分析が終了したので、続く2期の試料解析でより慎重に分析したい。

【学術論文・著書】

- 1) Joachim-Mrosko, B., Kawamoto, T., Bureau, H., Experimental and observational constraints on halogen behavior at depth, *Elements*, 19, 6 ページ、印刷中 (2022)
- 2) Andrault, D., Pison, L., Morard, G., Garbarino, G., Mezouar, M., Bouhifd, M.A. and Kawamoto, T. (2022) Comment on: Melting behavior of SiO₂ up to 120 GPa (Andrault et al. 2020). *Physics and Chemistry of Minerals* 49, 3 (2022). 10.1007/s00269-021-01174-2

【国際会議発表件数】

・ 2 件

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。さらに、2021年7月3日に発生した熱海土砂災害に関する地球科学的調査を行っている。

【 主な研究成果 】

(1) 2021年7月3日に、静岡県熱海市逢初川の源頭部(標高390 m、海岸から2 km上流)にあった盛土の崩壊による土石流で、死者・行方不明者28人、全・半壊家屋64棟の被害が出た(以下では、熱海土石流災害と呼ぶ)。静岡県は土質・地質調査の結果を公開し、盛土は褐色土砂と黒色土砂からなり、前者は源頭部周辺のもので、後者は他所から運搬されたもので、体積的には黒色土砂が多いとした。北村(2022)は、黒色土砂と土石流堆積物から海生二枚貝の貝殻を発見したことで裏付け、さらに貝殻の種類と¹⁴C年代値から、黒色土砂の採集地は2箇所—7,000年前の下原層(小田原市東部に分布)と海底浚渫土—があることを解明した。これは極めて重要な知見であり、海成堆積物は波浪・水流で粒子が丸くなり、粒子間摩擦係数が低下するので、黒色土砂は崩壊しやすい特性を有する可能性があるからだ。つまり、海成堆積物を含む黒色土砂の大量盛土が今回の熱海土石流災害の原因の一つになった可能性がある。

【 今後の展開 】

引き続き、熱海土石流災害の原因究明の調査を行っている。

【 学術論文・著書 】

- Watanabe, T., Tsuchiya, N., Kitamura A., Yamasaki, S. Nara F.W., 2021. Geochemical characteristics of paleotsunami deposits from the Shizuoka plain on the Pacific coast of middle Japan. *Geochemical Journal*, Vol. 55, p. doi:10.2343/geochemj.2.0641
- 北村晃寿, 2022, 静岡県熱海市伊豆山地区の土砂災害現場の盛土の崩壊斜面と土石流堆積物から見つかった海生二枚貝の貝殻. *第四紀研究*, 61, doi: 10.4116/jaqua.61.2114.
- 北村晃寿・池田昌之, 2021, 2021年7月3日に静岡県熱海市伊豆山地区で発生した土石流の速報. *静岡大学地球科学研究報告*, 48, 63-71.
- 北村晃寿・疋田詩織・鮫島洋美, 2021, 神奈川県三浦半島江奈湾の干潟における高潮堆積物調査. *静岡大学地球科学研究報告*, 48, 27-36.
- 北村晃寿・平田将也, 2021, 焼津市中里の上部完新統のカワゴ平軽石. *静岡大学地球科学研究報告*, 48, 23-26.
- 北村晃寿, 2021, 静岡市大谷海岸における2019年10月12日の台風19号による高潮堆積物. *静岡大学地球科学研究報告*, 48, 17-21.

【 国内学会発表件数 】

北村晃寿 古生物学的手法に基づく 2021 年 7 月 3 日に静岡県熱海市伊豆山地区で発生した土石流の実態究明 日本古生物学会 (2022 年 2 月 6 日)

【 招待講演 】

北村晃寿 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 日本第四紀学会 (2021 年 8 月 29 日)

北村晃寿 公開講座 南豆の歴史を後世に 地層・化石記録から解読された下田市における自然災害の歴史 (2021 年 10 月 10 日)

【 報道数 (新聞掲載など) 】

2021 年 11 月 6 日 静岡新聞・朝刊 26p, 毎日新聞・朝刊 19p, 読売新聞・朝刊 23p. 熱海盛り土
小田原工業団地造成土か

2021 年 11 月 5 日 静岡新聞・朝刊 28p 静岡平野 土中の含有元素分析

2021 年 11 月 4 日 静岡新聞・朝刊 23p 熱海土石流 4 カ月 盛り土「小田原」出どころか

2021 年 9 月 4 日 静岡新聞・朝刊 30p 崩落原因究明へ土石採取

2021 年 7 月 25 日 静岡新聞・朝刊 20p 硫黄濃度 環境上問題ない 熱海土石流 静岡大教授
分析公表

2021 年 7 月 17 日 朝日新聞・朝刊 25p 水含む盛り土と地形 要因か 静岡大・北村教授 土
石流を調査

2021 年 7 月 16 日 読売新聞・朝刊 13p 熱海土石流 盛り土 水分で威力増 通常より高い割
合

2021 年 7 月 16 日 静岡新聞・朝刊 26p 土石流に多くの水分

2021 年 7 月 16 日 中日新聞・朝刊 26p 土石流 高い含水率 30%超 高速で流下か

2021 年 7 月 16 日 毎日新聞・朝刊 30p 土石流盛り土水分過多

2021 年 7 月 13 日 静岡新聞・朝刊 1p 熱海土石流 崩落面に産廃露出か 残存盛り土には亀裂

2021 年 7 月 5 日 中日新聞・朝刊 24p 盛り土 不安現実に 火山岩 経年で崩れやすく 現地
の土砂調査

環境微生物学、生物プロセス工学

教授 金原 和秀 (KIMBARA Kazuhide)
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：工学部 化学バイオ工学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 科学バイオ工学コース)
専門分野： 環境微生物学、生物工程学
e-mail address: kimbara.kazuhide@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wwp.shizuoka.ac.jp/kimbara-shintani/>



【 研究室組織 】

教 員：金原和秀

修士課程：M2 (4名)、M1 (3名)

学 部 生：B4 (4名)

【 研究目標 】

我々は、微生物を用いた持続可能社会の創造に貢献する技術開発を目的として研究を行なっている。様々な社会的ニーズに応える微生物プロセスとして、回転型スラリーリアクターを用いた環境浄化システムや、資源植物対応型メタン発酵プロセスの開発、好熱性ダイオキシン分解菌を用いたダイオキシン浄化システムの開発、バイオフィームにおける接合伝達頻度上昇の機構解明とその応用など、幅広く研究を展開している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 資源作物エリアンサスの効率的メタン発酵システムを開発する。
- (2) 回転型スラリーリアクターを用いた効率的なA重油汚染土壌浄化法の開発と低温条件におけるA重油分解の分子メカニズムを解明する。
- (3) ダイオキシン汚染土壌から単離した新規好熱性ダイオキシン分解菌の解析と応用。
- (4) バイオフィーム形成がプラスミドの接合伝達に及ぼす影響の解明。

【 主な研究成果 】

(1) 資源作物エリアンサスの効率的メタン発酵システムの開発

資源作物エリアンサスの粉砕物を直接消化液に投入しメタン発酵に成功した。また、メタン発酵消化液をエリアンサス栽培の液肥として利用した結果、液肥としての効果を確認することに成功した。

(2) 回転型スラリーリアクターを用いた効率的な油汚染土壌浄化法の開発

複合微生物の低温での強力な分解性をさらに加速することを目的として、スラリー化した土壌を回転混合攪拌する装置を設計し、A重油の分解試験を行った。その結果、2500 mg/KgのA重油が、6日間という短期間で90%以上分解することが示唆され、半連続式分解システムの構築に成功した。また、A重油の成分である、アルカン分解に関与する*alkB*遺伝子の温度による発現の違いを解析した結果、アルカン分解には*alkB*遺伝子以外の関与が示唆され、従来の分解とは異なる分子メカニズムの関与が考えられた。

(3) ダイオキシン汚染土壌から単離した新規好熱性ダイオキシン分解菌の解析と応用

ダイオキシン汚染土壌から好熱性細菌の単離に成功し、その性質を調べた結果、45°Cで最も効率的に分解することを見出した。また、ゲノム解析の結果、単離した分解菌は芳香族化合物の分解に関与する分解遺伝子を多く保有することを見出した。

(4) バイオフィーム形成がプラスミドの接合伝達に及ぼす影響の解析

多くの微生物は、環境中において集合体であるバイオフィームを形成している。バイオフィーム中では、染色体外遺伝因子であるプラスミドが高い頻度で伝達していると報告されている。そこで、バイオフィーム形成に関与している接着因子であるアミロイドタンパク質の接合伝達への関与を明らかにするため、アミロイドタンパク質生産欠損株の作製と接合伝達頻度を解析し

た。その結果、欠損株では、バイオフィーム形成と接合伝達頻度の低下が認められ、アミロイドタンパク質を介した細胞接着が、プラスミドの接合伝達に関与することが示唆された。

【 今後の展開 】

植物バイオマスとして、これまで利用例のない資源植物エリアンサスを用いたメタン発酵の効率化に挑戦する。低温環境における A 重油除去のメカニズムを解析し、更なる分解の効率化を目指す。好熱性ダイオキシン分解菌のダイオキシン分解の分子メカニズムを解明し、土壌汚染への応用を目指す。アミロイドタンパク質の接合伝達に関与するメカニズムを解明し、バイオフィーム形成と接合伝達の関係进行を明らかにする。

【 学術論文・著書 】

- 1) Maejima Y, Iino T, Moriuchi R, Kushimoto K, Muraguchi Y, Fukuda K, Nojiri H, Ohkuma M, Dohra H, Kimbara K, Shintani M.: *Fluviispira sanaruensis* sp., nov., Isolated from a Brackish Lake in Hamamatsu, Japan, *Curr Microbiol.*, 78(8), 3268-3276 (2021).
- 2) Sriyapai T, Chuarung T, Kimbara K, Samosorn S, Sriyapai P: Production and optimization of polyhydroxyalkanoates (PHAs) from *Paraburkholderia* sp. PFN 29 under submerged fermentation, *Electric Journal of Biotechnology*, 56, 1-11 (2022).

【 国際会議発表件数 】

- ・ 12th ISAJ Symposium、オンライン (2021. 8. 12-8. 17) など 8 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 環境バイオテクノロジー学会、日本生物工学会、日本農芸化学会など 15 件

【 その他 】

< 社会貢献 >

- ・ 環境バイオテクノロジー学会 会長
- ・ 国際誌「*Biotechnology Journal*」編集委員
- ・ 環境バイオテクノロジー学会 2021 年度オンライン大会を主催 (2021 年 9 月 2-3 日)
- ・ 農林水産省「生物多様性影響評価検討会」委員
- ・ 経済産業省製造産業局「化学物質審議会臨時委員」

< 国際交流 >

- ・ 共同研究：スリナカリンウィロット大学 (タイ)「耐熱性ポリヒドロキシ酪酸 (PHA) 生産菌の単離・解析と PHA 発酵条件の最適化への応用」
- ・ 共同研究：フエ大学 (ベトナム)「ダイオキシン汚染土壌からのダイオキシン類分解菌の単離と解析」

干潟貝類の現生古生態学的研究

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

修士課程: M2 (1名)

【 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) Goto, R., Takano, T., Seike, K., Yamashita, M., Paulay, G., Rodgers, K., Hunter, C. L., Tongkerd, P., Sato, S., Hong, J. -S., Endo, K. (2022) Stasis and diversity in living fossils: species delimitation and evolution of lingulid brachiopods. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 107460.
- 2) 佐藤慎一 (2022) 韓国の干拓問題から、日本の海辺の未来を見つめる. *科学*, 92: 297-299.
- 3) 三倉健吾・佐藤慎一 (2021) 肉食性巻貝類アカニシとツメタガイの捕食行動と捕食痕の比較. *日本古生物学会和文誌「化石」*, 110: 17-25.
- 4) 中村大亮・岡田 悟・塚越 哲・佐藤慎一 (2021) 浜名湖における 40 年を隔てた貝形虫の生息分布の変遷. *日本ベントス学会誌*, 76, 39-49.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本貝類学会 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 (D2)
修士課程: 保坂 圭祐 (M2)

【 研究目標 】

節足動物は古生代初期からその存在が知られ、また体制が硬組織のユニットによって構成されているゆえ、特に形態学的にその進化を考察する上で好適な素材である。また、あらゆる環境に適応放散しているため、地球環境に対してその多様性がよく反映されている。本研究組織では、これらの特性を生かして以下の点に着目して節足動物の自然史を明らかにすることを目的とする。

- (1) 分類学的多様性を明らかにし、これを記載する
- (2) 生態的多様性を明らかにし、適応放散について考察する
- (3) 形態および遺伝子の塩基配列から進化系統を明らかにする
- (4) 進化的新奇性を明らかにする

【 主な研究成果 】

(1) 内湾性貝形虫類 *Bicornucythere* 属の分類と形態的多様性に関する研究

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 (Form) 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。本研究では先行研究で Form M とされていた八代海から報告されていた形態群について現地調査を行い、雄を含む多数の生体標本を入手し、解剖の結果未記載種であることを突き止めた。これについては先年度明らかになった三崎産個体群に現れる雄交尾器の多様性と共に新種として国際誌に投稿中である。また三崎産個体群について雄交尾器に現れる多様性と背甲形質である感覚子孔の分布パターンに対応関係がみられることが明らかになった。このことは、雄交尾器に現れる多様性によって生殖頻度に差が表れ、そのことが感覚子孔の分布パターンに反映されることを示唆する。

(2) 間隙性貝形虫類の目の有無と生息環境に関する対応関係

間隙性貝形虫類に多く見られる「ノープリウス眼 (単眼) の喪失」に焦点を当て、静岡市清水区の三保真崎海岸において汀線に垂直に潮間帯から潮下帯にかけて堆積物試料を採集し、ノープリウス眼の有無について個体数と種数の観点から考察した。前者については、試料ごとに抽出された全貝形虫個体のうち何個体が眼を有するか、後者については同様に全貝形虫種数のうち何種が眼を有する種かについて調べた。その結果潮下帯では潮間帯に比べ、眼を有する個体数、眼を有する種数共に割合が有意に大きいことを確かめた。このことは、間隙性貝形虫類は目をもつ表在性種から派生したとする仮説から、堆積物が粗くかつ動かされやすい潮下帯では光が届いて眼が有利に機能しているが、潮下帯では光の侵入が少なく、眼をもつことの有

利さがキャンセルされ、目を喪失していったと推定した。

(3) *Neonesidea* 属貝形虫類の尾叉の剛毛式と形態

貝形虫類の動物体の最後尾に位置する尾叉(furca)は、退化的なものも多くあまりその理解が進んでいない。ここでは Bairdia 上科に含まれる *Neonesidea* 属の貝形虫を例に、尾叉の微細構造を明らかにした。調べられたのは同属の表在性種 1 種及び間隙性種 4 種で、剛毛式を詳しく調べると、雌雄差および種間差がみられたため、生殖行動や生殖的隔離に係る機能を持つと推定された。また各剛毛微細構造には、鋸歯状構造、微小剛毛構造、先端の開口部等が見いだされ、様々な機械受容だけでなく、化学受容も担っていることが考察された。

【 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 3 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 】 3 件

- 1)Konno T. & Tsukagoshi, A. 2021. Crayfish co-introduced symbiotic ostracod found on native crab in Japan: the first record of epibiont ostracod found a new host. *Parasitology International*, 86. <https://doi.org/10.1016/j.parint.2021.102475>
- 2)中村大亮・岡田 悟・塚越 哲・佐藤慎一. 2021. 浜名湖における 40 年を隔てた貝形虫の生息分布の変遷.日本ベントス学会誌 (Japanese Journal of Benthology), 76: 39-49.
- 3)塚越 哲. 2021. 微小標本のステレオ写真の写し方—オストラコーダを例に—. 自然史しずおか, 75: 7-8.

【 国内学会発表件数 】 6 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と同属未記載種 1 種の報告. 日本動物分類学会第 56 回大会. Web 開催, 口頭発表. 2021 年 6 月 5 日.
- 2)今野友陽・塚越 哲. 外来共生貝形虫が移入先で新たな宿主を獲得: アメリカザリガニからモクズガニへの波及. 2021 年 日本ベントス学会・日本プランクトン学会. Web 開催, 講演番号 BP05. 2021 年 9 月 18 日.
- 3)塚越 哲. 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—: 本研究の概要. 第 23 回河川生態学術研究発表会. Web 開催. 2021 年 10 月 29 日.
- 4)塚越 哲. 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—: 生物系データから見た狩野川(放水路出口)の動態と今後の展望. 第 23 回河川生態学術研究発表会. Web 開催. 2021 年 10 月 29 日.
- 5)塚越 哲. 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—: 本研究の目的, 構成, 2 年度目までの活動概要. 第 37 回 柿田川生態系研究会. Web 開催. 2021 年 12 月 3 日.
- 6)塚越 哲. 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—: 生物系データから見た狩野川(放水路出口)の動態. 第 37 回 柿田川生態系研究会. Web 開催. 2021 年 12 月 3 日.

複雑ネットワーク上のダイナミクス

教授 守田 智 (MORITA Satoru)

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

専門分野: 非線形動力学、複雑ネットワーク

e-mail address: morita.satoru@shizuoka.ac.jp

homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/smorita/>



【 研究室組織 】

教 員 : 守田 智

博士課程 : D3 (1名)、D2 (1名)

修士課程 : M2 (3名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

感染症や噂などの情報は社会ネットワークを通して伝播していく。ここ数十年で複雑ネットワークという考え方が物理学・生物学から社会科学に至る広い分野で用いられる。複雑ネットワークは従来の一様なネットワークとは異なる特性を持ち、そこでの拡散もこれまで研究されてきた拡散現象とは著しく異なっている。本研究では統計力学の手法を用いてネットワーク構造の性質とネットワーク上の拡散現象の関係を系統的に検証する。ネットワークの構造を特徴づける方法を新たに考案していき、構造がシステム全体の機能に及ぼす影響を理論化することを目指している。当面の研究課題を以下に列記する。

- (1) 複雑ネットワークを通して拡散現象の理論化
- (2) ネットワーク構造がゲーム力学系に与える影響の解明
- (3) ネットワーク自体が変動する一般モデルの構築
- (4) ネットワーク上のランダム乗算過程における冪分布の研究

【 主な研究成果 】

(1) 一般化した感染症モデルの構築とその理論

従来の感染症モデルを拡張した一般化モデルを構築し平均場近似を駆使してそれぞれを比較した。新しいモデルに関して感染閾値がどのように決まっているかを明らかにした。(情報処理学会論文誌 58:6 (2017) 1219-122)

(2) 時間相関のある連続時間ランダム乗算過程の研究

株価や収入は経済状況やそれぞれの業績の良し悪しによってランダムに変動するが、このような状況はランダム乗算過程で表現される。従来のモデルでは離散時間のモデルが使われていたが、ここでは連続時間モデルに拡張した。解析の結果、時間相関の影響が従来のモデルの結果とは異なる場合があることが示された。

【 今後の展開 】

我々は上記のように複雑ネットワーク上のダイナミクス一般を広く扱い、数値計算のみに依存

することなく近似理論を駆使して新しい理論体系を構築することを目指している。当面の今後の研究展開としては、複雑な構造を持つネットワーク上の拡散過程とゲームダイナミクスの解明に力を注いでいきたいと考えている。また、ネットワーク自体が変動するモデルを構築してその構造の頑健性についても明らかにしていきたい。これらの研究を活かして医学・経済学等へ幅広い応用も目指している。

【 学術論文・著書 】

- 1) Satoru Morita, Type reproduction number for epidemic models on heterogeneous networks. *Physica A*, 587, 126514 (2022).
- 2) Hiromu Ito, Taro Yamamoto, Satoru Morita, The effect of men who have sex with men (MSM) on the spread of sexually transmitted infections. *Theoretical Biology and Medical Modelling* 18, 18 (2021).
- 3) Erika Chiba, Diane Carmeliza N. Cuaresma, Jomar F. Rabajante, Jerrold M. Tubay, Maica Krizna Areja Gavina, Tatsuki Yamamoto, Jin Yoshimura, Satoru Morita, Hiromu Ito, Takuya Okabe, Improving environment drives dynamical change in social game structure. *Royal Society Open Science* 8, 201166 (2021).
- 4) 日本応用数理学会監修「選挙・投票・公共選択の数理」共立出版 (2022). 第 13 章担当

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本物理学会、日本応用数理学会など 4 件

リモートセンシングモデリングと生理生態学の融合

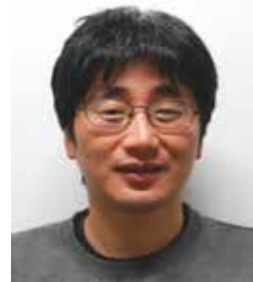
教授 王 権 (WANG Quan)

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 (D3)、甘 毅 (D3)、Tan Yunhui (D2)、Sun Xuehui (D2)、
Zhuang Jie (D1)

修士課程: 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) Kechao Huang, Quan Wang*, Dennis Otieno. 2021. Responses of Sap Flux Densities of Different Plant Functional Types to Environmental Variables Are Similar in Both Dry and Wet Seasons in a Subtropical Mixed Forest. *Forests*, 12/1007. DOI: 10.3390/f12081007

- 2)Guangman Song, **Quan Wang***, Jia Jin. 2021 Exploring the instability of the relationship between maximum potential electron transport rate and maximum carboxylation rate in cool-temperate deciduous forests. *Agricultural and Forest Meteorology*, 308-309/108614. DOI: 10.1016/j.agrformet.2021.108614
- 3)Qiaozhen Liu, Zhaoyang Zhang, Meng Fan, **Quan Wang**. 2021 The Divergent Estimates of Diffuse Radiation Effects on Gross Primary Production of Forest Ecosystems Using Light-Use Efficiency Models. *Geophysical Research Letters*, 48/e2021GL093864. DOI: 10.1029/2021GL093864
- 4)Guangman Song, **Quan Wang***. 2021 Including Leaf Traits Improves a Deep Neural Network Model for Predicting Photosynthetic Capacity from Reflectance. *Remote Sensing*, 13/4467. DOI: doi.org/10.3390/rs13214467
- 5)Yuanbo Liu, Guoyu Qiu, Hongsheng Zhang, Yonghui Yang, Yinsheng Zhang, **Quan Wang**, et al., 2021. Shifting from homogeneous to heterogeneous surfaces in estimating terrestrial evapotranspiration: Review and perspectives. *Science China Earth Sciences*, 65, 197-214. DOI: 10.1007/s11430-020-9834-y
- 6)**Quan Wang***, Niken Andika Putri, Yi Gan, Guangman Song. 2022. Combining both spectral and textural indices for alleviating saturation problem in forest LAI estimation using Sentinel-2 data. *Geocarto International*, DOI: 10.1080/10106049.2022.2037730
- 7)Guangman Song, **Quan Wang**. 2022. Developing Hyperspectral Indices for Assessing Seasonal Variations in the Ratio of Chlorophyll to Carotenoid in Deciduous Forests. *Remote Sensing*, 14/1324. DOI: 10.3390/rs14061324.

【国際会議発表件数】

- ・ The 8th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University (ISFAR-SU2022), March 1st, 2022, Online 4 件

【国内学会発表件数】

- ・ 中部森林学会大会など 4 件

マグマの噴火準備・火道上昇過程

准教授 石橋 秀巳 (ISHIBASHI Hidemi)
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：理学部地球科学科
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： 火山学・岩石学
e-mail address: ishibashi.hidemi@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://tdb.shizuoka.ac.jp/rdb/public/Default2.aspx?id=11041&l=0>



【 研究室組織 】

教 員：石橋 秀巳

修士課程：M2 (2名)

【 研究目標 】

本グループの目標は、マグマだまりにおける噴火準備過程と、マグマの火道上昇過程が噴火ダイナミクスに及ぼす影響について解明することです。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) クリスタルマッシュ状マグマだまりにおける噴火準備過程の解明
- (2) 苦鉄室マグマの噴火ダイナミクスに及ぼす火道上昇過程の影響の解明

【主な研究成果】

(1) マグマの噴火前蓄積条件の研究

噴火のダイナミクスは、マグマの火道上昇過程だけでなく、噴火前のマグマの蓄積条件(温度・含水量など)にも強い影響を受けます。このため、噴火前のマグマの蓄積条件は、噴火ダイナミクスの多様性の原因を検討するうえでの“初期条件”として重要です。そこで私たちは、天然の火山噴出物(火山岩)の化学分析・組織解析と、高温高压実験によって、噴火前のマグマの蓄積条件を定量的に検討しています。

今年度は、伊豆大島 1986 年 B 噴火のマグマについて行った高温高压結晶化実験のデータを解析し、 H_2O 飽和条件下における斜長石リキダスの制約を行いました。伊豆大島 1986 年 B 噴火は、低粘性の苦鉄質マグマが激しい準プリニー式噴火を発生した典型的な事例であるとともに、全島避難の原因となった社会的にインパクトの大きい噴火でもあります。本研究の解析の結果、既存の斜長石リキダス温度計モデルとメルト H_2O 溶解度モデルの組み合わせによって、 H_2O 飽和斜長石リキダスをうまく再現できることを示しました。このモデルを利用し、伊豆大島 1986 年 B 噴火のマグマの噴火前貯蔵深度を見積もったところ、先行研究の示すマグマ温度が正しいならば、従来考えられていた深さ 3-5km よりも浅部(～2km)にマグマが蓄積されていたという結果を得ました。この結果は、苦鉄質プリニー式噴火の発生メカニズムを解明するうえで重要な制約条件になるとともに、火山防災の観点でも意義が大きいと言えます(Oida et al., in press)。

(2) クリスタルマッシュ状マグマだまりでの噴火準備過程の研究

最近の 20 年間でマグマだまりに対する火山学的な描像は大きく変化しました。従来モデルでは、マグマだまりには液体のマグマに満たされていると考えられていました。しかし現在では、マグマだまりの大部分がクリスタルマッシュ(体積の 50%以上を結晶が占め、結晶の粒間をメルトが埋める粥状物質)で構成されており、その中に局所的に形成される液体(噴火可

能マグマ)の溜まりから噴火が発生するというモデルがコンセンサスを得ています。このようなマグマだまりモデルのパラダイムシフトを背景として今、噴火準備過程や深成岩形成過程などのモデルを再構築する研究が世界的に進みつつあります。このような研究を進めるうえで強力な武器となるのが、火山噴出物に含まれるマッシュ状深成岩捕獲岩です。捕獲岩とは、マグマが上昇する際にその経路にあった岩石を捕獲してきたもので、その中には鉱物粒間にメルト(ガラス)を含んだ深成岩もしばしばみられます。このような捕獲岩は、マグマだまりを構成するクリスタルマッシュの欠片と考えられ、マッシュ状マグマだまりでおこる様々な過程に関する直接的な情報源となります。そこで私たちは、富士山や伊豆大島・三宅島などの火山で採取したマッシュ状深成岩捕獲岩について組織解析・化学分析を行い、マッシュ状マグマだまりで何がおこっているのかを明らかにしようとしています。

今年度は、富士山 1707 年宝永噴火の噴出物に含まれるマッシュ状斑レイ岩について分析を行い、富士山地下のマグマ供給系について検討を行いました。その結果、富士山では未噴火の流紋岩質メルトを含む斑レイ岩を発見し、さらにこのメルトが 1707 年宝永噴火のマグマ形成に関わっていることを明らかにしました。また、粒間メルトの体積分率が 10%を下回るまで、粒間のメルトが浸透流として流動することを示す天然の証拠を発見しました。そして、クリスタルマッシュ中のメルト量が減少する際、主要な流路に流れが局所化することによって、メルト量が 10%を下回るまで浸透流によるメルト抽出が機能することを示しました。この結果は、未だに理解不十分なクリスタルマッシュの固化(=深成岩の形成)過程の実態に光を当てるものです(Otsuka et al., in prep.)。

【今後の展開】

現在、伊豆大島と三宅島のクリスタルマッシュ状深成岩捕獲岩について研究を進めているので、富士山の結果と合わせて、クリスタルマッシュ状マグマだまりプロセスの一般的なモデルを提案したい。また、富士山・伊豆大島の火山噴出物について、石基鉱物組織から、マグマの火道浅部における結晶化・破碎過程を検討する研究にも取り組んでいるが、これによって低粘性マグマの噴火ダイナミクスの多様性を説明する一般モデルを構築したいと考えています。

【学術論文・著書】

- 1) Akio Goto, Keiichi Fukui, Takehiko Hiraga, Yasunori Nishioda, Hidemi Ishibashi, Takeshi Matsushima, Tuyoshi Miyamoto, Osamu Sasaki (2021) Reply to: Hiroaki Sato, Shigeru Suto, Tadahide Ui, Toshitsugu Fujii, Takahiro Yamamoto, Shinji Takarada, Keiichi Sakaguchi, “Flowage of the 1991 Unzen lava; discussion to Goto et al. ‘Rapid migration of Unzen lava rather than flow, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 110, 107073.” *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **420**, 107384
- 2) 石橋秀巳, 岩橋くるみ, 安田 敦, 諏訪由起子, 長崎志保, 外西奈津美 (2021) 角閃石斑晶から探るマグマだまりプロセス: 鶴見岳・阿蘇・雲仙火山の例. *火山*, **66**, 119-129.
- 3) 西村太志, 石橋秀巳, 森 俊哉, 地引泰人, 中道治久, 齋藤武士, 嶋野岳人, 吉村俊平, 宮縁育夫 (2021) 巻頭言 特集「次世代研究者のための火山学講座」. *火山*, **66**, 133-134.

【国内学会発表件数】

・日本火山学会など 計 6 件

複合微生物系における可動性遺伝因子の動態解析

准教授 新谷 政己 (SHINTANI Masaki)
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： 環境微生物学、分子遺伝学
e-mail address: shintani.masaki@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://www.shizuoka.ac.jp/kimbara-shintani/>
https://www.researchgate.net/profile/Masaki_Shintani
<https://researchmap.jp/shintani-masaki/?lang=english>



【 研究室組織 】

教 員：新谷 政己、金原 和秀 教授 (工学部化学バイオ工学、創造、環境エネルギー)
博士課程：D2 (1名)、D1 (2名)
修士課程：M2 (6名)、M1 (5名)
学 部 生：7名

【 研究目標 】

作物を育てる農地の土壌、下水処理場、生ごみの堆肥化、廃棄物利用としてのメタン発酵など、我々の生活に密着した様々な場面で複数種の微生物が複合的に機能する複合微生物系が活躍している。こうした機能を担う微生物の多くは人為的な培養が難しく、その機能解析は困難である。プラスミドをはじめとする可動性遺伝因子は、このように培養の難しい微生物に外部からアプローチするための有用なツールとなりうる。また可動性遺伝因子は、近年世界各国で深刻な問題を引き起こす、多剤耐性菌の出現・蔓延の原因の1つとしても知られている。しかし上述した複合微生物系では、どのような可動性遺伝因子が、薬剤耐性遺伝子を伝播しているのか、ほとんど不明のままである。そこで当研究室では、①複合微生物系から新たな可動性遺伝因子の収集を試みるとともに、②既知・新規の可動性遺伝因子がどのような微生物間を行き来するのか、その動態解析を行っている。同時に③複合微生物系を利用した、環境浄化を目指し、低温環境下における油分解菌の挙動解析も併せて行っている。

- (1) 薬剤耐性遺伝子を伝播する可動性遺伝因子の収集とその分類および性質の比較
- (2) 環境中の複合微生物系内における可動性遺伝因子の動態解析
- (3) 低温環境下における油分解菌の挙動解析

【 主な研究成果 】

(1) 薬剤耐性遺伝子を伝播する可動性遺伝因子の収集とその分類および性質の比較

日本全国の異なる土壌や河川・湖沼底泥、嫌気排水処理槽、および家畜由来の堆肥試料より、新たな接合伝達プラスミドの収集を行った。そのうち代表的なプラスミドの塩基配列を決定し、詳細な比較を行っている。また、薬剤耐性プラスミドの種類を判別する、プラスミドの型別は、多剤耐性菌の出現や蔓延を防ぐ上で重要である。それには、プラスミドのデータベースの整備が必須である。これまでにその整備が手薄であった、日和見感染菌として知られる、緑膿菌を含む *Pseudomonas* 属細菌由来のプラスミドについて整備を実施し、既存の *Pseudomonas* 属細菌由来のプラスミドの6割の型別を可能にした。一部については論文で発表した(学術論文1)。

(2) 環境中の複合微生物系内における可動性遺伝因子の動態解析

日本各地より得られたプラスミドについて、それらがどのような微生物に伝播するのか、その宿主域を明らかにし、プラスミドごとに比較した。また、田代陽介教員と共同で、細菌の放出する膜小胞がプラスミドの伝播に寄与することも示した(学術論文2)。さらに、酸素濃度の異なる条件下におけるプラスミドの接合伝達頻度の違いや宿主域の違いについて比較し、酸素濃度がプラスミドの伝播する微生物の種類を変えることが示唆された(2021BBB論文賞)。

(3) 低温環境下における油分解菌の挙動解析

低温環境 (15°C) でも n-アルカンを分解可能な *Rhodococcus* 属細菌について、その分解機構を明らかにするために、完全長塩基配列の解読を進めている。また、n-アルカンを分解できない変異株の取得にも着手した。

【 今後の展開 】

1970 年代から薬剤耐性プラスミドとして知られている IncP-2~IncP-13 群プラスミドのうち、これまでに完全長塩基配列の得られていないプラスミドについて、配列を明らかにするとともに、その性状を比較する。また、環境中から獲得した接合伝達性プラスミドについて、どのような環境で、どのような微生物が保有しているのか、整備したデータベースの情報を用いて調べるとともに、異なる環境条件下における伝播性・宿主域の違いについて比較する。また、*Rhodococcus* 属細菌については、低温環境における油分解機構を明らかにする。

【 学術論文・著書 】 * 責任著者

- 1) Shintani M⁺, Suzuki H⁺, Nojiri H, Suzuki M⁺*. (+ equally contributed) 2022 Precise classification of antimicrobial resistance-associated IncP-2 megaplasmids for molecular epidemiological studies on *Pseudomonas* species, Journal of Antimicrobial Chemotherapy, dkac006.
- 2) Aktar S, Okamoto Y, Ueno S, Tahara YO, Imaizumi M, Shintani M, Miyata M, Futamata H, Nojiri H, Tashiro Y*. 2021. Incorporation of plasmid DNA into bacterial membrane vesicles by peptidoglycan defects in *Escherichia coli*. Frontiers in Microbiology, doi:10.3389/fmicb.2021.747606
- 3) Maejima Y⁺, Iino T⁺, Moriuchi R⁺, Kushimoto K, Muraguchi Y, Fukuda K, Nojiri H, Ohkuma M, Dohra H, Kimbara K, Shintani M*. 2021. *Fluviispira sanaruensis* sp., nov., isolated from a brackish lake in Hamamatsu, Japan. Current Microbiology, 78(8): 3268-3276. doi: 10.1007/s00284-021-02561-2.

【 国際会議発表件数 】

- ・ 9 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本農芸化学会、日本生物工学会、環境バイオテクノロジー学会、日本ゲノム微生物学会、日本細菌学会等 31 件

【 招待講演件数 】

- ・ 日本農芸化学会、日本細菌学会等 2 件

【 受賞・表彰 】

- 1) 徳田真穂ら、ASM Best Poster Awards、「同一不和合性群に属する塩基組成の異なるプラスミドの宿主域比較」、第 15 回細菌学若手コロッセウム (American Society for Microbiology の ASM Young Ambassador が選ぶポスター賞)
- 2) 山本ら、優秀ポスター発表賞、「湖底泥試料から PromA 群プラスミドの「オリジナル宿主」を同定する」、日本微生物生態学会第 34 回大会 (学会正会員による審査の結果、学部・修士 (博士前期) 課程学生の部で選出)
- 3) Ifat ら、Best Presentation Award, “Isolation and characterization of 3-chlorobenzoate degrading bacteria from soil in Shizuoka”, 12th ISAJ Annual hybrid Symposium
- 4) 越智ら、2021 年 B.B.B. 論文賞, “Oxygen concentration affects frequency and range of transconjugants for the incompatibility (Inc) P-1 and P-7 plasmids pBP136 and pCAR1”、(日本農芸化学会英文誌 Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry に掲載された Regular Paper, Communication より毎年優秀な論文に授与)

固体地球変動の物理

准教授 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 (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る。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) 粉体の間欠的せん断挙動の数値実験

3次元個別要素法シミュレーションに基づき、粉体の間欠的せん断挙動に関する数値実験を行った。発生するイベントの様式が粉体の初期配置に左右されること、および、微視的なイベントすべり速度が極小値を持つような、特徴的な摩擦係数の存在を示唆した。

(2) 2011年東北地震後の地殻変動の定量化

富士山・伊豆大島周辺における近年の面的な地表変位場を InSAR 解析によって推定した。特に富士山では、InSAR と GNSS の時系列データに大きな乖離が無いことを確認した。富士山周辺には変位速度の向きが変わる境界が存在し、地下に存在するとされるダイクの走向とおおむね調和的だった。

【 学術論文・著書 】

- 1) 大庭伸一, 三井雄太. "個別要素法に基づく粉体せん断イベントの数値モデル実験: 初期条件と摩擦係数の影響", 静岡大学地球科学研究報告, 48, 11-15, (2021).
- 2) 福田晴花, 三井雄太. "Sentinel-1 衛星データの InSAR 解析に基づく富士山・伊豆大島周辺の地表変位場", 静岡大学地球科学研究報告, 48, 1-9, (2021).

【 国際会議発表件数 】

- ・ EGU General Assembly, April, 2021, online など 2件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本地震学会、日本測地学会など 5件

【 新聞報道等 】

- 1) 日本経済新聞 朝刊 31面 (2021.6.8)
- 2) 静岡新聞 朝刊 20面 (2021.4.5)

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（2名）

【 研究目標 】

機械学習を活用し、分光反射特性による非破壊での品質評価及び合成開口レーダ画像-光学画像変換に取り組んでいる。

主な研究テーマは以下の通りである。

- (1) 分光反射特性による作物の特性評価
- (2) Generative Adversarial Network (GAN) を用いた合成開口レーダ画像-光学画像変換

【 主な研究成果 】

(1) 分光反射特性による作物の特性評価

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。

(2) Generative Adversarial Network (GAN) を用いた合成開口レーダ画像-光学画像変換

光学センサデータは視認性が高いが、雲や雨などの天候による影響を受ける。対照的に、合成開口レーダ(SAR)は雲、砂煙といった悪気象条件の影響が小さく、昼夜問わずに有効なデータを取得することができるが、分光情報を取得することができない。また、スペックルノイズによって視認性が低下するといった欠点を有している。よって、SAR 画像・光学画像に含まれている情報を互いに補うことができる画像変換技術が定常的な観測の実現に有効である。本研究では、Sentinel-1 C-SAR の2偏波 (VH, VV) データ及び Sentinel-2 MSI データを用いて、Pix2pix や CycleGAN といった GAN による画像変換手法を検討している。

【 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。また、合成開口レーダ画像-光学画像変換のほか、高分解能化など GAN に基づく画像処理技術を活用することによって、人工衛星を活用した農業地帯モニタリング手法を検討している。

【 学術論文・著書 】

- 1) Rei Sonobe, Hiroto Yamashita, Adenan Yandra Nofrizal, Haruyuki Seki, Akio Morita and Takashi Ikka. Use of spectral reflectance from a compact spectrometer to assess chlorophyll content in *Zizania latifolia*. Geocarto International. accepted.
- 2) Adenan Yandra Nofrizal, Rei Sonobe, Hiroto Yamashita, Akio Morita, Takashi Ikka. 2022. Estimating chlorophyll content of *Zizania latifolia* with hyperspectral data and random forest. International Journal of Engineering and Geosciences, 7(3), 221-228.
- 3) Rei Sonobe, Yudai Sugimoto, Ryohei Kondo, Haruyuki Seki, Erika Sugiyama, Yoshikazu Kiriwa and Katsumi Suzuki. 2021. Hyperspectral wavelength selection for estimating chlorophyll content of muskmelon leaves. European Journal of Remote Sensing. 54(1), 512-523.

【 国際会議発表件数 】

- ・ SPIE 11856, Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XXIII など 5 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本写真測量学会 3 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、23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
- ・ 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
- ・ 森 田 健：ブラックホールの量子論的側面の研究
- ・ 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
- ・ 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) 「放射線安全のための大学間連携放射線教育者育成プログラム」を推進し、静岡大学(浜松キャンパス)、宮城教育大学、新潟薬科大学、兵庫教育大学、北九州高専、琉球大学、北海道教育大学で放射線講義・実習を実施した。
- 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

- ・ 土屋 麻人: 第 4 期静岡大学研究フェロー (2019 年度～2021 年度)
- ・ 三重野 哲: 日本赤十字社・社長表彰 (2021.10.1)
- ・ 毛利 出: 2022 年度 (第 25 回) 日本数学会代数学賞受賞
- ・ 守谷 誠: 第 4 期静岡大学若手重点研究者 (2019 年度～2021 年度)

(2) 地域連携活動

- ・ Diego A. Mejía: 「実数の小さい集合」サイエンスカフェ in 静岡、第 32 シーズン、第 148 話 (2021.4.22)。
- ・ Diego A. Mejía: 【高大連携】静岡大学 FSS (未来の科学者養成スクール) 2020 年度に受け入れ指導学生の受賞: 科学技術振興機構賞、2021 Japan Sci. & Eng. Challenge。
- ・ 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 (2021/8)。

(3) 世話人を務めた学会・研究集会・講演会等

- ・ 大矢恭久: 日韓トリチウムワークショップ、対面 (近畿大学) と ZOOM のハイブリッド会議 (2022.3.2～3)。
- ・ 大矢恭久: LHD におけるプラズマ・壁相互作用に関する研究会・「放射科学が切り拓くグリーン・エネルギー超領域科学研究」研究会。Zoom による開催 (2022.2.18)。
- ・ 大矢恭久: 「放射科学が切り拓くグリーン・エネルギー超領域科学研究」研究会。Zoom による開催 (2022.2.22)。
- ・ 田中直樹: 第 47 回発展方程式研究会、Zoom による開催 (2021.12.25～27)。
- ・ 土屋麻人: East Asia Joint Symposium on Fields and Strings 2021, 大阪市立大学, (2021.11.22～27)。
- ・ 森田 健: Strings and Fields 2021, オンライン国際研究会 (2021.8.23～27)。

(4) 招待講演等

- 1) 大矢恭久: “Effect of irradiation damages and He existence on hydrogen isotope plasma driven permeation for W”, 5th Asia-Pacific Conference on Plasma Physics, 26 Sept-1Oct, 2021, Remote e-conference.
- 2) 近田拓未: “Development of ceramic coatings with hydrogen, corrosion, irradiation, and electrical resistance”, SurfCoat Korea 2021, オンライン開催 (2021.5.28)。
- 3) 近田拓未: “Recent advances in multi-functional coating research for fusion reactors”, THERMEC’ 2021 (11th International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials), オンライン開催 (2021.6.4)。
- 4) 近田拓未: “Science and technology of multifunctional ceramic coating for fusion reactor”, 14th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology S29: Ceramics and Ceramic Matrix Composites for Next Generation Nuclear Energy, オンライン開催 (2021.12.13)。
- 5) 山代和志 (土屋指導学生): “How information geometry is encoded in bulk geometry”, 中央大学素粒子論研究室セミナー ONLINE (2021.6.7)。

- 6) 土屋麻人: “Target space entanglement in the matrix model for bubbling geometry”, Workshop on Quantum Geometry, Field Theory and Gravity (Corfu 2021), ONLINE (2021.9.22).
- 7) 山代和志 (土屋指導学生): “Target space entanglement in a matrix model for the bubbling geometry”, 名古屋大学素粒子論研究室セミナー (2021.12.15).
- 8) Diego A. Mejía: “The production of knowledge and its international expansion”, Universidad de America, コロンビア, オンライン (2021.5.26).
- 9) Diego A. Mejía: “Coherent systems of finite support iterations”, A short talk series: Research in Set Theory, University of Vienna, オーストリア, オンライン (2021.6.4).
- 10) Diego A. Mejía: “Continuum-many many things”, XVI International Luminy Workshop in Set Theory, CIRM, フランス, オンライン (2021.9.14).
- 11) Diego A. Mejía: “Combinatorics of the real line since its beginnings”, Science Mondays, Faculty of Science, Universidad de Antioquia, コロンビア, オンライン (2021.9.20).
- 12) Diego A. Mejía: “Recent forcing techniques: restrictions to submodels I and II”, (短期コース) 京都大学 RIMS 研究集会 2021 年、実数の集合論における近年の進展, オンライン (2021.10.14~15).
- 13) Diego A. Mejía: “The infinite and the real numbers”, II Workshop of Basic Sciences: a closeup to Engineering applications, Universidad de America, コロンビア, オンライン (2021.10.29).
- 14) Diego A. Mejía: “Measure zero modulo ideals”, XI Simposio Nororiental de Matematicas, Universidad Industrial de Santander, コロンビア, オンライン (2021.12.3).
- 15) Diego A. Mejía: “Variations of the negation of Riis’ axiom”, 1st Meeting Brazil-Colombia in Logic, ブラジル・コロンビア, オンライン (2021.12.17).
- 16) 鳥居 肇: “What electron densities and their changes tell us about intermolecular interactions”, Quantum Science Sympo., in the 17th Int. Conf. of Computational Methods in Sci. & Eng. (ICCMSE 2021), ビデオ招待講演[本部所在地:イラクリオン, ギリシャ] (2021.9.4~7).
- 17) 三重野 哲、カサレト ベアトリス:「サクラエビの餌となるプランクトンのその場観察」、静岡大学公開シンポジウム「サクラエビの不漁を探る」、静岡大学理学部 (2021.12.21)。
- 18) 毛利 出:「非可換射影曲面の分類(AS 正則代数を中心に)」、日本数学会 2022 年度年会、日本数学会代数学賞受賞特別講演、埼玉大学、オンライン開催 (2022.3.30)。
- 19) 森田 健:「数値 Bootstrap 法を用いた量子系の解析」、立教大学理学部セミナー (2022.1.11)
- 20) 森田 健:「数値 Bootstrap 法を用いた量子力学と行列模型の解析」、京大理学部セミナー (2021.10.27)。
- 21) 森田 健:「数値 Bootstrap 法を用いた量子力学と行列模型の解析」、信州大学理学部セミナー (2021.10.5)。
- 22) 森田 健:”Analogous Hawking radiation in Butterfly Effect”, ハイブリッド国際研究会, Probing Complex Quantum Dynamics through Out-of-time-ordered Correlators, Max Planck Institute for the Physics of Complex Systems 主催 (2021.10.15).
- 23) 森田 健:”D0 black hole thermodynamics from the BFSS matrix theory”, オンライン国際研究会, Int. Conf. on Holography, String Theory & Discrete Approaches 2021, Sultan Qaboos University, Phenikaa University 主催 (2021.8.4).
- 24) 森田 健:”Nuclear Physics from D-branes in string theory”, オンライン国際研究会, A Virtual Tribute to Quark Confinement and the Hadron Spectrum 2021 (2021.8.2).
- 25) 守谷 誠:「高速かつ選択的なリチウムイオン伝導性を示す分子結晶固体電解質の開発と全固体電池への展開」、第 52 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会 (2021.11.1)。

26) 守谷 誠: "Fabrication of Molecular Crystals Showing Solid-State Magnesium Ion Conductivity", Int. Conf. on Materials Sci. & Eng. 2021 (2021.10.14).

(5) 新聞記事など

- 1) 近田拓未: 「静岡大など、核融合炉の燃料効率利用で新技術／漏れ防ぐ「被覆」を開発」、電気新聞 2 面 (2021.6.17)。
- 2) 近田拓未: 「静岡大学など、核融合炉向け被膜を開発／鋼材の腐食に強く」、電気新聞 2 面 (2021.7.20)。
- 3) Diego A. Mejía: "Diego Alejandro Mejía Guzman, 数理論理学の PhD", Teleantioquia Noticias, コロンビア(テレビのニュース) (世界中に活躍しているアンティオキア県(コロンビア)の人についてのセクション) (2021.8.11)。
- 4) Diego A. Mejía: "A Deep Math Dive into Why Some Infinities Are Bigger Than Others", Scientific American (雑誌) ("Cichon's Maximum Without Large Cardinals"に関する研究についての記事・Spektrum der Wissenschaft でドイツ語で掲載された「Ordnung in den Unendlichkeiten」(2021.2.17)の英訳) (2021.8.16)。
- 5) Diego A. Mejía: 「小さな発見 大きな夢への第一歩・七つの定理発見 でも5合目」、朝日新聞(静岡大学 FSS で指導した学生の科学技術振興機構賞の受賞について) (2021.12.22)。
- 6) Diego A. Mejía: 「研究テーマ: Some notes about power residues modulo prime」、JST グローバルサイエンスキャンパス(指導学生の静岡大学 FSS における研究についてのオンライン記事) (2022/2/2)。
- 7) 森田 健: 「科学者の本棚 静岡大学サイエンスカフェから」、静岡新聞朝刊 7 面 (2021.4.19)。
- 8) 三重野 哲: 「サクラエビ異変、水中カメラ撮影実験」、静岡新聞・朝刊 (2021.4.17)。
- 9) 三重野 哲: 「科学者の本棚。静岡大学サイエンスカフェから」、(2021.8.23)。
- 10) 守谷 誠: 「鉄由来触媒 安定性向上」、化学工業日報 (2021.10.7)。
- 11) 守谷 誠: 「酸性電解質中でも安定 東工大など 鉄系酸素還元触媒」、日刊工業新聞 (2021.10.5)。
- 12) 守谷 誠: 「燃料電池の非白金化につながる鉄系新物質、東工大などが開発」、TECH+ Powered by マイナビニュース(ウェブメディア): <https://news.mynavi.jp/article/20211005-1997155/>, (2021.10.5)。
- 13) 守谷 誠: "Development of "14-membered ring Fe complexes" - Excellent catalytic activity and durability", Science Japan by JST, <https://sj.jst.go.jp/news/202112/n1224-04k.html> (2021.12.24)。
- 14) 守谷 誠: "十四元环铁络合物", 有助于燃料电池实现脱铂、客観、日本东京工业大学等开发出, https://www.keguanjp.com/kgjp_keji/kgjp_kj_newtech/pt20211112000001.html (2021.11.21)。

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：理学領域・物理学系列及び
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://www.shizuoka.ac.jp/plasma/>



【 研究室組織 】

教 員：三重野 哲
修士課程：M2 (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、ナノ粒子の高効率合成、合成物の物性分析および応用に関する成果を出し、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) 駿河湾環境保全と生産に関する基礎研究を行う。(サステナビリティセンターのテーマ)

【 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・コットン複合材料の合成法を開発した。そして、圧力センサーへ応用した。
- (2) 導電性ナノチューブ・セルロース複合材料を開発した。電磁波シールド材としての有効性を示した。
- (3) $J \times B$ アークジェット放電における、準定常放電を実現し、その特性を解明した。
- (4) 微粒子プラズマにおけるペア粒子運動を見出し、その性質を解明した。

【 今後の展開 】

- (1) ナノチューブ複合材料、炭素カプセル、磁性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。医療・診断への応用を研究する。
- (2) 環境に優しい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) $J \times B$ アークジェット放電の特性を解明していく。
- (4) 駿河湾の環境をモニターし、持続可能な漁業との関係を明らかにしていく。

【 学術論文・著書等 】

- 1) T. Mieno, M. Tanaka, Y. Hisanaga, "Study of the $J \times B$ Arc Thruster to Develop Low-Cost Space-Transporters", Proc. 33rd Int. Sympo. Space Technol., 2022-b-62p, Beppu, Japan (ZOOM), (2022).

【 国際会議発表件数 】

- 1) T. Mieno, T. Koga, Y. Hayashi, "Observation of special motions of fine particles in a high-frequency plasma", 22nd WS on Fine Particle Plasmas", NIFS (ZOOM), 2021/12/10.

など 2 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 田邊康介、三重野 哲、「アーケジェット放電法を用いたGd内容炭素ナノカプセルの合成と医療応用」、第82回応用物理学会秋季学術講演会、名城大学 (ZOOM)、2021/9/13.

など 4 件

【 招待講演件数 】

- 1) 三重野 哲、カサレト ベアトリス、「サクラエビの餌となるプランクトンのその場観察」、静岡大学公開シンポジウム 「サクラエビの不漁を探る」、静岡大学理学部、2021/12/21.

など 2 件

【 新聞報道等 】

- 1) 静岡新聞、朝刊、「サクラエビ異変、水中カメラ撮影実験」 2021/4/17.
- 2) 静岡新聞、「科学者の本棚。静岡大サイエンスカフェから」 2021/8/23.

【 受賞・表彰 】

- 1) 三重野 哲、日本赤十字社・社長表彰。2021/10/1.

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

教授 岡林 利明 (OKABAYASHI Toshiaki)
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：理学部 化学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 化学コース)

専門分野： 高分解能分光、短寿命分子種、量子化学

e-mail address: okabayashi.toshiaki@shizuoka.ac.jp

homepage: <https://tdb.shizuoka.ac.jp/RDB/public/Default2.aspx?id=10736&l=0>



【 研究室組織 】

教 員：岡林 利明

修士課程：M1 (1名)

【 研究目標 】

我々は、高分解能分光法を用いて化学反応中間体、星間分子、プラズマ中の活性種など、短寿命活性種の基礎的な物理化学的性質を明らかにする研究を行なっている。現在は、特にスパッタリング反応時などに現れる含遷移金属短寿命活性種に注目して、その性質と反応性を明らかにする研究を行っている。現在の研究目標を以下に列記する。

- (1) スパッタリング反応時にプラズマ中で生成する含遷移金属短寿命活性種の性質とその反応
- (2) 放電支援レーザー蒸発法により生成する含遷移金属短寿命活性種の性質とその反応
- (3) 星間空間進化における遷移金属の役割

【 主な研究成果 】

(1) フーリエ変換マイクロ波分光による…Au-S…鎖状分子の観測

放電支援型レーザーアブレーション装置を用いて金箔から…Au-S…鎖状分子生成し、それらの純回転遷移をフーリエ変換マイクロ波分光法を用いて観測した。このような反応は同じ10族金属の銅・銀や10族金属の白金ではほとんど進行せず、金原資に特有の性質であることが認められた。

【 今後の展開 】

我々は上記のように高分解能分光法を用いて、含遷移金属短寿命活性種の物理化学的性質の解明を行っている。最近、放電支援レーザー蒸発装置を組み込んだFTMW分光器を研究の中心に据えており、今後より複雑な系における挙動について詳しい研究を行う予定である。また、本研究で得られた情報を元に、スパッタリングのリアルタイム制御などより応用的方面にも研究を展開する。

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

修士課程：M2 (1名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

我々は、超分子化学と構造有機化学を基盤として、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(*R*)-3,3'-ジホルミル-2,2'-ジアロキシ-1,1'-ビナフタレン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、イミン結合とビナフチ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。

(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PdCl₂(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) “Doubly Cavitand-Capped Zn-Porphyrin Capsule with Simultaneous Encapsulation of Guest and Ligand, and Its Application to Doubly Cavitand-Capped Double-Decker Zn-Porphyrin Capsule.” K. Nakabayashi, K. Kishimoto, K. Kobayashi. *Asian J. Org. Chem.* **2022**, *11*, e202100646 (1-11).
- 2) “Excited-State Symmetry Breaking in a Multiple Multipolar Chromophore Probed by Single-Molecule Fluorescence Imaging and Spectroscopy.” M. Mitsui, Y. Takakura, K. Hirata, Y. Niihori, Y. Fujiwara, K. Kobayashi. *J. Phys. Chem. B* **2021**, *125*, 9950-9959.
- 3) “Molecular arrangement in diphenylanthracene derivative films deposited under vacuum on in-plane oriented polythiophene films.” T. Mizokuro, A. Kanekusa, T. Miyadera, T. Koganezawa, H. Ohsawa, K. Kobayashi, K. Kamada, H. Nishikawa, R. Azumi. *Jpn. J. Appl. Phys.* **2021**, *60*, 085504-1-7.
- 4) “Starburst-Shaped D- π -A Chromophores Possessing a Hexaethynylbenzene Core for Dye-Sensitized Solar Cells.” M. Mitsui, Y. Nakagome, Y. Niihori, S. Inoue, Y. Fujiwara, K. Kobayashi. *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2021**, *13*, 35739-35749.

【 特許等 】

- 1) “光アップコンバージョン材料” 鎌田賢司・小林健二、特許第6960624号、登録日：2021年10月14日

【 国内学会発表件数 】

・基礎有機化学討論会、分子科学討論会など12件

【 招待講演件数 】

- 1) 京都大学化学研究所講演会 (2021. 12. 20)

【 受賞・表彰 】

- 1) 田中裕菜 (B4)、日本化学会東海支部支部長賞 (2022, 3. 23)
- 2) 山田愛莉 (B4)、日本化学会東海支部支部長賞 (2022, 3. 23)

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 (3名)、M1 (4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) カプセル分子を利用した有害陰イオンの高選択的認識と捕捉
- (2) カプセル分子を利用した有害陰イオンの高感度検出
- (3) カプセル分子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、多次元構造をもつ高分子型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。これらの M_2L_4 型のカプセル分子はその疎水表面を利用して、対イオン交換反応により、水溶液中から過塩素酸イオンを選択的に捕捉分離できることを見出してきた。架橋配位子の Ar の置換基にメトキシ基とメチル基を有する架橋配位子 $mbbitrmot$ を用いた場合、これまで生成していた $[SO_4 \subset Cu_2L_4]SO_4$ 型のカプセル分子は生成せず、対イオンに $[Cu(SO_4)_2(HOMe)_2(HOEt)_2]^{2-}$ をもつカプセル分子 $[SO_4 \subset Cu_2(mbbitrmot)_4][Cu(SO_4)_2(HOMe)_2(HOEt)_2]$ が生成することが明らかとなった。つまり、 $mbbitrmot$ から形成される陽イオン性カプセル分子間の空間は陰イオン性の金属錯体を形成する場として機能することが示唆された。そこで、種々の金属イオンの共存下で $[SO_4 \subset Cu_2(mbbitrmot)_4]^{2-}$ の合成を検討したところ、対イオンに銅の単核錯体、 $[Cu(SO_4)_2(HOMe)_4]^{2-}$ 、オキソ架橋の鉄二核錯体 $[\mu-O-(Fe^{III}Cl_3)_2]^{2-}$ 、鉄(III)六核錯体 $[Fe_6(MeOH)_6(\mu_2-SO_4)_4(\mu_3-SO_4)_2(\mu_2-MeO)_2(\mu_3-MeO)_2(\mu_3-O)_2]^{2-}$ 、鉄(III)十核環状錯体 $[Fe_{10}(\mu_2-OMe)_{14}(\mu_2-OHMe)_6(\mu_2-SO_4)_{10}]^{4-}$ をもつカプセル分子が単離された。鉄(III)六核錯体と鉄(III)十核環状錯体は構造的にも珍しい。特に、高分子構造を取る多核金属錯体に比べて、大環状構造の形成は合成例が少なく、これは一定サイズの環構造を自発的に生成させることが困難であることに由来する。単結晶構造解析の結果から、カプセル分子2つの間に大環状錯体が挟まるように生成していることが確認されており、 $mbbitrb$ から得られたカプセル分子 $[SO_4 \subset Cu_2(mbbitrmot)_4]^{2-}$ が、この大環状錯体が生成する際の有用な鑄型として機能したことを示唆している。
- (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し、m-bbitrmt を架橋配位子に用い、かつ反応溶媒に DMF を用いた場合、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ことを見出した。5ppb レベルの過塩素酸イオンでも呈色が確認でき、静岡市の水道水を用いた実験でも、5ppb レベルの過塩素酸イオンを検出できる活性をもつことがわかった。

【今後の展開】

これまでに見出した金属錯体の機能発現について、そのメカニズムの詳細な解明と機能制御に焦点を絞った研究を展開していく。それぞれの化合物の構造は単結晶構造解析により決定し、発現した活性との相関関係を解明して行く。また、高分子骨格を有する配位高分子を合成し、その高次構造を利用した有害イオン除去剤の開発を進める。とくに、多孔性構造をもつ配位高分子を合成し、その空間内部にゲスト分子と相互作用できる官能基を導入した化合物の合理的設計と合成を進めて行く。

【学術論文・著書等】

- 1) Y. Miura, H. Ouchi, M. Inai, T. Osawa, F. Yoshimura, J. Kanazawa, M. Uchiyama, M. Kondo, T. Kann*, “Synthetic Studies on Pactamycin: A Synthesis of Johnson’s Intermediate” *Org. Lett.* **2020**, *22*, 3515-3518. doi.org/10.1021/acs.orglett.0c00959.
- 2) H. Murakami, T. Asakawa, Y. Muramatsu, R. Ishikawa, A. Hiza, Y. Tsukaguchi, Y. Tokumaru, M. Egi, M. Inai, H. Ouchi, F. Yoshimura, T. Taniguchi, Y. Ishikawa, M. Kondo, T. Kann*, “Total Synthesis of Sophoraflavanone H and Confirmation of Its Absolute Configuration” *Org. Lett.* **2020**, *22*, 3820-3824. doi.org/10.1021/acs.orglett.0c01063.
- 3) R. Ojima, A. Handa, A. Hayahashi, K. Yamanishi, S. Fukunaga, T. Kan, M. Kondo*, “Two New Cu(II) Coordination Polymers with 2D and 1D Frameworks that Show Reversible Structural Transformations Depending on the Present Solvents” *Chem. Lett.*, **2021**, *50*, 1655-1658.

【国内学会発表件数】 1件

渡邊 佳乃子, 鈴木 佑奈, 尾島 綾弥, 近藤 満

錯体化学会第 71 回討論会(オンライン) (2021.9.16)

PA2-53 「対イオンに色素をもつカプセル型錯体を用いた過塩素酸イオンの検出」

主催 錯体化学会 オンライン

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) 述語論理における量化子(quantifiers)のふるまいの研究
- (3) 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) 述語論理における量化子(quantifiers)のふるまいの研究：

述語論理における量化子のふるまいは、述語論理を(命題論理ではなく)述語論理たらしめるものである。量化子のふるまいは、各々の述語論理のありようを定めるものであり、それらの特徴的な性質は、ときに金看板(hallmark)とみなされる場合もある。これらの特徴的なふるまいを、述語論理のなすクラスの観点から研究する。

(3) 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 】

非古典述語論理の研究について、上記のような成果をさらに進化して行く。特に個別に進めたい方向は、上記の成果の深化である。また、数理論理学とゲーム理論は、まったく異なる分野と考えられているが、歴史的に深い関係がある。ゲーム理論の「嚆矢」とされる von Neumann は、数理論理学でもパイオニアの一人であり、Zermelo (集合論) も先駆的な研究をしている。その後は長らく、数学から見たゲーム理論と言えば「解析学の応用分野」という見方がなされてきた。実は、近年この状況は変わりつつある。

数理論理学の重要な対象は数学的推論である。ゲーム理論の意思決定過程も、数学的推論である。このことが意識され始め、最近、学際領域として研究が深まってきた。この学際領域の研究に興味を持っており、ゲーム理論の専門家と共同研究を行っている。

【 学術論文・著書等 】

1) Suzuki, N.-Y., A Negative Solution to Ono's Problem P52: Existence and Disjunction Properties in Intermediate Predicate Logics, in Hiroakira Ono on Substructural Logics (Outstanding Contributions to Logic 23), pp. 319-337. (2022), (First Online: 14 December 2021) Springer.

【 国内学会発表件数 】 2 件

- ・鈴木信行 (2021) 「超直観主義述語論理における Prenex normal form theorem に関する覚書」、京都大学数理解析研究所研究集会「証明と計算の理論と応用」(2021 年 12 月 21 日 於: 京都大学数理解析研究所)
- ・鈴木信行 (2021) 「Prenex normal form theorem を超直観主義述語論理で考える」、第 56 回 MLG 数理論理学研究集会 (2022 年 3 月 14 日 於: オンライン開催)

無機材料の構造・物性・反応性の理論的解明

教授 関根 理香 (SEKINE Rika)
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： 計算化学、理論化学、量子化学
e-mail address: sekine.rika@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/sekinerika/>



【 研究室組織 】

教 員：関根 理香

学 部 生：B4 (3名)

【 研究目標 】

私の研究室では、計算化学(量子化学計算、分子動力学計算)、理論化学(グラフ理論)を用いて、無機化合物・無機材料の構造・物性・反応性を解明することを目的としている。最近では金属クラスタの構造をグラフ理論的なアプローチで解析している。

【 主な研究成果 】

(1) 1価金属クラスタのグラフ理論的解析

金属クラスタは最大12配位までの構造をとりうるので、多様な異性体が存在する。それらを分類し、熱力学的な安定性を議論する上で、原子を点、結合を線で表すグラフ理論が有用である。当研究室ではグラフ理論を用いて10量体までの全ての異性体を数え上げ、安定性を求め、安定性を支配する要因を解析してきた。熱力学的安定性の指標として、Hückel Energy(HE)を用いてきたが、Na₇量体までに関しては、HEで得られた最安定構造と量子化学計算で得られたものとは一致しているので、適切な指標であると考えた。クラスタの辺の数に対してHEをプロットすると、最大と最小の辺の平均値のあたりに山を持つことがわかったが、辺の数だけではクラスタの構造の特徴を表すのに不十分であることもわかってきた。そこで、辺の数に加え、クラスタのグラフとしての直径、同じく半径、各原子の配位数、配位数の平均、配位数の分散、環の数を特徴量の候補としてとりあげ、機械学習的手法を用いて特徴量の抽出を行っている。解析にはMathematicaを用いている。

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)、M1 (1名)

【 研究目標 】

研究目的は、解の初期値に関する連続的依存性に着目して、バナッハ空間における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) 非線形関数微分方程式に対する適切性

スティルチェス積分により記述される積分方程式の最大解を利用した応用上汎用性の高い条件下で、非自励な非線形関数微分方程式の可解性を確立した。

(2) カラテオドリー条件を満たす準線形作用素に支配される発展方程式

カラテオドリー条件を満たす準線形作用素に支配される発展方程式の初期値問題に関する適切性定理および近似定理を確立し、キルヒホッフ方程式の大域的可解性に応用した。

【 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) N. Tanaka, Well-posedness for fully nonlinear functional differential equations, Math. Nachr. 294 (2021), no. 8, 1595–1628.
- 2) T. Matsumoto, H. Oka and N. Tanaka, Evolution equations governed by quasilinear operators satisfying Carathéodory's conditions. Dissertationes Math. 571 (2022), 70 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 (1名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

我々は、素粒子論において、理論の非摂動的な解析と理論の持つ非摂動効果に興味を持っている。当面の研究目標は以下のとおりである。

- (1) 重力を含む統一理論の最有力候補である超弦理論を非摂動的に定式化する。
- (2) (1) の定式化を非摂動的に解析し、素粒子論と宇宙論に対して新たな予言を行う。
- (3) 場の量子論を非摂動的に解析することにより、標準模型を超える物理を探求する。
- (4) (2) と (3) を実践するための数値計算法を開発する。

【 主な研究成果 】

(1) 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、空間の回転対称性が自発的に敗れている新しい相を発見した。

(2) 厳密くりこみ群方程式の高階汎関数微分を含む方程式への拡張

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厳密くりこみ群方程式で高階汎関数微分を含むものを考え、局所ポテンシャル近似を適用することにより、既知の Wilson-Fisher 固定点が再現されることを示した。これは厳密くりこみ群方程式が高階微分を含むものへと拡張可能であることを示唆する結果であり、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) バブリング幾何に対する行列模型における標的空間エンタングルメントエントロピー

量子重力理論においては時空の創発が本質的役割を果たし、量子エンタングルメントがこれに深く関係していることが認識されており、最近標的空間エンタングルメントエントロピーの概念が注目を集めている。ここでは、N=4 超対称ヤン・ミルズ理論のカイラルプライマリーセ

クターを記述する複素行列模型における標的空間エンタングルメントエントロピーを研究した。この行列模型の標的空間は複素行列の固有値が分布する2次元平面であり、固有値分布はフェルミオンが作る液滴とみなせる。バブリング幾何では、バルクの10次元時空の一部である2次元平面上の液滴によってIIB型超重力理論のhalf-BPS解の境界条件を定められるが、上記の固有値分布を表す液滴がこの液滴に同一視される。ここでは、液滴が存在する2次元平面上の領域のエンタングルメントエントロピーを行列模型において求め、さらにこの領域の境界の長さをバブリング幾何において求めて、両者は定性的に一致することを示した。これは、ゲージ重力対応において、標的空間エンタングルメントエントロピーが、バルクにおけるエンタングルメントエントロピーを表し、バルクの幾何で記述されることを示唆する結果である。この結果は、ダイナミカルな時空における量子エンタングルメントの概念を明確にし、量子重力理論の発展に寄与するものと期待される。

【 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、超弦理論を非摂動論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、バルク幾何の再構成を行い、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) “A geometrical representation of the quantum information metric in the gauge/gravity correspondence,” Physics Letters B824(2022), 136830, 査読有

【 国際会議発表件数 】

- 1) Asato Tsuchiya “Target space entanglement in the matrix model for bubbling geometry,” Corfu 2021 Workshop on Quantum Geometry, Field Theory and Gravity, コルフ島（ギリシア）, オンラインとハイブリッド開催, 2021年9月
- ・他6件

【 国内学会発表件数 】

- ・9件

【 招待講演件数 】

- 1) 国際会議発表件数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
大学院総合化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 : M1 (1名)

【 研究目標 】

ナノあるいはマイクロ構造光学系での、光の放射現象、光の伝播現象を研究している。特に、数~数十 μm の大きさの誘電体微小球、リング共振器、ランダム光学構造を対象として以下のような研究を進めている。

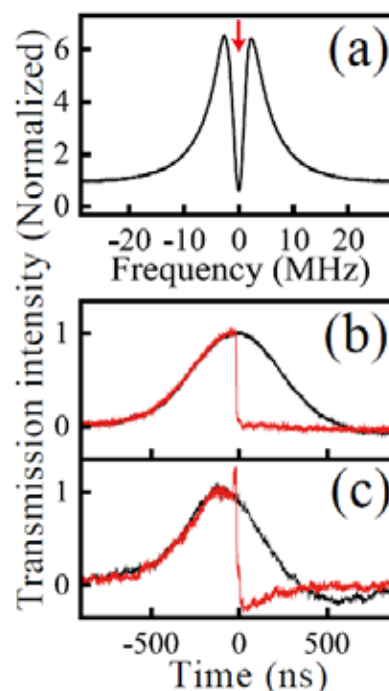
- (1) 超光速の光伝播と因果律を満たす情報速度
- (2) 結合した微小球共振器にあらわれるエキゾチックな分散構造 ; 「速い光」、「遅い光」
- (3) 金属薄膜における表面プラズモン伝搬、Goos-Hänchen シフト

【 主な研究成果 】

(1) パルスピークを除去されたパルスからの減衰のないガウスピークの再生

「負の速度」をもつ媒質では、“光パルスのピークが媒質に入射するよりも早く、媒質から出射してくる”という一見、因果律、あるいは相対論に反するように見える奇妙な現象を引き起こす。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。令和2年度の研究において、多段結合リング共振器において、出射パルスピークが形成されていく過程を連続的に捉えることに成功した。令和3年度の研究においては、申請者が開発した“逆”CRIT構造に現れる制御性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を入射させ、“減衰しない”出射パルスピークを観測するという実験を試みた。通常のCRITが強い吸収領域に干渉によって透明領域を作り出すのに対して、“逆”CRIT構造では“増幅”領域に干渉によって透明領域を作り出す。逆CRIT構造のなかでは、パルスは増幅も、減衰もなく、負の群速度遅延を持って伝播するため、パルスのピークに関わる現象をより明確に示すことができる。また、逆結合共振器誘導透明化構造からAuster-Towns型への遷移についても観測した。

(Figure Caption) 図 (a) は、逆-CRIT 窓 (赤矢印) の実験結果である。図 (b) は、実験にもちいた入射パルス波形である。黒実線は滑らかなガウスパルス、赤実線はガウスピークが現れる前に遮断したパルス (遮断時刻 -20 ns) である。図 (c) は、i-CRIT 窓を透過した出射パルス波形の実験結果である。ガウスパルス (黒実線) のピーク時刻は -110 ns 進み、ピーク強度が1である。つまり、減衰のない速い光である。遮断パルス (赤実線) では、入射パルスがピークを持たないにもかかわらず、



ガウスパルスと同時刻 (-110 ns) に、同強度の出射ピークが現れた。(日本物理学会 2021)

(2) ナノ結晶シリコン表面での量子プロトンエンタングルメント

非弾性中性子散乱分光法によるナノ結晶シリコンの表面振動ダイナミクスを使用して、シリコン表面に結合した 2 つの陽子の量子エンタングルメント状態を調べた。陽子は、量子力学的には同一ものと考えられるため、調和振動子のパリティがスピンの自由度を制限し、表面振動のすべてのエネルギー準位に対して強く絡み合った状態を形成することが期待できる。これまでに水素分子で観察されている陽子のエンタングルメントと比較して、ナノ結晶シリコン上の陽子のエンタングルメントは、スピン-重項基底状態とスピン三重項励起状態の間の 113meV の巨大なエネルギー差によって特徴付けられる。陽子エンタングルメントを利用したテラヘルツエンタングル光子ペアのカスケード遷移の可能性を提案した。(Physical Review A 2021)

(3) 波長可変ナノ秒パルスレーザーを用いた細菌の一過性光熱不活化のメカニズム

さまざまな病原性ウイルスや細菌を不活化するための新しい殺菌技術が求められている。ウイルスによる感染では、汚染された空気、あるいは汚染された物体表面が伝染の主要な媒体であるため、紫外線 (UVC) 消毒技術が有望であると考えられている。あいかし、UVC はヒトの細胞やタンパク質成分に強く吸収され、血漿成分の損傷や皮膚炎や皮膚がんの原因となる。これらの懸念を回避するために、本研究では、細菌の効率的な不活化が可視パルス光照射によっても達成できることを示した。不活性化の原理は、一時的な光熱加熱に基づいている。パルスレーザー照射によって 1000K を超える非常に高い温度が達成できることを実験的に確認した。また、入力照射は本質的にバクテリアによって散乱されるため、散乱と吸収が不活化の定量的な特質に重要な役割を果たす。波長可変パルスレーザーにより得られた大腸菌と部位選択的照、蛍光顕微鏡画像を測定することにより、光熱加熱によって達成される不活化が、大腸菌、細菌などの微生物を瞬時に選択的に殺すことが可能であることを示した。この方法は、安全かつ簡単な方法で、さまざまな病原性ウイルスおよび細菌の部位選択的不活化に有望である。(Scientific Report 2021)

【学術論文・著書等】

- 1) "Propagation of a peak-truncated Gaussian pulse in an inverted coupled-resonator-induced transparency system" Daiki Sugio, Kota Yoshimura, Keigo Nakamura, Takahiro Manabe and Makoto Tomita (Submitted 2022)
- 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, Physical Review A, 103, 245401 (2021).
- 4) "Mechanism of transient photothermal inactivation of bacteria using a wavelength-tunable nanosecond pulsed laser" Ichiro Tatsuno, Yuna Niimi, Makoto Tomita, Hiroshi Terashima, Tadao Hasegawa & Takahiro Matsumoto
Scientific Reports 11, Article number: 22310 (2021).

【国内学会発表】

- 1) "逆誘導透明化(速い光)におけるピークを除去されたガウスパルスからの減衰のないパルスピークの再生"
静岡大理 杉尾大輝, 吉村恒太, 富田誠
日本物理学会 2021年9月 20aA1

【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を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) 水分子の静電分極に伴う電子密度変化の統計的解析

水の静電分極の様相を表現するモデルとしては、大別して数種類が提案されてきているが、これらは静電環境に対する電子の応答として想定されている内容に大きな相違があり、そうした異なる因子の相対的重要性を明らかにする必要がある。本研究では、静電分極に伴う電子密度変化を対象に、特異値分解による解析を行うことにより、主要な電子密度変化を抽出し、その線形結合により、静電分極に伴うおよそ全ての電子密度変化を近似的に表現できることを明らかにした。さらに、誘起双極子を良く再現する相互作用パラメーターを導出した。

[*RSC Adv.* **12**, 2564–2573 (2022)]

(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ブとして、しばしば用いられる。しかし、変化を引き起こすメカニズムの詳細は明らかになっておらず、実測値から静電環境を導く過程には推測に基づく部分が含まれている。本研究では、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ほか、補完すべき相互作用関数の具体像を明らかにした。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ブとなること、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. Raman Spectrosc.*, in press (2022); *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) 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)]

(4) フッ化水素の的確な相互作用ポテンシャル

フッ素は、他のハロゲンと異なり（特殊なケースを除き）ハロゲン結合形成に関わらないとされているが、それがどの程度の差異によるものなのかについては、十分に明らかになっていない。本研究では、(3) に記したハロゲン結合系対象の解析と同様の解析を、フッ化水素を対象におこない、大きな電気陰性度に隠れたハロゲン結合形成能が存在すること、それが水素結合構造に明確に現れていることを、明らかにした。

[*J. Phys. Chem. B* **125**, 11742–11750 (2021)]

(5) 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 I_h 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)]

【 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) K. Saito and H. Torii, “Hidden halogen-bonding ability of fluorine manifesting in the hydrogen-bond configurations of hydrogen fluoride”, *J. Phys. Chem. B* **125**, 11742–11750 (2021).
- 2) H. Torii, “Singular value decomposition analysis of the electron density changes occurring upon electrostatic polarization of water”, *RSC Adv.* **12**, 2564–2573 (2022).

【 国際会議発表件数 】

- 1) H. Torii and R. Ukawa, “Role of intermolecular charge fluxes in the hydrogen-bond-induced frequency shifts of the OH stretch of water”, 20th International Conference on Time Resolved Vibrational Spectroscopy (TRVS 2021), Ann Arbor (University of Michigan) [zoom], June 15, 2021.
- 2) H. Torii, “What electron densities and their changes tell us about intermolecular interactions”, Quantum Science Symposium, in the 17th International Conference of Computational Methods in Sciences and Engineering (ICCMSE 2021), Heraklion (Galaxy Hotel) [video], September, 2021 (plenary lecture).

[2 件]

【 国内学会発表件数 】

・ 第 23 回理論化学討論会，第 15 回分子科学討論会，日本化学会化学フェスタ 2021，第 42 回溶液化学シンポジウム（2 件）[計 5 件]

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 (D2)、松野 仁樹 (D2)
修士課程: 山本 純寛 (M2)
学 部 生: 大巻 次郎 (B4)、齋藤 由宇 (B4)

【 研究目標 】

非可換代数幾何学という研究分野は1990年代に始まった大変新しい数学の分野で、現在欧米を中心に活発に研究されています。代数幾何学における重要な研究課題の一つは低次元代数多様体を分類することです。同様に非可換代数幾何学においても低次元非可換代数多様体を分類することが研究分野創設当初からの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、またそ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、特にそ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3年度の主な研究成果は次の通りです。

- (1) Twisted algebra は次数付き代数の次数付き森田同値を除く分類をする際に重要な役割を果たしますが、指導学生である松野君は、幾何的代数の Twisted algebra の研究を行い、3次元2次 AS-regular 代数の Twisted algebra を全て求めることに成功しました。
- (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次曲線を非可換射影スキームとしての同型を除いて、またその斉次座標環を次数付き代数としての同型を除いて完全に分類することができました。
- (3) 昨年度に引き続き今年度もアメリカ西ワシントン大学の Adam Nyman 氏と共同研究を行い、

AS-regular Z 代数を斉次座標環とする非可換射影空間の圏論的特徴づけに成功することができました。

【 今後の展開 】

令和 4 年度は次のような研究課題に取り組む予定です。

- (1) 指導学生である松野君の研究の継続、一般化として、homogeneous algebra の twisting system を研究し、3次元 AS-regular 代数の twisting system の分類の完成を目標として研究します。
- (2) 指導学生である Hu 君や弘前大学の上山氏の協力を得て、上記非可換射影 2 次曲線の研究の手法を応用するなどして、Sklyanin または Clifford 代数から構成される非可換射影 2 次曲面の研究・分類を試みます。
- (3) 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ことを目標とします。
- (4) 東京大学の植田一石氏と大阪大学の大川新之介氏と共同研究を行い、射影直線上の非可換線織曲面として定義される非可換 Hirzebruch 曲面に関する研究を行ってきましたが、その研究成果を論文にまとめ学術誌に投稿することを目標とします。

【 学術論文・著書 】

- 1) Izuru Mori and Kenta Ueyama, Noncommutative matrix factorizations with an application to skew exterior algebras, *J. Algebra*, 586 1053-1087 (2021)
- 2) Izuru Mori and Kenta Ueyama, A categorical characterization of quantum projective spaces, *J. Noncommut. Geom.* 15, 489-529 (2021)

【 国内学会発表件数 】 4 件

【 招待講演件数 】 1 件

「非可換射影曲面の分類 (AS 正則代数を中心に)」 日本数学会 2022 年度年会、埼玉大学 (オンライン講演) (2022.3) (2022 年度 (第 25 回) 日本数学会代数学賞受賞特別講演)

【 受賞・表彰 】 1 件

2022 年度 (第 25 回) 日本数学会代数学賞

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)
 大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)
 専門分野: 有機化学、精密有機合成、天然物合成化学
 e-mail address: yoda.hidemi@shizuoka.ac.jp
 homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/lab-o-chem/>



【 研究室組織 】

教 員: 依田 秀実、仙石 哲也 (工学部准教授)
 修士課程: M2 (4名)、M1 (3名)
 学 部 生: B4 (6名)

【 研究目標 】

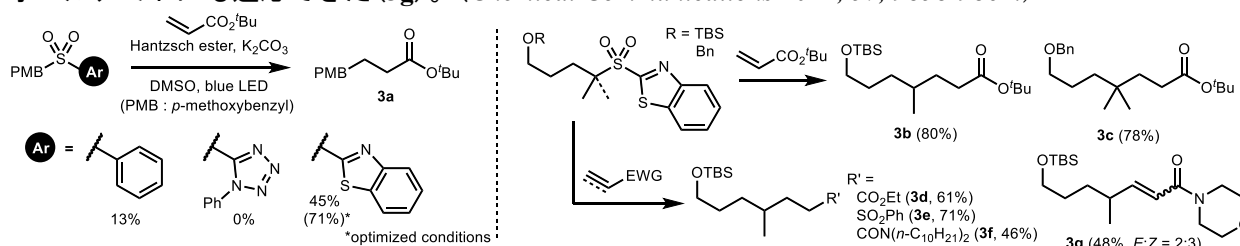
- (1) 未知で精密な生体系の営みをモデル化して解明 (Research) するとともに、
 - (2) 生命活動に欠かせないバイオフィンケミカルズ (抗生物質、抗 HIV 作用物質、ビタミン類など) やバイオメディカル (フェロモン類など) の設計 (Design)、
 - (3) さらにそれらの全合成と機能化を目指した応用 (Produce)、を目標にしている (RDP)。
- すなわち、未知な【生命・生体】反応の探求と解明を目指しつつ、優れたバイオマテリアルズ
 の設計・構築を行い、それらを利用した新しい機能性物質の開発を行っている。

<具体的な研究課題>

- (1) 優れたファインケミカルズ (医薬品、薬理、生理活性物質、香料等) の全合成
- (2) 精密有機合成 (立体選択的不斉合成法の開発と応用)
- (3) 新しい化学酵素反応の開発と応用
- (4) 新しい機能性有機材料の開発と応用
- (5) 有機分子触媒による不斉有機反応の開発と生理活性物質合成への応用

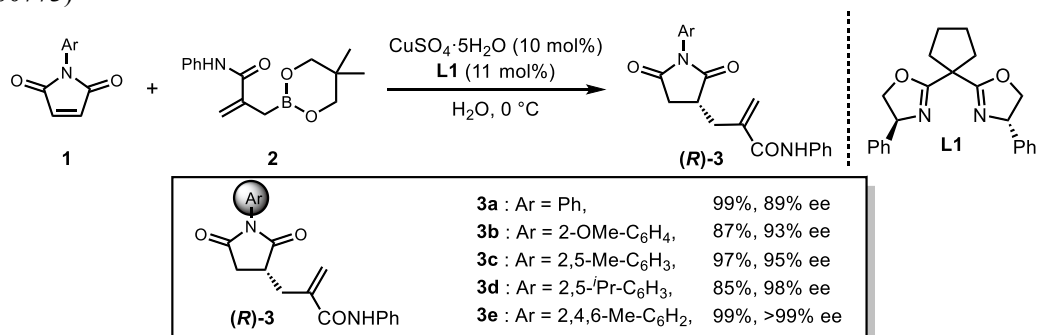
【 主な研究成果 】

(1) 本研究では、スルホニル基の脱離を伴う新規炭素-炭素結合形成反応の開発を目的に、可視光照射下での Giese 型反応を検討した。種々のアリールスルホン誘導体とアクリル酸 *tert*-ブチルの混合溶液に対し、ジヒドロピリジン誘導体と炭酸カリウムを添加し、青色 LED を照射したところ、ベンゾチアゾールスルホン誘導体において良好に反応が進行し、スルホニル基の脱離を伴った付加体 **3a** を収率 45% で与えることが明らかとなった。また、条件の最適化により、本反応の収率は 71% まで向上した。この重金属フリーの反応条件下では、アルキル誘導体からのスルホニル基の脱離も可能であり (**3b**, **3c**)、第 3 級アルキルスルホンからは全炭素置換 4 級炭素中心を有する **3c** を高収率で得ることに成功した。一方、アルケンについては、エチルエステル、スルホニル、アミド基をそれぞれ有する場合についても、良好に反応が進行した (**3d-f**)。さらに、三重結合を有するプロピオールアミドにも適応できた (**3g**)。 (*Chemical Communications* 2021, 57, 9858-9861.)



(2) 水に対して高い安定性を有する β-アミドアリルポロン酸エステル(2)を用いて水中での電子不足アルケンに対する不斉マイケル付加反応を検討した。まず、フマル酸およびマレイン酸誘導体に対して水中での不斉マイケル付加反応を試みたが、良好な結果は得られなかった。そこで、基質を

マレイミド誘導体 (1) に変更し、種々の金属触媒と不斉配位子共存下にて水中での触媒的不斉マイケル付加反応を検討したところ、硫酸銅および L1 を用いた場合に 99%, 89% ee にて 3a が得られることが明らかとなった。さらに芳香環上に種々の置換基を導入した基質に対しても進行し、特に、オルト位に電子供与性基を有する基質に対しては、収率および立体選択性ともに極めて優れた結果を与えた (3b-3e)。(*Asian Journal of Organic Chemistry* **2022**, *11*, in press. (doi.org/10.1002/ajoc.202100773))



(3) α -メチレン- γ -ブチロラクトン (以下、メチレンラクトン) は、生理活性天然物に頻繁にみられる構造であるが、 α , β -不飽和カルボニル構造であることから、重合性モノマーとしての利用検討もなされている²⁾。一方、これをラクタム構造とした α -メチレン- γ -ブチロラクタム (以下、メチレンラクタム) についても天然から得られているものの、極めて稀である。本稿ではまず、 β -アミドアリルスズについて、我々が開発してきたケトン類への触媒的不斉アリル化反応を含む、メチレンラクトンおよびメチレンラクタムの選択的合成について紹介した。さらに、アリルスズをアリルボロン酸エステルとした代替合成法や、水中での触媒的不斉アリル化反応へと展開したので、併せて紹介した。(有機合成化学協会誌, **2021**, *79*, 829-838.)

【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) Heavy-metal-free Desulfonylative Giese-type Reaction of Benzothiazole Sulfones under Visible-light Conditions
Tetsuya Sengoku, Daichi Ogawa, Haruka Iwama, Toshiyasu Inuzuka and Hidemi Yoda, *Chemical Communications* **2021**, *57*, 9858-9861.
- 2) Copper sulfate - catalyzed asymmetric 1,4-addition of amido - functionalized allylboronates to maleimides in water
Tetsuya Sengoku, Takuto Kajihara, Mari Inaba and Hidemi Yoda, *Asian Journal of Organic Chemistry* **2022**, *11*, in press. (doi.org/10.1002/ajoc.202100773)
- 3) アミド修飾したアリル化剤を利用する α -メチレン- γ -ブチロラクトンおよび α -メチレン- γ -ブチロラクタムの選択的合成
仙石哲也, 依田秀実, 有機合成化学協会誌, **2021**, *79*, 829-838.

【国内学会発表件数】

- 1) 日本化学会第 102 春季年会 3 件
- 2) 第 52 回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会 4 件

【特記事項等】

- 1) 専任技術アドバイザー (企業)
- 2) 社外顧問 (企業)

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 : D1 (1名)

修士課程 : M1 (1名)

学 部 生 : B4 (3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および金属系高温超伝導体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) 金属系高温超伝導体の高純度単結晶育成
- (3) 低温・強磁場・高圧等の極端条件を用いた新規物性探索
- (4) 金属系高温超伝導体の物性測定による物理パラメータの決定
- (5) 強相関係電子系化合物および金属系高温超伝導体の電子状態解明

【 主な研究成果 】

- (1) 本研究室では、 ThCr_2Si_2 型正方晶を持つ重い電子系化合物 CeNi_2Ge_2 の強磁場中物性測定と電子状態研究を行っている。この物質については、2020年度に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、2021年度には、米国立強磁場研究所で60テスラまでのドハース・ファンアルフェン効果測定に挑戦した。

重い電子系物質では、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。今回も、60テスラまでの磁場では信号が見出されなかったものの、より高い磁場 (上限 100 テスラ、温度下限 0.5 K) あるいは、ハイブリッド磁石 (磁場上限 45 テスラ、温度下限 50 mK) への展開を図る必要があることがわかった。

- (2) 本研究室では、重い電子系化合物の物性および電子状態研究に加えて、金属系高温超伝導体の超伝導物理パラメータの決定と、電子状態の研究を行っている。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。この技術をA-15型（立方晶）の金属系の高温超伝導体研究に発展させ、純度の高いV₃Ge多結晶の合成に成功した。

【 今後の展開 】

- (1) ThCr₂Si₂型正方晶を持つ重い電子系化合物 CeNi₂Ge₂については、より高い磁場（上限 100 テスラ、温度下限 0.5 K）あるいは、ハイブリッド磁石（磁場上限 45 テスラ、温度下限 50 mK）への展開を図る一方で、東京大学物性研究所における、強磁場比熱測定を2022年度に計画している。
- (2) V₃Ge の超伝導パラメータを決定するために物性測定を進めており、2022年度前半での論文投稿を目指している。
- (3) 雰囲気制御可能な高温電気炉（MoSi₂ 炉：上限 1,600°C）の本格運用を開始し、赤外線イメージング炉での結晶育成技法の獲得を開始するなど、新たな結晶育成手法の開発を行っていくとともに、使い慣れたテトラアーク炉や電気炉を駆使して、さらなる結晶化と純良化に加え、新たな物質の探索・開発を行っていくとともに、基礎物性測定および極端条件物性測定では、東京大学物性研究所・大阪大学・産業技術総合研究所・米国立強磁場研究所と連携を取りながら、超伝導物理パラメータの決定および電子状態研究を推進していく。

【 国内学会発表件数 】

- ・ 3 件（日本物理学会）

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
修士課程: 1名

【 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的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) Creature forcing and combinatorics of the reals

Creature forcing is a very fruitful technique that can be applied in diverse contexts, and it is useful to produce models of combinatorics of the real line with large continuum. Although it is a very technical and sophisticated method, during the recent years there has been a lot of effort to simplify the technicalities while preserving its efficiency.

In Arch. Math. 2021 (DOI: 10.1007/s00153-021-00808-0) we produce a simplification of creature forcing limsup constructions to solve open questions about the combinatorics of localization, anti-localization, and fragments of strong measure zero. In addition, we produced in Arch. Math. 2021 (DOI:10.1007/s00153-021-00808-0) a model where the covering of strong measure zero can be larger than most known classical cardinal characteristics of the continuum.

(2) Power residues modulo primes

In number theory, although the methods to solve quadratic residues are well-known and popular, it is less known how to solve higher power residues, and the known methods are somewhat sophisticated. In the work Rev. Integr. Temas Mat. 40 (2022) we find a connection between the n -th power residues of 2 modulo prime, and equations using the norm of the field extension of the rationals after adding the n -th root of 2. In addition, for any odd prime q , we characterize the subgroup of relative primes modulo $4q$ that describe the odd primes where q has quadratic residues.

Due to this work, the student Y. Kiriu received the JST price (科学技術振興機構賞) at the JSEC 2021 (Japan Science and Engineering Challenge), which classified him as a finalist at the Regeneron ISEF 2022 (International Science and Engineering Fair), which will take place in Atlanta, Georgia (hybrid competition).

【 今後の展開 】

(1) Developments of creature forcing

We continue to develop simplifications of the method of creature forcing, while preserving its efficiency. We aim to simplify liminf creature forcing constructions, and apply them to solve open problems on combinatorics of the real line.

(2) Combinatorics of measure zero and strong measure zero sets

We aim to solve open questions about strong measure zero sets with large continuum, in particular, to construct a model where the cardinal characteristics associated with strong measure zero are pairwise different. We also expand the notion of measure zero with respect to ideals on the natural numbers and research its connections with other classical combinatorial notions of the real line.

【 学術論文・著書 】

- 1) D.A. Mejía (編者)「集合論 : 連続体上の組合せ論と位相空間論」京都大学数理解析研究所講究録 2198, (2021/9)
- 2) M. Cardona, D.A. Mejía and I. Rivera-Madrid (2021) The covering number of the strong measure zero ideal can be above almost everything else. Archive for Mathematical Logic (online first) <https://doi.org/10.1007/s00153-021-00808-0>
- 3) L. Klausner and D.A. Mejía (2021) Many Different Uniformity Numbers of Yorioka Ideals. Archive for Mathematical Logic (online first) <https://doi.org/10.1007/s00153-021-00809-z>
- 4) Y. Kiriu and D.A. Mejía (2022) Some notes about power residues modulo prime. Revista Integración - Temas de Matemáticas 40 (1): 1-23.

【 国際会議発表件数 】

- 1) “Continuum-many many things”. XVI International Luminy Workshop in Set Theory, CIRM, フランス (2021/9/14) オンライン
- 2) “Recent forcing techniques: restrictions to submodels I and II” (短期コース) 京都大学 RIMS 研究集会 2021 年、実数の集合論における近年の進展 (2021/10/14・15) オンライン 他3件

【 招待講演件数 】

- 1) 「実数の小さい集合」サイエンスカフェ in 静岡、第 32 シーズン、第 148 話 (2021/4/22) オンデマンド動画
- 2) “The infinite and the real numbers”. II Workshop of Basic Sciences: a closeup to Engineering applications, Universidad de America, コロンビア (2021/10/29) オンライン 他7件

【 新聞報道等 】

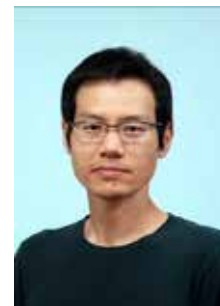
- 1) 「Diego Alejandro Mejia Guzman, 数理論理学の PhD」 Teleantioquia Noticias, コロンビア (テレビのニュース) (世界中に活躍しているアンティオキア県 (コロンビア) の人についてのセクション) (2021/8/11)
- 2) 「A Deep Math Dive into Why Some Infinities Are Bigger Than Others」 Scientific American (雑誌) (「Cichon's Maximum Without Large Cardinals」に関する研究についての記事・Spektrum der Wissenschaft でドイツ語で掲載された「Ordnung in den Unendlichkeiten」(2021/2/17) の英訳) (2021/8/16)
- 3) 「小さな発見 大きな夢への第一歩・七つの定理発見 でも5合目」朝日新聞 (静岡大学 FSS で指導した学生の科学技術振興機構賞の受賞について) (2021/12/22)
- 4) 「研究テーマ : Some notes about power residues modulo prime」 JST グローバルサイエンスキャンパス (指導学生の静岡大学 FSS における研究についてのオンライン記事) (2022/2/2)

【 受賞・表彰 】

- 1) 科学技術振興機構賞、2021 Japan Science & Engineering Challenge (静岡大学 FSS (未来の科学者養成スクール) 2020 年度に受け入れた指導学生の受賞)

ブラックホールの量子論的側面の研究

准教授 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 (D2)

修士課程: M1 (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・量子力学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) 量子力学における数値 bootstrap 法の研究

この世界のあらゆる現象は量子力学により記述されていると考えられている。しかし、量子力学は、通常の古典力学よりも計算が困難であるため、実際に量子力学に基づいて様々な現象を予測することは難しい。このような問題を克服するために、これまで多くの数値解析の手法が開発されてきた。本研究では近年提唱された「数値 bootstrap 法」という数値解析の手法について研究し、その可能性や問題点を調べた。そして次のような成果を得た。1) 既存の数値解析では困難であった、符号問題と呼ばれる問題が存在する系に対しても、数値 bootstrap 法は機能することがわかった。2) 数値 bootstrap 法はどのような原理で機能するのか不明であったが、この点を解明した。

(2) 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。通常の系(例えば水)においては、熱力学的な性質の起源は、その物質を構成するミクロな粒子の運動によって説明される。そのためブラックホールの熱力学的な性質も何らかのミクロな描像が存在すると期待されているが、その全容は解明されていない。

しかし、超弦理論を通して、ブラックホールの熱力学的な性質は行列模型と呼ばれる、ある種の統計模型によって、理解できるという予測がされた。本研究ではこの予測に基づき、ブラックホールの一種である D0 ブラックホールと呼ばれるブラックホールの熱力学的な性質を研

究した。特に D0 ブラックホールの性質が行列模型におけるカオスと密接に関係していることを明らかにした。

(3) 量子力学におけるバタフライ効果の研究

バタフライ効果とは、蝶の羽ばたきのような小さな影響でも、のちのち大きな影響をもたらすことで、我々の日常生活でも良く経験することである。このような効果は、物理的には非線形系や不安定系で顕著である。バタフライ効果の興味深い問題として、古典力学におけるバタフライ効果が量子力学ではどのように記述されるのかという問題がある。基本的には古典力学は、量子力学の古典極限により得られるはずだが、実際は古典力学と量子力学の対応はそこまで単純でない。特にバタフライ効果が起こるような不安定系では、この対応の理解は進んでいない。本研究ではこの問題を詳細に調べ、量子力学で古典バタフライ効果を再現する条件を解明した。

【 今後の展開 】

今年度の研究で、量子力学の基礎的な問題の理解が進んだ。今後はこれらの知見をさらに深め、量子力学や量子重力の基礎的な側面の理解をすすめていきたい。

【 国際会議発表件数 】

- ・ 研究会 “Probing Complex Quantum Dynamics through Out-of-time-ordered Correlators” など 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本物理学会など 6 件

人工放射性核種の環境動態

准教授 矢永 誠人 (YANAGA Makoto)
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: 核・放射化学、生物無機化学、放射線管理学
e-mail address: yanaga.makoto@shizuoka.ac.jp



【 研究室組織 】

教 員 : 矢永 誠人

学 部 生 : B4 (2名)

【 研究目標 】

2011年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故に関連し、農地の除染、農作物の安全性の確保、放射性廃棄物の減容化を目標としている。現在の主な課題は以下の通りである。

- (1) 田畑土壌の化学除染と除染後の土壌が与える農作物の生育への影響
- (2) 田畑土壌の新規除染方法の開発

【 主な研究成果 】

(1) 田畑土壌の化学除染と除染後の土壌が与える農作物の生育への影響

福島第一原発事故により放出された放射性セシウムは、事故発生当初は、硝酸カリウムや硝酸アンモニウムなどの水溶液による抽出除去が可能であった。しかしながら、放射性物質により汚染された地域の面積が莫大であるので現実的な除染は困難であった。実際、田畑土壌等、農地の土壌については、一部の地域についてのみ表土の入れ替えが行われたほかは、天地返しやカリ肥料の多用による農作物への放射性セシウムの吸収抑制が試みられただけであった。原発事故から時を経るにつれ、カリウムイオンやアンモニウムイオンを用いた化学除染は困難になっていった。それは、パーミキュライトなどの粘土質等に放射性セシウムが固着し、遊離されないためと考えられている。そのため、今なお、福島県を中心とした地域の田畑土壌には放射性セシウムが残存しており、これが風評被害の原因となっている。

これまで行ってきた研究の結果、事故から何年も経過した汚染土壌については、カリウムイオンやアンモニウムイオンによる化学除染はできないが、安定同位体のセシウムイオンを用いると放射性の¹³⁷Csが遊離してくることがわかった。これを利用し、稲作を行いつつ、田の除染ができないか検討してきた。イネに放射性セシウムを吸収させた場合であっても、可食部への放射性セシウムの移行は少ないからである。しかしながら、植物への移行する放射性セシウム量を増加させるため、Csの添加量を増やすとイネに成長障害が認められた。そこで、令和3年度においては、土壌の影響を考慮しない水耕栽培が可能なカイワレダイコンに着目し、アルカリ金属イオン Cs⁺、Rb⁺、K⁺が植物の生育に与える影響について微量元素の挙動から検討し、基礎データを得ることとした。

カイワレダイコンの発芽後、種々の濃度の塩化カリウム、塩化ルビジウム、塩化セシウムの水溶液を添加して栽培し、収穫後の葉、茎に含まれる微量元素を機器中性子放射化分析によって定量した。その結果、添加するCs濃度が高くなるほどMn濃度が低くなる傾向が認められた。この傾向はRbについては見られなかったことから、Csイオンがカイワレ大根のMn吸収

を阻害したのではないかと考えている。Mn は光合成に必須の元素であり、この Mn の吸収が阻害されるので、高濃度の Cs 存在下では生育障害が起こるものと考えられた。

(2) 田畑土壌の新規除染方法の開発

放射性セシウムにより汚染された土壌の除染が困難であることの説明として、一般には、土壌中のパーミキュライト等の粘土鉱物に放射性セシウムが固着されるためと説明される。しかし、田畑土壌の主な成分は黒ボク土であることから、黒ボク土への放射性セシウムの吸着についても検討することとした。市販の黒ボク土およびパーミキュライトに ^{137}Cs イオンを吸着させ、模擬汚染土壌を作成した。それらを乾固させた後、KCl、RbCl または CsCl 水溶液を用いて ^{137}Cs の抽出を試みた。除染後の各土壌について、純水で 1 回または 2 回の洗浄を行った。その後、それぞれの土壌でカイワレダイコンを栽培し、収穫した葉と茎に含まれる ^{137}Cs を定量した。

抽出液として CsCl 水溶液を用いた土壌で栽培したカイワレダイコンは、安定同位体の Cs^+ によるものと思われる成長障害が認められた。また、カイワレダイコンが吸収した ^{137}Cs は黒ボク土で栽培したものの方がパーミキュライトで栽培したものに比べてはるかに多く、黒ボク土に吸着した ^{137}Cs は安定同位体の Cs イオンにより遊離されやすいことを示していた。また、Rb イオンも、黒ボク土の除染に対しては Cs イオンと同様の抽出効果が確認できた。他方、K イオンについては、除染効果はほとんど認められなかった。植物の生育への影響については、RbCl 水溶液を除染剤として処理した後の土壌でのカイワレダイコンの栽培試験では、少なくとも外観上では生育障害が認められなかったことから、Rb イオンによる化学除染は実用的ではないかと考えている。

【 今後の展開 】

当面の今後の研究展開としては、安定同位体のセシウムやルビジウムを用いた除染方法の開発に力を注ぎ、田畑土壌の除染のみならず、放射性廃棄物からの放射性セシウムの分離に発展させ、廃棄物の減容化につなげたいと考えている。

【 学術論文・著書 】

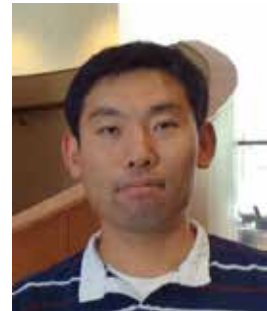
1) M. Yanaga, S. Konagai, M. Hasegawa, H. Yoshinaga, R. Okumura and Y. Iinuma, “Absorption of alkali metal ions by white radish sprouts (II)”, KURNS Progress Report 2020, CO5-8 (2021).

【 国内学会発表件数 】

1) 矢永誠人、小長井聖良、長谷川真生、吉永尚生、奥村良、飯沼勇人、「カイワレダイコンの生育へのセシウムおよびルビジウム添加の影響」、日本放射線安全管理学会第 20 回学術大会（第 3 回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会）、2021. 12. 1~3、Web 開催。

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
博士課程: D1 (2名)
修士課程: M1 (1名)

【 研究目標 】

- (1) Dales と Esterle は連続体仮説を仮定すると一様ノルムと同等ではない代数ノルムが存在することを示した。Woodin は一様ノルムと同等ではない代数ノルムが存在することは集合論の公理系と独立であることを示し、さらに、一様ノルムと同等ではない代数ノルムが存在することと連続体仮説の否定が集合論の公理系と無矛盾であることも示した。Todorcevic はプロパー強制法公理はどの代数ノルムも一様ノルムと同等であることを導くことを示したが、プロパー強制法公理より弱い公理であるマーティンの公理が同様の主張を導くかはまだ未解決である。マーティンの公理と一様ノルムと同等ではない代数ノルムの存在との関係を調べるのが目的である。
- (2) 一般的に、位相空間の正規性は積で閉じていない。単位閉区間との積空間が正規でない正規空間を Dowker 空間と呼ぶ。Rudin はサイズの大きい Dowker 空間を構成し、さらにその積が正規であることも示した。Szeptycki はある種のダイヤモンド原理の仮定のもと、サイズがアレフ2である Dowker 空間で、その積が正規であるものを構成した。積が正規である Dowker 空間を、Rudin が Suslin 木を使って構成した Dowker 空間の積が正規かどうかを調べるのが目的である。

【 主な研究成果 】

- (1) この研究は大学院生の青木悠史郎氏が実施した。Woodin はコーエン強制法により、一様ノルムと同等ではない代数ノルムが存在することと連続体仮説の否定が集合論の公理系と無矛盾であることを示した。青木氏は Woodin の証明を精査し、コーエン強制法を持つ特徴的な性質を抽出することで、eventual precaliber \aleph_1 という強制法の性質を定義した。Eventual precaliber \aleph_1 を持つ強制法として、ladder system coloring を uniformize する強制法が挙げられる。これより、eventual precaliber \aleph_1 を持つ強制法に関する強制法公理は自由でないホワイトヘッド群の存在を導く。

青木氏は eventual precaliber \aleph_1 を持つ強制法が unbounded real を不可しないことなどを示し、それらと eventual precaliber \aleph_1 を持つ強制法が持つ特有の組合せ論を総動員することで、一様ノルムと同等ではない代数ノルムが存在することと

eventual precaliber \aleph_1 を持つ強制法に関する強制法公理が無矛盾であることを示した。この結果は現在投稿中である。

- (2) この研究は大学院生の葛西陽介氏が実施した。正規空間と収束する可算列を含む空間との積空間は可算パラコンパクトになる。この考察より、 ω_1 -Suslin 木 T_0 と T_1 から構成される Rudin の Dowker 空間 $D(T_0)$ と $D(T_1)$ の積空間は可算パラコンパクトになる。よって、葛西氏は uncountable cardinal κ に関する κ -Suslin 木 T_0 と T_1 の積が κ -cc を持つ場合、 $D(T_0)$ と $D(T_1)$ の積空間が Dowker 空間であるかを調べ、 κ がある uncountable cardinal の successor cardinal である場合、 $D(T_0)$ と $D(T_1)$ の積空間が Dowker 空間であることを示した。その証明をさらに発展させることで、 κ がある uncountable cardinal の successor cardinal であり、任意有限個の κ -Suslin 木 T_i 、 $i \in n$ 、の積が κ -cc であるとき、 $D(T_i)$ たちの積空間が Dowker 空間であることを示した。この結果も現在投稿中である。

【 学術論文・著書 】

- 1) Advances in Mathematical Logic, Dedicated to the Memory of Professor Gaisi Takeuti, SAML 2018, Kobe, Japan, September 2018, Selected, Revised Contributions. Springer Proceedings in Mathematics & Statistics, vol 369. Springer Singapore,
- 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, Todorćević's Axiom K_2 and ladder system colorings, RIMS Kokyuroku 2164, 104-107 (2020).

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



【 研究室組織 】

教 員 : 近田 拓未
学術研究員 : (1名)
修士課程 : M2 (2名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

持続可能社会の構築およびカーボンニュートラル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) セラミックス被覆における水素同位体透過・腐食・照射の複合効果の解明
- (2) セラミックス—鉄接合被覆の作製と特性評価
- (3) 電気化学測定による機能性被覆の検査手法の開発
- (4) 多層構造を用いた機能性被覆の高度化

【 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三重水素の透過が起こることが想定されている。これまでの研究では、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挙動は調べられていない。そこで、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に対し、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。照射後の腐食試験による被覆の劣化は見られず、また照射と腐食はそれぞれ被覆試料中の水素の拡散と固溶に影響することが示された。

(2) セラミックス—鉄接合被覆の作製と特性評価

より高性能、高信頼性の核融合炉用機能性被覆を実現するために、セラミックス被覆上に鉄箔を接合することで、耐腐食性と水素同位体透過低減性を両立する機能性被覆の開発を進めた。今年度は、ホットプレス法による鉄箔との接合において、セラミックス層に接合を補助する中間層を導入することで、より密着性の高い接合被覆の作製が可能となった。この接合被覆は、高い耐腐食性能を示すと同時に、接合前と同等以上の水素同位体透過低減性能および電気絶縁性能を示したことから、核融合炉用の機能性被覆として有望であることが示された。

(3) 電気化学測定による機能性被覆の検査手法の開発

機能性被覆の分析には多大な労力と時間を要し、また破壊分析が多いことから、実用化に向けては簡便な検査手法の開発が望まれる。そこで、電気化学インピーダンス測定を利用した機能性被覆の諸特性の解明に取り組んだ。今年度は、重イオン照射試料の電気抵抗率や周波数依存性の取得を試みた。電気抵抗値の温度依存性から、重イオン照射によって見られる特徴的な

挙動を重水素透過試験よりも低い温度領域で検知できることが明らかになった。

(4) 多層構造を用いた機能性被覆の高度化

過去の研究で、水素透過の素過程の数を増やすことで水素透過低減性能を向上できることが明らかになったことから、セラミックス被覆を多層化する研究を進めた。さらに、液体金属リチウム鉛に曝露した状態で重水素透過試験を実施したところ、四層の試料では透過試験中に急激に透過が増加する挙動が見られたことから、被覆の劣化の瞬間を重水素透過でその場で検知することが可能となった。多層構造では劣化が起こりやすい傾向が見られたことから、熱膨張率の違いから熱応力がかかり、剥離の原因になることが明らかになった。

【 今後の展開 】

機能性被覆研究開発においては、核融合炉実機への導入に向けて、配管内面や複雑な形状の基板成膜するための技術開発を進める。直管材や屈曲材への各種手法を用いた成膜と特性評価を通して、機能性被覆の実機への導入可能性を見定める。並行して、管材を用いたセラミックス-鉄接合被覆の作製を、熱間等方圧加圧法 (HIP) を利用して実施する。また、実機では液体金属は流動していることから、流動場での腐食挙動の解明、さらに海外炉で中性子照射した被覆試料が返送されたため、断面顕微鏡観察による微細解析を実施する。

【 学術論文・著書 】

- 1) Hikaru Fujiwara, Ryosuke Norizuki, Sota Miura, Sho Kano, Teruya Tanaka, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, Takumi Chikada, Nuclear Materials and Energy 30 (2022) 101141.
- 2) Sota Miura, Kazuki Nakamura, Erika Akahoshi, Juro Yagi, Yoshimitsu Hishinuma, Teruya Tanaka, Takumi Chikada, Nuclear Materials and Energy 30 (2022) 101109.
- 3) Keisuke Mukai, Shunsuke Kenjo, Naoto Iwamatsu, Bakr Mahmoud, Takumi Chikada, Juro Yagi, Satoshi Konishi, International Journal of Hydrogen Energy 47 (2022) 6154–6163.
- 4) S. Nogami, M. Wirtz, P. Lied, T. Chikada, Physica Scripta 96 (2021) 114011.
- 5) Erika Akahoshi, Moeki Matsunaga, Keisuke Kimura, Kazuki Nakamura, Kazuki Saito, Yoshimitsu Hishinuma, Teruya Tanaka, Takumi Chikada, Corrosion Science 189 (2021) 109583.
- 6) Riho Endoh, Shuhei Nogami, Yoshimitsu Hishinuma, Takumi Chikada, Nuclear Fusion 67 (2021) 076015.
- 7) Kazunari Katayama, Youji Someya, Takumi Chikada, Kenji Tobita, Hirofumi Nakamura, Yuji Hatano, Ryoji Hiwatari, Yoshiteru Sakamoto, Akito Ipponsugi, Makoto Oya, Fusion Engineering and Design 169 (2021) 112576.

【 国際会議発表件数 】

- ・ 20th International Conference on Fusion Reactor Materials (ICFRM-20, 2021.10.24-29) 他 8 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ プラズマ・核融合学会第 38 回年会 (2021 年 11 月 22 日～25 日) 他 6 件

【 招待講演件数 】

- ・ SurfCoat Korea 2021(2021.5.26-28), Keynote lecture.
- ・ THERMEC'2022 (11th International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials). (2021.6.1-5).
- ・ 14th Pacific Rim Conference on Ceramic and Glass Technology S29: Ceramics and Ceramic Matrix Composites for Next Generation Nuclear Energy (2021.12.13-16). 計 3 件

【 受賞・表彰 】

- ・ 三浦颯太 (M2)、2022 年度日本原子力学会フェロー賞 (2022 年 3 月 18 日)
- ・ 藤原輝 (M1)、日本原子力学会 2022 年春の年会学生ポスターセッション 奨励賞 (2022 年 3 月 17 日)

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

修士課程：M2 (4名)、M1 (3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を高速に拡散させ、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。今年度はマグネシウム塩を用いた分子結晶電解質の開発を検討し、室温近傍の温和な条件下でマグネシウムイオン伝導性分子結晶を得ることに成功した。また、 $\text{Li}\{\text{N}(\text{SO}_2\text{F})_2\}$ (以下、LiFSA) とスクシノニトリル (以下、SN) からなる分子結晶 $\text{Li}(\text{FSA})(\text{SN})_2$ の結晶中におけるイオン伝導機構に関する報告を行った。結晶格子中に Li 空孔が存在すること、さらにこの空孔周りでのスクシノニトリルの局所的なスイング運動が進行することが、この電解質における高速イオン伝導の鍵であることが示された。

(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。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を開発し、これを炭素上に担持した触媒を作製した。同様の手順で、従来の 16 員環

FeN₄ ユニットを用いて作製した触媒と本触媒との間で酸素還元活性や耐久性を比較したところ、今回我々が開発した触媒が優れた特性を示すことを見出した。

【 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) “Peculiarly fast Li-ion conduction mechanism in a succinonitrile-based molecular crystal electrolyte: a molecular dynamics study”, Ryoma Sasaki,* Makoto Moriya, Yuki Watanabe, Kazunori Nishio, Taro Hitosugi, Yoshitaka Tateyama*
J. Mater. Chem. A, 9, 14897–14903 (2021).
- 2) “High Durability of a Fourteen-Membered Hexaaza Macrocyclic Fe Complex for Acidic Oxygen Reduction Reaction Revealed by In Situ XAS Analysis”, Ohyama, Junya; Moriya, Makoto; Takahama, Ryo; Kamoi, Kazuki; Kawashima, Shin; Kojima, Ryoichi; Hayakawa, Teruaki; Naba, Yuta
JACS-Au, 1, 1798–1804 (2021)
- 3) 「分子結晶電解質の開発と高速 Li イオン伝導性の発現」, 守谷誠, セラミックス 56, 599 (2021).
- 4) 「リチウムイオン伝導性分子結晶の開発と固体電解質としての展開」, 守谷誠, 溶融塩および高温化学 64, 61 (2021).
- 5) 「高イオン伝導性分子結晶電解質の開発と高い成型性を活用した全固体電池の作製」 守谷誠, 一杉太郎, マテリアルステージ, 6, 17 (2021).

【 国内学会発表件数 】

- 1) 電気化学会、固体イオニクス討論会、ホスト・ゲスト超分子化学シンポジウム、触媒討論会 など 13 件

【 国際会議発表件数 】

- 1) International Conference on Materials Science and Engineering 2021
- 2) JSCC symposium 'Coordination chemistry for energy conversion/storage technology'

【 招待講演件数 】

- 1) 第 52 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会
- 2) 電気化学会溶融塩委員会第 205 回定例委員会

5. 特別教育研究経費等

令和3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評価担当)
配分額	機能強化経費(機能強化促進分)13,437千円(令和3年度)
事業計画期間	令和3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>昨年度に引き続き、本年度も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ではあったが、オンライン開催の国際会議など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80万円の助成を行った。中には新規の国際交流を目指す野心的な取り組みもあり、提出された成果報告書によって国際共同研究の進捗を把握した。</p> <p>(2) オンラインでの国際会議等の開催</p> <p>インドネシア大学が主催している The 17th International Conference on Quality in Research(QiR)が2021.10.13～15にオンラインにて開催され、3名の教員と博士課程学生5名が参加し、インドネシア大学との研究交流を深めた。</p> <p>昨年延期となった、中東欧の協定校との国際会議「The 19th International Conference on Global Research and Education(Inter-Academia 2021)」が、ベラルーシのゴメルステート大学が幹事校となり2021.10.20～22にオンラインにて開催され、本学から37名の教員と学生が参加した。3日間を通して45件の一般口頭発表、大学院生を中心とした若手発表者による7件のショートプレゼ</p>

ンテーション、若手を含めた 28 件のポスターによる研究発表が行われた。また、Young Researchers Award には本学大学院生 1 名を含む 2 名が選ばれた。

国際シンポジウム(ISFAR-SU)は超領域研究推進本部と共催で 2022.3.1 にオンラインで開催し、約 100 名の参加があった。ドイツ、台湾、オーストラリア、ルーマニアなど海外から 6 名、日本国内から 3 名の研究者を招待し、講演をしていただいた。また、45 名の学生・若手研究者が研究分野に応じて 3 つのセッションに別れ、研究成果を発表した。口頭発表の後、発表者は個別に設けられたブレイクアウトルームにて、それぞれの研究内容について参加者と質疑応答や意見交換を行い、有意義な情報交換の場となった。授賞式では Best Presentation Award を 10 名に授与し、若手の研究意欲の涵養を図った。この研究発表には、本学が実施する「未来の科学者養成スクール(FSS)」の高校生 4 名 が参加しており、高大連携事業に協力した。

創造科学技術大学院

超領域分野における国際的若手人材育成プログラム

令和3年度 国際共同研究プロジェクト 報告書

	研究代表者			共同研究先	
	領域	職名	氏名	国	大学名
1	理学	准教授	大矢 恭久	中国	中国等離子体物理研究所 中国合肥工業大学
2	工学	准教授	清水 一男	ルーマニア スロバキア	アレクサンドル・イワン・クザ大学 コメニウス大学
3	理学	准教授	海老原 孝雄	タイ バングラデシュ	タマサート大学 ダッカ大学
4	農学	教授	王 権	中国	浙江師範大学
5	理学	講師	近田 拓未	ドイツ	ユーリッヒ研究センター
6	工学	教授	孔 昌一	インド	インド工科大学ハイデラバード校 (IITH)
7	工学	教授	小野 篤史	オーストラリア	スウィンバーン工科大学
8	工学	教授	能見 公博	ドイツ	アーヘン応用科学大学
9	工学	教授	真田 俊之	インド	インド工科大学ハイデラバード校 (IITH)
10	工学	准教授	トリパティ サロジ	オーストラリア	アデレード大学
11	農学	助教授	宮崎 剛臣	オーストリア チェコ	ウィーン大学 プラハ化学技術大学 Institute of Organic Chemistry and Biochemistry of the Czech Academy of Sciences
12	理学	准教授	岡田 令子	ブルキナファソ	オウガドゥグー大学
13	工学	准教授	本澤 政明	タイ	カセサート大学
14	工学	助教授	佐藤 浩平	アメリカ	ペンシルバニア大学

No.1

研究代表者	大矢 恭久 (理学領域・准教授)
共同研究先	中国 中国等離子物理研究所 / 中国合肥工業大学
プロジェクト研究名	核融合炉プラズマ対向材料における水素同位体プラズマ駆動透過挙動評価
<p>本研究では本学創造科学技術大学院と連携協定を締結している中国等離子体物理研究所および合肥工業大学との共同研究を実施することにより、日本、中国での主要な水素同位体プラズマ駆動透過装置(PDP)の特徴を相補に補い、系統的な水素同位体透過挙動を明らかにする。これまでに静岡大学で使用しているタングステン(W)試料と同じ前処理を行った試料を中国側に送付し、中国における PDP 実験を進めている。静岡大学では、鉄イオン照射 W 試料および中性子照射 W 試料を用いた PDP 実験を進めた。特に、水素同位体である軽水素(H)および重水素(D)の混合プラズマ照射時における水素同位体透過挙動を明らかにした。非照射 W 試料および鉄イオン照射 W 試料では 700 K 程度の低温では軽水素の透過フラックスが重水素と比べておよそ H:D = 2:1 であり、高温になるに従って水素同位体効果はほぼなくなり、900 K 以上では H:D = 1:1 で透過することが明らかになった。一方、中性子照射 W 試料では同位体効果が 700 K でも H:D = 3:2 程度であるとともに、900 K の高温になってもこの比率がほぼ変化しないことが明らかとなった。水素同位体効果発現機構としては、材料表面での水素リサイクリングおよび材料バルク内での拡散 (捕捉・脱捕捉を含む) が考えられる。既報では表面での水素リサイクリングには本研究で得られた程の同位体効果はないことが知られている。これらのことから中性子照射によりバルク内に導入された照射欠陥は水素同位体の透過 (輸送) に大きく寄与していることが明らかとなった。今後、日中間の共同研究としてこの大きな水素同位体効果の発現メカニズムについてシミュレーションで明らかにする予定である。</p>	

No.2

研究代表者	清水 一男 (工学領域・准教授)
共同研究先	ルーマニア アレクサンドル・イワン・クザ大学 / スロバキア コメニウス大学
プロジェクト研究名	マイクロプラズマ医療応用に向けた 3 大学による国際共同研究の推進
<p>本研究では、本学との提携大学である Al. I. Cuza University, Romania、Comenius University, Bratislava, Slovakia に所属する大気圧プラズマ関連の研究者らとの国際共同研究により、従来のプラズマ医療に用いられてきた大気圧低温プラズマ発生電極であるプラズマジェットと比べ駆動電圧の低いフィルム型電極を用いて、プラズマを細胞へ照射した際の影響について調査したところ、以下の結果が得られた。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 正常細胞であるラット小腸上皮細胞にプラズマ照射を行った場合、30 秒ほどの短時間の照射であれば細胞の増殖率が増加し、60 秒以上の照射の場合細胞の増殖率が低下することが認められた。 2. ラット小腸上皮細胞にプラズマを照射した場合、高分子試薬である YOYO-1 および FD4 の導入が認められ、一方で、FD150 の導入は認められなかった。 3. 直接照射と間接照射を比較したところ、直接照射がより強い蛍光強度を示したことにより、高分子の導入にはプラズマの物理作用と化学的作用の両方が寄与していることが認められた。 4. 直接照射と間接照射のいずれの方式であっても照射時間に応じて細胞内のカルシウムイオン濃度は上昇することが認められた。 5. プラズマによる生成される NO_2^-, NO_3^- や OH ラジカルといった活性種は、照射時間やプラズマ電極に投入する電力に応じて生成量が多くなることが認められた。 <p>以上のことから、大気圧大気雰囲気下において従来の手法よりも低電圧でのプラズマの生成が可能であるフィルム電極を用いることにより、細胞内への高分子薬の導入の促進が認められたことにより、実用化に向けたフィルム電極の有用性が示唆された。今後、Al. I. Cuza University, Romania、Comenius University, Bratislava, Slovakia での集中講義や Erasmus+プログラムによる本学への大学院特別研究学生としての教育・共同研究なども企画しており、実際の来日は現状では困難であるが、先に行われた国際シンポジウム (ISFAR-SU) では、本プロジェクトメンバーである Prof. Claudiu Costin (Iasi Plasma Advanced Research Center, Al. I. Cuza University, Romania) から “Magnetic field impact on the secondary electron emission” との演題で招待講演も行われ、活発な討論がなされたので報告する。</p>	

No.3

研究代表者	海老原 孝雄 (理学領域・准教授)
共同研究先	タイ タマサート大学 / バングラデシュ ダッカ大学
プロジェクト研究名	金属超伝導体での転移温度上昇のための学理追求プロジェクト
<p>本プロジェクトでは、比較的高い T_c を持つ金属超伝導体を合成して物性測定・電子状態を決定することで、T_c を上昇させるための学理を、タイおよびバングラデシュの研究者とともに追求することを目的としている。具体的には、比較的高い T_c を持つと既に報告されている、V_3Si ($T_c \sim 16K$)、V_3Ge ($T_c \sim 6K$, $He2^+4T$)、YRh_4B_4 ($T_c \sim 11K$)、$LuRh_4B_4$ ($T_c \sim 11K$)において結晶化を行い、タイおよびバングラデシュの研究者が結晶構造解析・成分分析をするとともに、静岡大学の研究者が微視的電子状態を比熱・磁化率等の測定によって明らかにする。これら測定結果を元に、T_c を押し上げているメカニズムを解明して、次世代の金属超伝導体の設計指針を得るための研究活動を行なっている。</p> <p>期間中、共同研究者として2021年10月から参画するはずだった Esteaque Ahmed 氏の入国が、入国制限の影響で2022年4月に延期されたものの、静岡大学においてまず V_3Ge 単相の多結晶が合成できたので、磁化・磁化率および電気抵抗測定を済ませ、磁場中比熱測定を現在遂行中である。また、静岡大学において、V_3Si 単結晶が2021年10月に、V_3Ge 単結晶を2022年3月に育成できたが、精密切断機の不具合の修理が2022年2月半ばまでかかったため、修理品到着後に組み付け調整をして、2022年4月現在、試料の精密切断中である。同時に、基礎物性評価に向けて測定装置のマシントイム調整を行なっている。</p> <p>今後は、静岡大学で作成した上記単結晶の結晶構造解析や成分分析を、ダッカ大学およびタマサート大学との協力のもと、あらためて詳細に遂行していく。結晶成分分析等の一方で、基礎物性測定と超伝導物理パラメータの決定を順次終えつつ、単結晶を用いた微視的電子状態研究 (フェルミ面研究) に発展させ、当該物質での超伝導発現メカニズムの解明と、比較的高い超伝導転移温度を示す理由を明らかにしていく。</p>	

No.4

研究代表者	王 権 (農学領域・教授)
共同研究先	中国 浙江師範大学
プロジェクト研究名	ひまわり 8 号によるエアロゾルの時空間動態の差異を利用した環境評価に関する国際共同研究
<p>大気エアロゾル粒子は可視光を低下させ、大気質を悪化させ、人類に大きな影響を与えることから最近各国で注目されています。エアロゾルの変動パターンを理解し、大気汚染に対処するためには、エアロゾルの空間的・時間的なダイナミクスに関する高度な知識が要求されています。本研究では、10分毎の高時間分解能を持つひまわり 8 号のプロダクトを用いて、エアロゾル負荷の高い地域と低い地域における大気エアロゾルの特性(AOD, AE, PM_{2.5} 等)の違いを調べることを目的としています。特に、日本のように季節を通して一貫して AOD 負荷量が低い地域を対象に、最新の Himawari-8 L3 V31 エアロゾルプロダクトを、MODIS プロダクトと AERONET および SKYNET サイトにおける地上観測の両方に基づいて評価しました。Himawari-8 L3 V31 エアロゾルプロダクトの AOD_Pure と AOD_Merged は、地上観測と MODIS AOD と高い一致を示し、誤差要因の分析では、雲の混入とエアロゾルモードと思われるものが主な誤差要因であることが示唆された。時空間分析では、AOD_Merged はエアロゾル負荷が低い場合でも、特に AOD の日内変動をよく捉えていることが示された。これらの結果は、ほとんどの検証研究で無視されがちな、新しくリリースされたエアロゾルプロダクトの長所と短所、および低汚染地域での適切な使用方法の理解に貢献する。さらに、検証済みのひまわり 8 号エアロゾルプロダクトをもとに、機械学習のランダムフォレストを用いて PM_{2.5} 検索モデルを構築し、長江デルタ地域と東京湾の時空間ダイナミクスを解析した。今後、さらに広範な解析を行い、両地域の大气質の変動を明らかにする予定です。</p>	

No.5

研究代表者	近田 拓末（理学領域・講師）
共同研究先	ドイツ ユーリッヒ研究センター
プロジェクト研究名	核融合炉用耐環境性被覆の研究開発
<p>本国際共同研究プロジェクトでは、世界最大級のエネルギー関連技術の研究機関であり、世界の核融合炉材料開発をリードするドイツ ユーリッヒ研究センターが有するプラズマ曝露装置 PSI-2 および集束イオンビーム付き走査型電子顕微鏡（FIB-SEM）を活用し、これまで高い水素同位体透過低減性能を示している酸化ジルコニウム等の耐環境性被覆を作製後、PSI-2 を用いたヘリウムプラズマ曝露を実施し、被覆に与える種々の特性の変化を調べることを通して、核融合炉材料開発に資することを目的とした。</p> <p>未被覆 F82H 鋼（Fe-8Cr-2W）と酸化ジルコニウム被覆を 50 eV のヘリウムプラズマに粒子フルエンス $5 \times 10^{25} \text{ m}^{-2}$ となるまで曝露したところ、未被覆鋼材では、図 1 に示すように曝露前の平滑な表面から高さ 80 nm 程度の突起が多数生成することが明らかになった。この突起は、先端がタングステンを多く含む組成であったことから、プラズマ曝露により表面の元素がスパッタされ、スパッタ率の低いタングステンが残ったために生じたと考えられる。プラズマ曝露後の重水素透過試験においては、曝露による透過フラックスや透過の律速過程の変化は見られなかった。これは、表面形状の変化よりも吸着などの表面反応が十分速かったことから、鋼材内の重水素の拡散が律速過程であったためと考えられる。一方、酸化ジルコニウム被覆は、曝露後においても膜厚や表面構造の変化は小さく、図 2 に示すように突起状の構造の生成もわずかであった。これは、酸化ジルコニウムのイオン結合性によって、プラズマ曝露に伴うスパッタ率が低減されたためと考えられる。さらに、重水素透過試験においては、曝露前と同様に未被覆鋼材に対して 1/1000 以下に透過フラックスを低減したことから、プラズマ曝露による劣化は起こらなかったと結論付けた。以上の結果から、耐環境性被覆はプラズマ曝露に対する変化が小さく、水素同位体透過低減被覆としての性能も維持されることが明らかになった。</p>	

No.6

研究代表者	孔 昌一（工学領域・教授）
共同研究先	インド インド工科大学ハイデラバード校（IITH）
プロジェクト研究名	蓄電池に応用展開する多孔質還元型酸化グラフェンの創成
<p>研究活動</p> <p>本プロジェクトでは、次世代電気自動機器・貯蔵用電源機器に資する軽量かつ高熱安定性、高い電気容量を有するスーパーキャパシタの多孔質炭素電極材料を創製する基盤技術の確立を目指して研究活動を行ってきました。</p> <p>本研究内容は、黒鉛から酸素官能基を制御した酸化グラフェンを創製し、金属酸化物である酸化亜鉛をテンプレートとして用い、これを酸化グラフェンと複合させ、マイクロ波処理技術を駆使し、多孔質還元型酸化グラフェン（porous reduced graphene oxide, prGO）の創成を行った。</p> <p>研究成果</p> <p>(1) エッジ酸素官能基を制御した高い酸化度をもつ酸化グラフェン（GO）の合成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・層状構造をもつ黒鉛をマイクロ波処理してから、Humers 法を用いて GO を合成することができた。ここでは、黒鉛と酸化剤として用いた KMnO_4 との比率が 1 : 6 の GO の創成に成功した。 <p>(2) GO 複合体の創製</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本研究では、上で合成した二次元薄膜材料である高酸化度かつ大きな負電荷をもつ GO に、金属イオンを加え、異電荷間の相互作用を巧みに活かすことにより複合化を行う。ここでは、GO と金属酸化物である ZnO との複合化させ、GO/ZnO の複合体の作成に成功した。また、他の金属酸化物についても、GO との複合の可能性についても検討を行った。 <p>(3) 多孔質還元型酸化グラフェン（prGO）の合成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上で合成した複合体 GO/ZnO を用い、エチレングリコールおよび塩酸も耐圧容器中に加え、これをマイクロ波印加処理（最適条件 180 °C、6 min）することにより、prGO を創成することに成功した（図 1 : ワンポット法による多孔質炭素ナノ材料創製技術を開発した）。 	

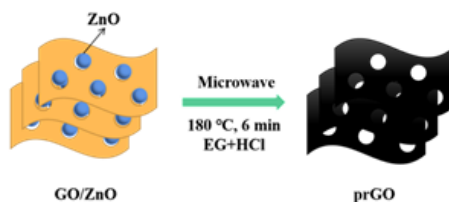


Fig. 1 Schematic diagram of the synthesis of prGO by the microwave-assisted one-pot technique.

(4) スーパーキャパシタの電極材料への応用展開

・スーパーキャパシタでは電解液中のイオン電荷が移動し、電極に吸着することにより電荷を安定に蓄えるために、サイクル特性、出力特性が優れているが、エネルギー密度は二次電池より一桁のオーダーで低く、エネルギー密度の向上が強く求められているのが現状である。このエネルギー密度 ($E=(1/2) \cdot CV^2$) は電極静電容量 (C) に比例しており、本研究では、prGO を電極に活用し、高い電極の電気容量を見出した。

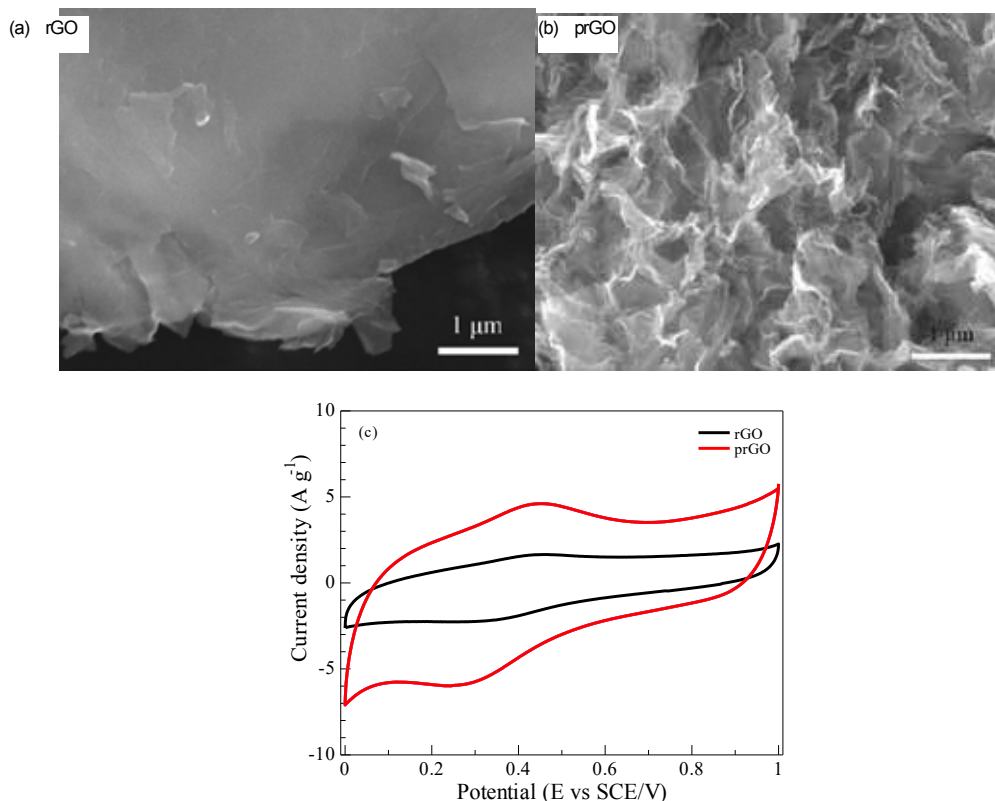


Fig.2 FE-SEM images of (a) rGO, (b) prGO, and (c) plots of comparison of the CV curves of rGO and prGO at a scan rate of 5 mV/s.

図2(a)および(b)からは還元型酸化グラフェン rGO の表面はなめらかな構造を示しているのに対して、多孔質還元型酸化グラフェン prGO は多孔質的な構造を有していることが分かった。また、図2(c)の電流と電圧の CV 曲線からは、prGO の方が rGO より大きな面積を示していることがわかった。実際の計算から、rGO はスキャンレートが 5 mV/s の時に、その電極静電容量が 283.7 F/g であるのに対して、今回新規創製した多孔質還元型酸化グラフェン prGO はスキャンレートが 5 mV/s の時に、その容量は 843.2 F/g という飛躍的高い比容量を得ることができた。

今後の展開

・多孔質電極材料には適切な比表面積および電解液との優れた濡れ生が求められている。今回創製に成功した prGO には比較的に高い酸素官能基 (C=O) が維持しているものの、比表面積 (18.7 m²/g) はまだ大きくなかった。今後は、直径 2 nm 以下のマイクロ孔も持つ prGO について検討していく予定である。

No.7

研究代表者	小野 篤史 (工学領域・教授)
共同研究先	オーストラリア スウィンバーン工科大学
プロジェクト研究名	フェムト秒レーザー直接還元法による超微細金属構造形成技術の確立
<p>共同研究者の Saulius Juodkazis 教授は、金属ナノ加工・応用光学分野において世界的に著名な研究者であり、本研究テーマに対しても精通しているため、機構解明に向けた議論を重ねた。具体的には、フェムト秒パルスレーザー照射時に偏光方位に垂直な方向に周期 100nm 程度の超微細な金属周期構造が形成される現象を発見し、その形成メカニズムについて議論した。議論と検証のための実験を進めた結果、超微細金属構造の形成には、レーザー光還元により金属が析出した後、金属表面のポリマー部においてフェムト秒パルスによって瞬時に多量の電子が励起され、その電子の疎密定在波に対応したアブレーションが起きることによって形成されたのではないかと結論に至った。これらの考察およびそれを裏付ける実証結果について、今後成果をまとめる。また、この現象を応用することにより、光強度分布だけでなく、偏光分布も反映した新たな超微細金属構造形成技術の確立が期待される。</p>	

No.8

研究代表者	能見 公博 (工学領域・教授)
共同研究先	ドイツ アーヘン応用科学大学
プロジェクト研究名	超小型衛星の国際ネットワーク運用体制の構築
<p>アーヘン応用科学大学 [FH Aachen]・航空宇宙工学部 (ドイツ) は工学部・工学研究科の協定校であり、Dachwald 研究室と能見研究室では超小型衛星 (とくに運用) に関する共同研究を行ってきており、学生受入・派遣、研究室国際交流支援制度プログラムによる訪問交流を行ってきている。Dachwald 研究室では、興味ある学生による人工衛星運用チームが組織され、アマチュア無線家である Tholl Sacha 研究支援員が指導する体制である。静岡大学は STARS プロジェクトに協力して頂いている全国のアマチュア無線家、学内教員および技術職員の指導の下、学生が運用する体制である。そして、これまでに静大衛星 2016 年打ち上げの STARS-C (はごろも)、2018 年打ち上げの STARS-Me (てんりゅう) および Stars-AO (あおい) の共同運用を実施してきている。</p> <p>本プロジェクト研究では、2021 年 3 月 15 日に国際宇宙ステーションから放出された STARS-EC (三光) の共同運用を中心に、共同研究を実施した。STARS-EC はアマチュア衛星であり、ステンレス製のテーブ形状 (コンベックス) テザーを用いる宇宙実験を目的としており、世界初となるコンベックステザー伸展回収に成功した。新型コロナ禍での実施であったことから、先方大学の活動制限などの影響があったが、社会的に整備が進んだオンラインミーティングを活用し、衛星軌道情報の共有、衛星からのデータを効率的に共有、これらにより日本静大局のみでの運用では不可能な運用を行えた。なお、国内では香川大学工学部の協力を得て共同運用を実施しており、アマチュア衛星の国内外地上ネットワークを構築できたと言える。また本プロジェクト研究経費により、次期静大衛星の宇宙環境試験を実施しており、今後の共同運用に備えている。</p> <p>今後、静岡大学で今後開発を行うアマチュア衛星 STARS-Me2、さらに STARS プロジェクトでは初の開発となる 50kg 級衛星の STARS-X について共同運用を行っていくこと、また共同運用に適した通信システムを持つアマチュア衛星なども開発していくことが期待できる。</p>	

No.9

研究代表者	真田 俊之（工学領域・教授）
共同研究先	インド インド工科大学ハイデラバード校（IITH）
プロジェクト研究名	気泡間相互作用に及ぼす気液界面汚染度の影響
<p>液体中を上昇する気泡は、液体中の不純物の影響を強く受ける。従来研究によって、液体中の界面活性剤の吸着によって、気液界面に表面張力の分布ができ、それによるマランゴニ対流によって抗力が大きく下がることが知られてきた。本研究では、数十マイクロメートルの粒子を液体中へと分散させ、その際の気泡挙動を調査した。</p> <p>まず超純水中の気泡挙動を調査し、理論的及び実験的に報告されているクリーンな気液界面での効力係数と一致することを示した。次に材質の異なるマイクロパーティクルが分散する粒子中での気泡の上昇速度や形状について調査した。その結果、材料の種類によって上昇気泡は大きく減少した。特にアクリル系のポリマー粒子に対しては大きく汚染系と同様の効力係数を示したのに対し、ポリエチレンではそれほどの効力低下が見られなかった。さらに気泡形状が界面活性剤で変化する形状とは大きく異なった。これは、界面活性剤と微粒子とで吸着のメカニズムが若干異なることに由来すると予想する。疎水基の分子が吸着する界面活性剤と比べて、表面エネルギーを減少させるために吸着される微粒子は、一旦吸着されると脱離することもなく、マランゴニ対流ではなく固体壁面のノンスリップ状態となって効力が増加したためと予想する。そのため微粒子の接触角によってこの結果が変わり、粒子の材料によって気泡上昇速度の変化が見られたと考える。またこのことが気泡形状にも変化をもたらすと考察した。今後材料の表面エネルギーの成分分けなど観点より詳細を検討する予定である。</p> <p>さらに、横に並んで上昇する気泡に対して、実験及び数値解析を行った。従来接近力しか作用しないと言われていた高レイノルズ数の気泡に対して、気泡径が増加し変形が大きくなると接近力が働かなくなり、ついには逆向きへと移動する現象が観察された。また数値解析においても同様の現象が再現された。解析結果より、この現象は気泡周囲の圧力場ではなく、気泡後部に形成される馬蹄形の渦構造に由来し、2気泡間の相互作用によって隣接した気液界面がより変形し、その変形した気液界面で形成された渦度の輸送によって生じることが明らかになった。今後マイクロ粒子が含まれた系で同様の実験を遂行する予定である。</p>	

No.10

研究代表者	トリパティ サロジ（工学領域・准教授）
共同研究先	オーストラリア アデレード大学
プロジェクト研究名	金属らせん構造アレイを用いたテラヘルツ波帯光学素子の開発と評価
<p>テラヘルツ電磁波は次世代通信、医療やセキュリティー等の様々な分野に应用が期待されているが、テラヘルツ波の制御に必要なデバイスや素子、例えば変調器、フィルター、波長板、偏光子等の開発が遅れている。本研究では我々の独自のアイデアにより金属らせん構造アレイを用いたテラヘルツ電磁波の偏光制御技術を開発し、様々なテラヘルツ波帯光学素子の研究開発を進めている。</p> <p>本研究では、まず金属らせん構造アレイを用いてテラヘルツ波帯で動作する円偏光子の開発を行った。円偏光子を透過するテラヘルツ波の偏光は用いた金属らせんの巻き方によって決定される。例えば直線偏光のテラヘルツ波を右巻のらせんを用いた円偏光子に入射した場合、右巻きの電波を反射し、左巻きのテラヘルツ波を透過する。本実験ではまず厚さ2ミリのポリエチレン板に直径400μmの右巻きの金属バネを1ミリ間隔に配置することにより30\times30アレイを作製し、テラヘルツ時間領域分光法を用いて評価した。その結果約120GHzから208GHz帯域において円偏光子として動作することを確認した。その次に、左巻きの金属バネを用いた右巻きのテラヘルツ波を発生させる円偏光子を作製した。このような異なる巻き方の偏光子を2枚重ねることによりテラヘルツ波帯で動作するバンドストップフィルターを作製した。このフィルターは117GHzから200GHz帯で動作することが確認し、この帯域ではテラヘルツ波の透過率を30dBまで減衰することが確認できた。これからも金属バネを用いたテラヘルツ波帯で動作するビームスプリッターや吸収体を作製する。</p> <p>また、今回は共同研究者のアデレード大学のWithawat先生が2022年3月に静岡大学の電研、グリーン研、光医工、超領域の4部局で実施された四部局国際シンポジウム(ISFAR-SU2022)にて招待講演を行いました。これからもWithawat先生とテラヘルツメタマテリアルの研究を継続していく予定である。</p>	

研究代表者	宮崎 剛重 (農学領域・助教授)
共同研究先	オーストリア ウィーン大学 チェコ プラハ化学技術大学 Institute of Organic Chemistry and Biochemistry of the Czech Academy of Sciences
プロジェクト研究名	X線結晶構造解析と計算化学に基づく糖質加水分解酵素の反応メカニズムの解明
<p>腸内細菌やヒトに感染する病原菌は、宿主すなわちヒトが摂取した食餌に含まれる糖質や宿主が産生する糖タンパク質の糖鎖を分解し、資化することができる。これらの細菌はヒトが有していないユニークな糖質加水分解酵素を数多く有しており、近年新しい基質特異性や酵素反応メカニズムを有する酵素が次々と見つかり続けている。これらの反応機構を解明することは、その酵素を標的とした創薬やプレバイオティクスの開発に重要な知見をもたらすことが期待される。本研究では、酵素学・構造生物学を専門とする代表者と計算化学や有機合成化学を専門とする海外共同研究者 (Max Perutz Labs、UCT Prague、IOCB Prague) が共同で実施し、腸内細菌や病原菌の有する糖質加水分解酵素の反応機構を分子レベルで解明することを目的とし、以下の研究成果を得た。</p> <p>(1) 腸球菌 <i>Enterococcus faecalis</i> 由来ムチン型糖鎖分解酵素 (学会発表1、原著論文2)</p> <p>我々は先行研究において、糖質加水分解酵素ファミリー31に属するヒト小腸マルターゼと低いアミノ酸配列相同性 (20%程度) を示すタンパク質の遺伝子を <i>E. faecalis</i> のゲノムから見出した。このタンパク質が α-N-アセチルガラクトサミニダーゼであることを明らかにし、さらに立体構造をX線結晶構造解析によって決定した (Miyazaki and Park, FEBS Lett. 2020)。N-アセチルガラクトサミン (GalNAc) はムチンの糖鎖に含まれているため、ムチンから GalNAc を遊離するための酵素であると考えられた。そこで本研究において、本酵素をウシ顎下腺由来ムチンに作用させたところ、実際に GalNAc を直接遊離する活性を示した。さらに、基質認識の分子機構を明らかにするため、ムチンの部分構造である GalNAc-Ser との複合体構造解析にも成功し、量子力学的計算に基づく加水分解反応機構を明らかにした (図1)。</p>	
<p>図1. <i>E. faecalis</i> 由来ムチン型糖鎖分解酵素の研究の概略</p>	
<p>(2) 腸球菌 <i>Enterococcus faecalis</i> 由来N型糖鎖分解酵素 (学会発表2、原著論文1)</p> <p>糖質加水分解酵素ファミリー92に属する酵素は腸内細菌やヒトに感染する病原菌から見出されており、宿主動物の産生する糖タンパク質に付加しているN型糖鎖を分解するα-1,2-マンノシダーゼである。他グループによる <i>Bacteroides thetaiotaomicron</i> 由来酵素を用いた先行研究において、本酵素の加水分解反応では基質のマンノース残基が${}^4C_1 \rightarrow {}^4H_5/{}^1S_5 \rightarrow {}^1S_5$の構造変化を取ると提唱されていたが (Zhu et al., Nat. Chem. Biol., 2010)、共同研究者の量子力学的計算によって実際の構造変化はこれと異なることが示唆された。そこで本研究においては共同研究者によって化学合成された基質模倣阻害剤 (C-グリコシド) と <i>Enterococcus faecalis</i> 由来酵素との複合体構造解析を行った。その結果、酵素基質複合体でのマンノース残基は4C_1ではなく、E_5であることが明らかになり、これは本来の基質との複合体構造でも観測された (図2)。よって、糖質加水分解酵素ファミリー92のα-マンノシダーゼの構造変化は、$E_5 \rightarrow B_{25}/{}^1S_5 \rightarrow {}^1S_5$の経路をたどることが示唆された。</p>	
<p>図2. <i>E. faecalis</i> 由来N型糖鎖分解酵素の研究の概略</p>	

我々が行っている X 線結晶構造解析は、凍結結晶におけるタンパク質の立体構造をとらえており、実際の酵素反応における分子の動きそのものは捉えるのが困難である。今回、量子力学的計算による酵素反応中における基質の構造変化の予測、基質模倣体の化学合成、X 線結晶構造解析による酵素-基質複合体解析は、あらゆる酵素の反応機構を明らかにするうえで有用な組み合わせである。いまだ反応の分子機構の詳細が明らかになっていない糖質加水分解酵素は多く存在しているため、今後はそれらをターゲットに研究を推進していく予定である。

No.12

研究代表者	岡田 令子 (理学領域・准教授)
共同研究先	ブルキナファソ オウガドゥグー大学
プロジェクト研究名	両生類の乾燥した陸環境への順応機構に関する分子生理学的研究
<p>両生類は、生態系で重要なニッチを占め、多くの地域で最もバイオマスの多い脊椎動物とされる。しかしながら、両生類の絶滅への危険度は主要な脊椎動物の分類群の中で最も高く、その原因の一つとして、気候変動による砂漠化も挙げられる。本共同研究は、アフリカと日本の無尾両生類の陸環境順応機構について解明することを最終的な目的とする。当初の研究メンバーは、岡田令子 (静岡大学・准教授)、鈴木雅一 (静岡大学・教授)、A. P. Dabire (ブルキナファソ・Joseph Ki-Zerbo University・研究員)、および Y. Ouedraogo (ブルキナファソ・University of Ouagadougou・教授) である。</p> <p>成果および今後の展開：無尾両生類の腹側皮膚や膀胱は水分調節に重要な役割を果たす。日本の陸生種であるアズマヒキガエルの腹側皮膚の表皮と真皮、並びに背側皮膚の表皮と真皮、これら 4 組織について静岡大学・グリーン科学技術研究所研究支援室を介して RNA-Seq 解析を依頼している。本リードデータは、経皮水吸収機構の基盤データとなる。アフリカヒキガエルの膀胱などの RNA-Seq 解析については、静岡大学・安全保障輸出等管理室における輸出審査の認可を経て、試料調製に必要な RNAlater 溶液をブルキナファソへ送付した。組織試料をブルキナファソから日本に送付する手続きについては、ブルキナファソ側で終了したので、静岡大学イノベーション社会連携推進機構・寺嶋芳江先生に相談しながら、日本側の手続きを進めている。手続き完了の目途が立ち次第、ブルキナファソ側で、アフリカヒキガエルと野生のツメガエルを用いた生理実験を行う予定である。2022 年度からは科研費 [基盤研究(C) 無尾両生類におけるバソトシン応答性経皮水吸収機構の発現機構と脊椎動物の陸環境適応、研究代表者：鈴木雅一] を獲得でき、本共同研究を継続する。新型コロナウイルス感染症の状況を見ながら、Dabire 博士の来日が実現するように努めたい。</p>	

No.13

研究代表者	本澤 政明（工学領域・准教授）
共同研究先	タイ カセサート大学
プロジェクト研究名	熱流動の能動的制御技術における伝熱促進の向上に関する研究
<p>近年、電子機器の高集積化や燃料電池の実用化、電気自動車のバッテリーの高性能化など、様々な場面で発熱が問題となっており、世界中で熱輸送システムにおける伝熱促進技術の開発競争が繰り広げられている。本プロジェクトでは、タイ王国カセサート大学の Prof. W. Chaiworapuek と共同で、能動的に熱流動を制御し、伝熱促進を図ることを目的として研究を実施した。本研究では、能動的伝熱促進手法として、磁場印加による能動的制御（静大側）と超音波照射による伝熱促進技術（カセサート大学側）を研究対象として取り上げた。</p> <p>研究活動の概略・成果は次のとおりである。静大では、磁性ナノ粒子を水などの溶媒などに安定分散させた磁気機能性ナノ流体の磁場印加による熱流動制御に関する研究を実施した。小型機器での応用を目指し、ミニチャネルにおける磁場印加下の伝熱特性を詳細に調べ、ミンスケールの流れに対して磁場印加により伝熱促進・伝熱抑制が起こる領域があることを示し、一般化による伝熱現象の分類方法を提案した。加えて、一般的には球状のナノ粒子が分散されている磁気機能性ナノ流体に対して、磁場印加による粒子の配向性に基づく高度制御を期待して、磁性ナノロッド分散型の磁気機能性ナノ流体の開発を行った。現状は、流体を試作し、磁場印加時の内部粒子の配向性の可視化を試みている。カセサート大学では、加熱した円柱周りの流れに対して、超音波照射による伝熱促進や流動抵抗について研究を実施している。また、令和2年1月より1年間特別研究学生として本研究室で受け入れた博士課程の学生とも、引き続き、磁気機能性ナノ流体の多孔質体内の流れにおける伝熱現象に関してディスカッションを行い、成果をまとめている。</p> <p>上記の通り、本プロジェクトの助成により能動的制御技術による伝熱促進に関する共同研究を継続でき、オンライン上ではあるが、研究ディスカッションや研究室交流を行うことが出来た。コロナの収束を見越して、今年度始めには本研究室の修士学生がカセサート大学に短期留学する話も出たが残念ながら中止になってしまった。また、カセサート大学の別の博士課程学生が本研究室に来る計画も出ているがまだ実現していない。引き続き、関連研究を共同で推進していくとともに、インドネシアのガジャマダ大学などにも交流を広げていきたいと考えている。加えて、来年度は SSSV でのカセサート大学訪問や JST さくらサイエンスプログラムによるカセサート大学学生の招へいの申請を検討し、共同研究・人材交流を引き続き活発に行っていく予定である。</p>	

No.14

研究代表者	佐藤 浩平（工学領域・助教授）
共同研究先	アメリカ ペンシルバニア大学
プロジェクト研究名	神経変性疾患の予防・診断・治療を加速する高機能人工タンパク質の設計と合成
<p>超高齢社会に突入した日本において、加齢との強い相関が知られているパーキンソン病やアルツハイマー病などの神経変性疾患の予防・診断・治療の各手法確立が強く求められている。Tau タンパク質、シヌクレインタンパク質、アミロイドタンパク質などが蓄積することが病因のひとつと指摘されているが、未だ正確な機序は不明なままである。共同研究者の鳴海哲夫准教授（静岡大学）と E. J. Petersson 教授（The University of Pennsylvania）はアミド結合等価体やチオアミド、蛍光色素を導入した機能化ペプチドを用いて、神経変性疾患の病因解明を指向した研究を推進してきた。これらの知見を病因解明研究へと拡張するため、機能化部位を実際のタンパク質へと導入した機能化人工タンパク質の設計と合成が不可欠である。</p> <p>今年度は、チオアミドや蛍光色素を導入した機能化ペプチド・タンパク質の分子設計を加速する計算化学的手法として特に非天然構造を有するタンパク質の分子動力学計算のための基盤構築を推進した。機能部位を導入することで構造が維持できなくなるとタンパク質本来の機能が発揮されなくなるため、どの部位にどの機能構造を導入することが可能かを予測することが重要になる。計算コストの観点から小タンパク質であるユビキチンをモデルとして、一部のアミド結合とエステル結合の変換に伴うユビキチンの構造変化を分子動力学計算し基礎的なデータの取得に成功した。今後はチオアミドや蛍光色素を神経変性タンパク質に導入したときのシミュレーションへと展開し、機能化人工タンパク質の設計指針の確立を目指す。</p> <p>また、令和4年3月から佐藤は教員特別研修として Petersson 教授の研究室に滞在中であり、チオアミド置換タンパク質の合成に取り組んでいる。本国際共同研究による連携を継続・発展させ、さらに創造科学技術大学院の教育研究に還元できる良好な関係性の構築を推進する。</p>	

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	Arie Pangesti Aji	猪川 洋	Optimization of Terahertz Antenna-coupled Microbolometer
ナビジョン工学	Alka Singh	猪川 洋	High-frequency characterization of Si-SET as a rectifier
光・ナノ物質機能	Teguh Firmansyah Talam	近藤 淳	Asymmetric plasmon hybridization induced by shear horizontal vibrations for reconfigurable localized surface plasmon resonance spectra
光・ナノ物質機能	Singh Kamaljeet	下村 勝	Erbium-doped mesoporous TiO ₂ for photocatalytic and Dye-sensitized solar cell application
光・ナノ物質機能	Bharathi Palanisamy	下村 勝	Rapid detection of NO ₂ gas via rare earth metal doped SnS ₂ for low temprature application
光・ナノ物質機能	Emie Salamangkit Mirasol	下村 勝	Fabrication and Characterization of Mesoporous Silica and Carbon Nanocomposites from Rice Hull as Anode Material for Lithium-ion Battery
光・ナノ物質機能	Udukumbura Mudunkothge Thisari Maleesha Gunathilaka	下村 勝	Gold Nanoparticles and Doxorubicin Drug Assembled Black Phosphorus Nanosheets for Targeted Photothermal Cancer Therapy
光・ナノ物質機能	児玉 有輝	鳴海 哲夫	クロロアルケン含有ペプチドミメティックのβターン模倣性評価と構造的特徴の解明
光・ナノ物質機能	竹内 伶音	鳴海 哲夫	ユビキチン鎖の高次構造をミミックした特殊ユビキチン鎖の合成
光・ナノ物質機能	田中 晶子	佐藤 浩平	ペプチド医薬品開発を指向した新規ペプチド精製手法の開発
情報科学	小坂 那緒子	竹内 勇剛	日米高等学校生物教科書記載内容の比較研究 —日本の探究活動および米国のPracticesに注目して—
環境・エネルギーシステム	中村 大亮	塚越 哲	貝形虫類のポアシステムの形態と系統的安定性における研究
環境・エネルギーシステム	藤田 佳佑	菊池 将一	元素拡散を用いた三次元周期構造を有する高エントロピー合金の創製と損傷評価
バイオサイエンス	Devi Bentia Effendi	栗井 光一郎	糸状性シアノバクテリア Anabaena sp.PCC 7120由来のDesC1およびDesC2の性状解析
バイオサイエンス	Most Naoshia Tasnin	丑丸 敬史	マイクロオートファジーにおけるESCRTの解析
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	Jyoti Md Maisum Sarwar	徳元 俊伸	Establishment of steroid binding assay for membrane progesterone receptor alpha(PAQR7) by using grapheme quantum dots(GQDs)
バイオサイエンス	宮田 高明	森田 達也	Akkermancia muciniphilaを標的とした新規プレバイオティクスの開発
バイオサイエンス	Md. Masum Billah	山崎 昌一	Elementary Processes of Antimicrobial Peptide- induced Damages in Biomembranes
バイオサイエンス	Khan Md. Saiful Islam	木寄 暁子	Root growth regulation by INDETERMINATE DOMAIN family transcription factors in the presence of salt stress

(2) 英語論文投稿支援申請一覧

専攻名	投稿者名	指導教員名	掲載(受理)年月日	論文名	著者名	雑誌名
ナノデバイス工学	Revathi Manivannan	猪川 洋	2021.7.25	Real-time FPGA-based signal processing for silicon-on-insulator MOSFET single-photon detector: study on photon number statistics	Revathi Manivannan,Hiroaki Satoh,Hiroshi Inokawa	Japanese Journal of Applied Physics
ナノデバイス工学	水野 文菜	小野 篤史	2021.8.25	Dynamic Control of Interparticle Distance in a Self-Assembled Ag Nanocube Monolayer for Plasmonic Color Modulation	Ayana Mizuno,Atsushi Ono	ACS Applied Nano Materials
ナノデバイス工学	Kim Juyeong	川人 祥二	2021.1.6	High-Linearity High-Resolution Time-of-Flight Linear-Array Digital Image Sensor Using Time-Domain Feedback	Juyeong Kim,Keita Yasutomi,Keiichiro Kagawa,Shoji Kawahito	Sensors
ナノデバイス工学	Chitra Pandey	三村 秀典	2021.3.31	Electron transport via a few-dopant cluster in the presence of counter-dopants in silicon nanowire transistors	Chitra Pandey,Gaurang Prabhudesai,Kensuke Yamaguchi,V N Ramakrishnan,Yoichiro Neo,Hidenori Mimura,Daniel Moraru	Applied Physics Express
光・ナノ物質機能	叶 浩司	近藤 淳	2021.7.14	Evaluation of Shear Horizontal Surface Acoustic Wave Biosensors Using "Layer Parameter" Obtained from Sensor Responses during Immunoreaction	Koji Kano,Hiroimi Yatsuda,Jun Kondoh	Sensors
光・ナノ物質機能	Teguh Firmansyah Talam	近藤 淳	2021.3.4	Multifunctional and Sensitivity Enhancement of Hybrid Acoustoplasmonic Sensors Fabricated on 36XY-LiTaO3 with Gold Nanoparticles for the Detection of Permittivity, Conductivity, and the Refractive Index	Teguh Firmansyah, Gunawan Wibisono,Eko Tjipto Rahardjo, Jun Kondoh	ACS Applied Materials&Interfaces
光・ナノ物質機能	Teguh Firmansyah Talam	近藤 淳	2021.9.16	Reconfigurable localized surface plasmon resonance spectrum based on acousto-dynamic coupling in arrays gold nanoparticles induced by shear horizontal vibration	Teguh Firmansyah, Gunawan Wibisono,Eko Tjipto Rahardjo, Jun Kondoh	Applied Surface Science

専攻名	投稿者名	指導教員名	掲載(受理)年月日	論文名	著者名	雑誌名
光・ナノ物質機能	Ahmad Guji Yahaya	清水 一男	2021.4.21	Direct and Indirect Bactericidal Effects of Cold Atmospheric-Pressure Microplasma and Plasma Jet	Ahmad Guji Yahaya, Tomohiro Okuyama, Jaroslav Kristof, Marius Gabriel Blajan, Kazuo Shimizu	Molecules
光・ナノ物質機能	Wan Ibtisam Wan Omar	下村 勝	2021.1.11	Hydrothermal synthesis of biocompatible nitrogen doped graphene quantum dots	Wan Ibtisam Wan Omar, Chin Phong Soon, Mohd Khairul Ahmad, Masaru Shimomura	Energy and Environment
光・ナノ物質機能	兒玉 有輝	鳴海 哲夫	2021.6.9	Stereoselective synthesis of highly functionalized (Z)-chloroalkene dipeptide isosteres containing an a,a-disubstituted amino acid	Yuki Kodama, Saki Imai, Junko Fujimoto, Kohei Sato, Nobuyuki Mase, Tetsuo Narumi	Chemical Communications
情報科学	加藤 新良太	石原 進	2021.11.7	Link Setup Time Reduction by FILS on IEEE 802.11-Based Inter-Vehicular Communications	Arata Kato, Taka Maeno, Yasunori Owada, Goshi Sato, Katsuhiko Temma, Toshiaki Kuri, Mineo Takai, Susumu Ishihara	IEEE Access
情報科学	小坂 那緒子	竹内 勇剛	2021.12.6	DNA Extraction: Comparing DNA using DNase, RNase, and Electrophoresis	Naoko Kosaka, Yoshisuke Kumano	The American Biology Teacher
環境・エネルギーシステム	Ma Jiaojiao	孔 昌一	2021.4.18	One-pot microwave-assisted synthesis of porous reduced graphene oxide as an electrode material for high capacitance supercapacitor	Jiaojiao Ma, Yuki Yamamoto, Chang Su, Sushmee Badhulika, Choji Fukuhara, Chang Yi Kong	Electrochimica Acta
環境・エネルギーシステム	辻野 修平	藤原 健智	2021.11.18	Gene expression analysis of <i>Alcaligenes faecalis</i> during induction of heterotrophic nitrification	Shuhei Tsujino, Hideo Dohra, Taketomo Fujiwara	Scientific Reports

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	Most Naoshia Tasnin	丑丸 敬史	2021.4.23	The vacuole controls nucleolar dynamics and micronucleophagy via the NVJ	Most Naoshia Tasnin, Tsuneyuki Takuma, Tasnuva Sharmin, Shamsul Morshed, Takashi Ushimaru	Biochemical and Biophysical Research Communications
バイオサイエンス	Tasnuva Sharmin	丑丸 敬史	2021.6.16	Sorting nexin Mdm1/SNX14 regulates nucleolar dynamics at the NVJ after TORC1 inactivation	Tasnuva Sharmin, Tsuneyuki Takuma, Shamsul Morshed, Takashi Ushimaru	Biochemical and Biophysical Research Communications
バイオサイエンス	Tasnuva Sharmin	丑丸 敬史	2021.7.5	Cdc14 phosphatase downmodulates ESCRT-0 complex formation on vacuolar membranes and microautophagy after TORC1 inactivation	Tasnuva Sharmin, Shamsul Morshed, Most Naoshia Tasnin, Tsuneyuki Takuma, Takashi Ushimaru	Biochemical and Biophysical Research Communications
バイオサイエンス	Most Naoshia Tasnin	丑丸 敬史	2021.11.12	The PI3 kinase complex II-PI3P-Vps27 axis on vacuolar membranes is critical for microautophagy induction and nutrient stress adaptation	Most Naoshia Tasnin, Kisara Ito, Haruko Katsuta, Tsuneyuki Takuma, Tasnuva Sharmin, Takashi Ushimaru	Journal of Molecular Biology
バイオサイエンス	Theeranukul Pachoensuk	徳元 俊伸	2021.2.16	Zebrafish stm is involved in the development of otoliths and of the fertilization envelope	Theeranukul Pachoensuk, Taketo Fukuyo, Md. Rezanujjaman, Klangnurak Wanlada, Chihiro Yamamoto, Akiteru Maeno, Md. Mostafizur Rahaman, Md. Hasan Ali, Toshinobu Tokumoto	Reproduction and Fertility
バイオサイエンス	Md. Rubel Rana	徳元 俊伸	2021.6.30	Biochemical characterization of zebrafish Prss59.1	Rubel Rana, Forhad Hossain, Hasan Ali, Maisum Sarwar Jyoti, Toshinobu Tokumoto	Biochemical and Biophysical Research Communications

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	Md. Hazrat Ali	山崎 昌一	2021.6.11	Translocation of the nonlabeled antimicrobial peptide PGLa across lipid bilayers and its entry into vesicle lumens without pore formation	Md. Hazrat Ali, Madhabi Lata Shuma, Hideo Dohra, Masahito Yamazaki	BBA - Biomembranes

(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	Revathi Manivannan	猪川 洋	2021.6.13～7.31	Silicon Nanoelectronics Workshop 2021	オンライン開催	Performance Analysis of Single-Photon Detector with Real-Time Signal Processing
ナノビジョン工学	Alka Singh	猪川 洋	2021.6.13～7.31	Silicon Nanoelectronics Workshop 2021	オンライン開催	Silicon Single-Electron Transistor as a High-Frequency Rectifier
光・ナノ物質機能	Teguh Firmansyah Talam	近藤 淳	2021.9.11～9.16	IEEE International Ultrasonics Symposium	オンライン開催	Shear horizontal surface acoustic waves assisted gold nanoparticles for a highly tunable localized surface plasmon resonance spectrum
光・ナノ物質機能	田中 晶子	佐藤 浩平	2021.11.29～12.2	13th AFMC International Medicinal Chemistry Symposium	オンライン開催	Chemosensitive incorporation of hydrophilic tags to poorly soluble peptides using peptide hydrazides
バイオサイエンス	Indra Memdi Khoris	朴 龍洙	2021.7.26～7.29	31st anniversary world congress on BIOSENSOR	オンライン開催	Utilization of chromogen-embedded nanovesicle and its catalytic oxidation in colorimetric detection of virus
バイオサイエンス	Md.Hazrat Ali	山崎 昌一	2021.10.4～10.8	20th International Union of Pure and Applied Biophysics(IUPAB) congress	オンライン開催	Translocation of the Nonlabeled Antimicrobial Peptide PGLa across Lipid Bilayers and its Entry into Vesicle Lumens without Pore Formation

(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	電子線励起による高分解能イオンイメージング	ナノビジョン工学	柴野 暁	(川田 善正)
2	誘導ラマン散乱撮像素子回路に関する基礎研究	ナノビジョン工学	Shukri B. Korakkottil Kunhi Mohd	川人 祥二
3	ナノ構造トランジスタの研究	ナノビジョン工学	Chitra Pandy	三村 秀典
4	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
5	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
6	希土類金属間化合物の基礎物性研究	光・ナノ物質機能	Jumaeda Jatmika	海老原 孝雄
7	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
8	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
9	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
10	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	Morarur Daniel
11	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
12	長周期積層構造をもつMg合金中の溶質元素による歪と周期構造	光・ナノ物質機能	村上 拓	藤間 信久
13	金属ドーピング酸化チタンに関する理論計算と光触媒反応解析	光・ナノ物質機能	Singh Kamaljeet	下村 勝
14	マイクロプラズマによる経皮ドラッグデリバリーの検証	光・ナノ物質機能	Yahaya Ahmad Guji	清水 一男

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
15	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
16	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
17	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	佐藤 浩平
18	穀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
19	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
20	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
21	ゲージ重力対応の研究	情報科学	山代 和志	土屋 麻人
22	Noncommutative quadric hypersurfaces	情報科学	Hu Haigang	毛利 出
23	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
24	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
25	介護福祉施設におけるスタッフ間コミュニケーションに関する研究	情報科学	王 斌宇	竹内 勇剛
26	エッジAI構成ソフトウェア基盤に関する研究	情報科学	河合 孔明	福田 直樹
27	深層学習に関する研究	情報科学	Sendilkkumaar Indrapriyadarsini	浅井 秀樹
28	くりこみ群と勾配流の研究	情報科学	田中 豪太	土屋 麻人

№	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
29	量子ダイナミクスの研究	情報科学	吉田 大輝	森田 健
30	事前経験が主観的同時に与える影響: 認知神経科学的研究	情報科学	Kevin Widjaja	宮崎 真
31	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
32	不連続準同型と基数不変量	情報科学	青木 悠史郎	依岡 輝幸
33	位相空間の積の正規性	情報科学	葛西 陽介	依岡 輝幸
34	テンソルネットワークと時空の研究	情報科学	桑原 孝明	土屋 麻人
35	量子エンタングルメントによる量子重力の研究	情報科学	水野 優輝	土屋 麻人
36	マルチモーダル行動コーパスの方法論に基づく学習環境デザインに関する研究	情報科学	漆畑 文哉	桐山 伸也
37	知識創造型学習環境の構築と評価システムの開発	情報科学	川久保 アンソニーJ 太稀	大島 律子
38	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
39	混交林生態系における植物水分利用特性に関する研究	環境・エネルギーシステム	Huang Ke Chao	王 権
40	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
41	グラフェン複合材料の作製とスーパーキャパシタへの応用	環境・エネルギーシステム	Ma Jiao Jiao	孔 昌一
42	多孔質体内の乾燥過程のモデル化	環境・エネルギーシステム	鄭 子豪	桑原 不二郎

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
43	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
44	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
45	分光反射に基づく植物構造特性の推定	環境・エネルギーシステム	Gan Yi	王 権
46	金属-高分子材料の異種材摩擦かく拌接合	環境・エネルギーシステム	Arunagiri Azhagar	早川 邦夫
47	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
48	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
49	内湾性貝形虫類の分類と形態に関する研究	環境・エネルギーシステム	中村 大亮	塚越 哲
50	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
51	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
52	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
53	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
54	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
55	東パングア後期古生代の古環境と植生変遷の解明に向けた古花粉学的研究	環境・エネルギーシステム	Ahmed Maher Abdelsameaa Younes	北村 晃寿
56	プラスミドの宿主域の網羅的な解明	環境・エネルギーシステム	徳田 真穂	新谷 政己

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
57	エントロピー制御型多機能合金の創製とその場連続損傷計測法の開発	環境・エネルギーシステム	藤田 佳佑	菊池 将一
58	被子植物における生殖器官の解剖学的形質の進化の解明	バイオサイエンス	Santika Yessi	丑丸 敬史
59	Nostoc sp. 36 のゲノム解析	バイオサイエンス	福地 智一	栗井 光一郎
60	ペプチドの膜透過の研究	バイオサイエンス	Md. Hazrat Ali	山崎 昌一
61	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
62	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
63	Development of monovalent and tetravalent dengue virus-like particle (vlp) as vaccine candidate using silkworm expression system	バイオサイエンス	Doddy Irawan Setyo Utomo	朴 龍洙
64	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
65	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
66	ビリビオロビン合成酵素の開発	バイオサイエンス	三宅 敬太	栗井 光一郎
67	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
68	Nanocarrier application for advanced virus biosensor	バイオサイエンス	Indra Memdi Khoris	朴 龍洙
69	抗菌ペプチドのポア形成に与える膜張力の効果の研究	バイオサイエンス	Md. Masum Billah	山崎 昌一
70	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

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
71	Antigen displaying through SpyTag/SpyCatcher bioconjugation system on virus-like particle for vaccine matrix	バイオサイエンス	Boonyakida Jirayu	朴 龍洙
72	Nostoc sp. 36 由来desC2の逆遺伝学的解析	バイオサイエンス	Devi Bentia Effendi	栗井 光一郎
73	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
74	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
75	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
76	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クセインシステムの確立	バイオサイエンス	Jyoti Md Maisum Sarwar	徳元 俊伸
77	新規糖質関連酵素の探索と構造機能解明	バイオサイエンス	池谷 真里奈	宮崎 剛亜
78	多分岐 α -グルカンの分解に関与するタンパク質の構造と機能の解明	バイオサイエンス	中村 駿太郎	宮崎 剛亜
79	エイの体表粘質物由来ムチンによるA.muciniphilaの特異的誘導作用とその生理的意義の研究	バイオサイエンス	宮田 高明	森田 達也

(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	有機薄膜における高次構造形成及び応用に関する研究	光・ナノ物質機能	田畑 諒	久保野 敦史
2	チタン鉄鉱からのリン酸チタンの製造と医用材料としての評価	光・ナノ物質機能	Kulathunga Malliyawadu Ushan Sameera	下村 勝
3	深層学習を用いた高精度な顕著性マップモデルの開発	情報科学	Sultana Rebeka	大橋 剛介
4	ロボットへの機械学習応用	情報科学	加藤 大資	小林 祐一
5	組織的な「失敗からの学び」に関する研究	情報科学	Tiwari Nikhil	永吉 実武
6	環境中における薬剤耐性プラスミドの動態	環境・エネルギー システム	Singh Shweta	新谷 政己
7	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	Roengritronnchai Perawat	朝間 淳一
8	ゲノム編集ゼブラフィッシュを用いたステロイド膜受容体遺伝子の機能解明	バイオサイエンス 専攻	Umme Habiba Mustary	徳元 俊伸
9	RGG領域による核酸認識機構の解明	バイオサイエンス 専攻	Luthfi Lulul Ulum	大吉 崇文
10	自然言語の感情分析手法に基づくソーシャルメディアにおける頑健なヘイトスピーチ検出	情報科学	Mamun Maliha Binte	西村 雅史

7. 主催・共催シンポジウム等

(1) The 17th International Conference on Quality in Research(QIR)

日時 令和3年10月13日～15日
場所 インドネシア大学 オンライン開催
世話人 インドネシア大学
分野 工学・情報系分野
参加者 猪川洋大学院光医工学研究科長をはじめ、3名の教員、博士課程学生5名を含む、海外の教員・研究者、博士課程学生、企業の研究者・技術者など

(2) 第19回インターアカデミア(Inter-Academia 2021)国際会議

“The 19th International Conference on Global Research and Education”

日時 令和3年10月20日～22日
場所 ベラルーシ ゴメルステート大学 オンライン開催
世話人 ゴメルステート大学インターアカデミア実行委員会
静岡大学インターアカデミア実行委員会
分野 工学・情報系分野
参加者 原正和創造科学技術大学院長をはじめ、教員、博士課程・修士課程学生37名を含む、海外の教員・研究者、博士課程学生、企業の研究者・技術者など

(3) “The 8th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2022(ISFAR-SU2022)～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 超領域研究推進本部 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
大学院光医工学研究科
日時 令和4年3月1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、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、大学院光医工学研究科が共催で開催する国際シンポジウムの実行委員会
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 昨年に引き続き、2回目のオンライン開催となり、原正和創造科学技術大学院長、朴龍洙グリーン科学技術研究所長、三村秀典電子工学研究所長、および猪川洋大学院光医工学研究科長、並びに教職員学生を含む約100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41名、「未来の科学者養成スクール」を受講する高校生4名が、研究分野に応じて3つのセッションに別れ、研究発表を行った。

8. 大学間交流協定等

(1) ダルエスサラーム大学(タンザニア)との大学間交流協定覚書締結(令和3年9月3日)

資 料 編

1. 入学状況

大学院自然科学系教育部

専攻名	区分	一般	社会人	私費留学生	国費留学生	合計
ナノビジョン工学	4月入学	0	1	0	1	2
	10月入学	0	0	0	2	2
	計	0	1	0	3	4
光・ナノ物質機能	4月入学	0	0	0	3	3
	10月入学	1	0	2	6	9
	計	1	0	2	9	12
情報科学	4月入学	7	0	1	0	8
	10月入学	1	1	2	0	4
	計	8	1	3	0	12
環境・エネルギーシステム	4月入学	2	1	1	2	6
	10月入学	0	0	3	0	3
	計	2	1	4	2	9
バイオサイエンス	4月入学	3	0	3	1	7
	10月入学	0	0	3	4	7
	計	3	0	6	5	14
合 計		14	3	15	19	51

2. 競争的資金獲得状況 (1) 科学研究費補助金

研究種目	研究代表者			交付(予定)額					研究課題名
	所 属	職 名	氏 名	令和3年度		令和4年度		令和5年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	間接経費	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	106,400,000	31,920,000	72,100,000	72,100,000	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)	情報学部	准教授	森田 純哉	1,500,000	450,000	0	0	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	0	0	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	1,500,000	450,000	0	0	0	TORC1によるミクروسクレオプアジー制御機構
新学術領域研究 (研究領域提案型)	工学部	准教授	小林 祐一	1,300,000	390,000	0	0	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	8,000,000	2,400,000	0	0	0	周囲の人たちへの配慮を伴った公共場面で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	0	0	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
新学術領域研究 (研究領域提案型)	工学部	准教授	鳴海 哲夫	2,800,000	840,000	2,800,000	0	0	コピキチン鎖の空間配向制御を指向したケモテクナロジーの開発
新学術領域研究 (研究領域提案型)	農学部	教授	本橋 令子	1,800,000	540,000	1,700,000	0	0	ヤポネシア人とサトイモの来た道
基盤研究(S)	電子工学研究所	教授	川人 祥二	30,100,000	9,030,000	15,500,000	0	0	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	3,000,000	900,000	0	0	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	7,100,000	2,130,000	6,300,000	0	0	複数の事前分布の学び分け: タイミング行動における神経基盤の解明
基盤研究(A)	電子工学研究所	教授	小野 行徳	7,100,000	2,130,000	7,200,000	7,200,000	7,200,000	電子流体効果を用いた新原理シリコンデバイス研究
基盤研究(A)	グリーン科学技術研究所	教授	朴 龍洙	8,300,000	2,490,000	8,400,000	8,400,000	8,300,000	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

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3年度		令和4年度		令和5年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	間接経費	直接経費	
基盤研究(A)	工学部	教授	福原 長寿	12,100,000	3,630,000	7,200,000	6,000,000	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(A)	電子工学研究所	教授	香川 景一郎	14,600,000	4,380,000	10,000,000	7,500,000	広視野生体定量イメージングに向けたコンピュテーショナルCMOSイメージセンサ	
基盤研究(A)	農学部	教授	平井 浩文	14,300,000	4,290,000	5,600,000	6,200,000	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	
基盤研究(B)	理学部	教授	富田 誠	1,200,000	360,000	0	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)	工学部	教授	前田 恭伸	2,500,000	750,000	2,600,000	0	ボロンテア参加機構を活用したボロン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)	創造科学技術大学院	教授	原 正和	1,800,000	540,000	1,600,000	0	超低温保存が可能な種子における天然変性蛋白質の卓越した保護活性の分子機構	
基盤研究(B)	農学部	教授	轟 泰司	2,200,000	660,000	0	0	新規アプシシン酸シグナル伝達機構の解明	
基盤研究(B)	情報学部	教授	西垣 正勝	2,600,000	780,000	2,500,000	0	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	2,400,000	720,000	0	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)	情報学部	教授	大島 律子	2,200,000	660,000	2,200,000	0	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	3,700,000	1,110,000	0	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	0	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	0	0	トリム曲面接線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	2,700,000	810,000	2,300,000	2,100,000	DDSナノ微粒子薬物キャリア分光学計測のための非線形共焦点顕微鏡システムの開発	

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3年度		令和4年度	令和5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	橋口 原	1,400,000	420,000	0	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	2,100,000	630,000	0	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	
基盤研究(B)	工学部	准教授	松田 靖弘	1,200,000	360,000	0	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	3,700,000	1,110,000	0	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スミドの同定とその伝播の実態解明	
基盤研究(B)	工学部	講師	田代 陽介	3,300,000	990,000	0	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	0	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	3,800,000	1,140,000	2,600,000	0	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	3,200,000	960,000	0	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)	理学部	准教授	大矢 恭久	4,700,000	1,410,000	3,200,000	0	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	4,700,000	1,410,000	3,100,000	0	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	5,900,000	1,770,000	3,600,000	0	非対称構造を有するペ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	
基盤研究(B)	電子工学研究所	講師	堀 匡寛	3,700,000	1,110,000	3,300,000	2,000,000	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	
基盤研究(B)	電子工学研究所	教授	川田 善正	4,800,000	1,440,000	3,100,000	0	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	3,300,000	990,000	3,600,000	0	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	

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3年度		令和4年度	令和5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	准教授	森 智夫	3,600,000	1,080,000	3,100,000	0	白色腐朽菌-細菌複合微生物系における高リグニン分解能を誘導する相互作用機構の解明	
基盤研究(B)	理学部	教授	塚越 哲	4,900,000	1,470,000	2,500,000	2,400,000	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	3,200,000	960,000	3,400,000	0	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	3,300,000	990,000	3,400,000	3,200,000	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	3,700,000	1,110,000	3,300,000	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	
基盤研究(B)	情報学部	教授	大島 純	3,300,000	990,000	3,200,000	3,300,000	一人一台端末時代の知識創造型学習実践の設計と評価	
基盤研究(B)	理学部	教授	川本 竜彦	8,900,000	2,670,000	2,600,000	2,300,000	海水起源の沈み込み帯流体によるメントルラセンの蛇紋岩化・炭酸塩化作用	
基盤研究(B)	電子工学研究所	准教授	臼杵 深	10,700,000	3,210,000	1,600,000	1,600,000	高速・高分解能な光加工計測を実現する近接場位相共役レンズの開発	
基盤研究(B)	電子工学研究所	教授	佐々木 哲朗	6,600,000	1,980,000	3,500,000	3,500,000	精密格子振動計測を利用した極微量不純物定性・定量技術の開発	
基盤研究(B)	工学部	准教授	渡部 綾	4,000,000	1,200,000	6,400,000	2,800,000	Redox性格子S種の直接電気助起で創る革新的アルカン脱水素の構造体触媒システム	
基盤研究(B)	グリーン科学技術研究所	教授	間瀬 暢之	8,100,000	2,430,000	2,700,000	2,800,000	ファイバパブルによるグリーンものづくり:原理原則の解明から合成プロセス開発まで	
基盤研究(B)	農学部	教授	王 権	6,700,000	2,010,000	2,400,000	2,400,000	植物生理活性の動的変化をトレース可能な放射伝達モデルの開発と生態系機能評価	
基盤研究(B)	理学部	教授	丑丸 敬史	8,900,000	2,670,000	3,000,000	1,900,000	液相が制御する核内染色体・核小体の再配置と核分解オートファジーとの運動機構の解明	
基盤研究(B)	工学部	准教授	小林 祐一	3,600,000	1,080,000	3,100,000	1,600,000	可制御性・可到達性にもとづいた写像学習によるロボットの統合的非線形制御の検討	

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3年度		令和4年度		令和5年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	間接経費	直接経費	
基盤研究(B)	情報学部	准教授	山本 祐輔	2,600,000	780,000	3,700,000	2,400,000	批判的なウェブ情報探索を活性化させる情報インフラクション	
基盤研究(B)	グリーン科学技術研究所	教授	二又 裕之	4,600,000	1,380,000	4,600,000	4,100,000	微生物制御の新展開:電気的代謝スイッチング制御機構の解明	
研究成果公開促進費	理学部	教授	丑丸 敬史	500,000	0	0	0	細胞内浄化システム オートファジーと病気の関連	
特別研究員奨励費	自然科学系教育部	DC2	竹村 謙信	800,000	0	0	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	
特別研究員奨励費	工学部	PD	楠野 宏明	600,000	180,000	0	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	800,000	0	0	0	線り込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	1,000,000	0	0	0	植物成長調節物質である"フェアリー化合物"が植物ホルモンであることの証明	
特別研究員奨励費	自然科学系教育部	DC1	水野 文菜	800,000	0	800,000	0	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	コリス インドラ メンディ	900,000	0	900,000	0	色原体包埋ナノキャリアを用いたシングル増幅型多重ウイルスの二元的検出技術の確立	
特別研究員奨励費	自然科学系教育部	DC2	松野 仁樹	800,000	0	700,000	0	非可換超曲面と非可換不変式環の幾何学的および表現論的性質に関する研究	
特別研究員奨励費	自然科学系教育部	DC2	三宅 敬太	800,000	0	700,000	0	ピリン色素合成酵素の機構解明および機能改良による新規ピリン色素合成酵素の創出	
特別研究員奨励費	自然科学系教育部	DC2	増澤 樹	800,000	0	700,000	0	神経変性疾患の原因となるグアニン四重鎖RNA凝集体の形成機構と作用機序の解明	
基盤研究(C)	理学部	准教授	保坂 哲也	300,000	90,000	0	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	800,000	240,000	0	0	強制公理の応用と大きい連続体濃度	

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3年度		令和4年度	令和5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	大木 哲史	600,000	180,000	0	0	未知の攻撃を検知するUnspoofable Biometricsの研究	
基盤研究(C)	電子工学研究所	准教授	庭山 雅嗣	700,000	210,000	0	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	
基盤研究(C)	情報学部	准教授	高口 鉄平	900,000	270,000	200,000	0	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	准教授	石橋 秀巳	800,000	240,000	0	0	苦鉄質マグマの火道上昇に伴う物性変化とそ の噴火ダイナミクスへの影響の解明	
基盤研究(C)	理学部	講師	三井 雄太	900,000	270,000	0	0	1kPa以下の応力変化による地震活動の消長: グリーンバブルからローカルまで	
基盤研究(C)	工学部	教授	島村 佳伸	700,000	210,000	0	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	0	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	900,000	270,000	0	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	400,000	120,000	500,000	0	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	500,000	150,000	0	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	600,000	180,000	0	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	400,000	120,000	0	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	0	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	0	0	植物病原性Pantoea属細菌の生態の解明	

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3年度		令和4年度	令和5年度		
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費		
基盤研究(C)	農学部	助教	菌部 礼	900,000	270,000	0	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	
基盤研究(C)	教育学部	准教授	雪田 聡	1,000,000	300,000	0	0	遺伝子改変両生類を用いた新たな骨リモデル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	0	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	600,000	180,000	800,000	700,000	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の構築	
基盤研究(C)	情報学部	教授	杉山 岳弘	1,100,000	330,000	0	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	1,100,000	330,000	1,300,000	0	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	1,100,000	330,000	1,300,000	0	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	900,000	270,000	900,000	700,000	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	700,000	210,000	600,000	700,000	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)	工学部	准教授	奥谷 昌之	1,500,000	450,000	900,000	0	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	1,300,000	390,000	600,000	0	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	
基盤研究(C)	工学部	准教授	二川 雅登	700,000	210,000	700,000	0	土壌のイオン種制御にまつ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	800,000	240,000	700,000	0	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	

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3年度		令和4年度			令和5年度
				直接経費	間接経費	直接経費	間接経費		直接経費
基盤研究(C)	工学部	准教授	武田 正典	1,000,000	300,000	500,000	0	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	1,100,000	330,000	1,100,000	0	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	1,000,000	0	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	900,000	270,000	800,000	0	「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	0	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	700,000	0	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	1,100,000	330,000	900,000	0	酵母における持続的な熱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	500,000	150,000	500,000	0	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	900,000	270,000	800,000	0	スチ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	700,000	210,000	900,000	0	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	
基盤研究(C)	情報学部	教授	荒木 由布子	1,300,000	390,000	800,000	0	関数データ解析に基づく高次元データのため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	1,200,000	360,000	600,000	0	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	1,500,000	450,000	800,000	0	半順序関係に基づくストリームデータの劣線形要約	

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3年度		令和4年度	令和5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	教授	守田 智	1,200,000	360,000	1,000,000	1,000,000	複雑ネットワークにおける隣接行列の縮約的表現法の開発とその応用	
基盤研究(C)	理学部	教授	土屋 麻人	1,000,000	300,000	800,000	800,000	解析および数値的手法による超弦の行列模型から創発される時空の研究	
基盤研究(C)	理学部	准教授	鈴木 雄太郎	1,500,000	450,000	1,300,000	500,000	化石複眼の構造－視覚機能の成熟プロセスの解明：視覚特性の進化多様性	
基盤研究(C)	工学部	教授	大岩 孝彰	900,000	270,000	1,200,000	1,100,000	円筒面ターゲットと光による5自由度微小運動計測用センサシステムの高度化	
基盤研究(C)	工学部	教授	野口 俊彦	1,900,000	570,000	1,000,000	300,000	透磁率変調に基づく新規可変界磁モータと拡張最大トルク制御法に関する研究	
基盤研究(C)	電子工学研究所	教授	原 和彦	1,300,000	390,000	1,000,000	1,000,000	ミスCVDによる量子ドット分散半導体薄膜の単一プロセス形成	
基盤研究(C)	工学部	准教授	トリババイ サロジ	800,000	240,000	1,600,000	700,000	Human sweat ducts as helical antenna: Prospects for practical applications	
基盤研究(C)	工学部	教授	早川 邦夫	2,600,000	780,000	400,000	200,000	冷間鍛造における摩擦係数の高精度同定と焼付きのリアルタイム検出・予測	
基盤研究(C)	農学部	准教授	加藤 竜也	1,700,000	510,000	800,000	700,000	フアビンタンパク質機能から紐解くAshbya gossypiiリポフラビン生産	
基盤研究(C)	理学部	教授	佐藤 慎一	800,000	240,000	700,000	700,000	長期定点観測と化石を併用した貝類・貝形虫類の環境激変イベントからの回復過程の比較	
基盤研究(C)	情報学部	准教授	大本 義正	1,300,000	390,000	1,100,000	800,000	時間発展的な相互他者モデル推定を伴うインフラジョンモデルの開発と評価	
基盤研究(C)	創造科学技術大学院	教授	藤原 健智	1,200,000	360,000	1,200,000	800,000	従属栄養的に硝化を行うことは微生物自身にとってどのような意義があるのか？	
挑戦的研究(開拓)	電子工学研究所	教授	小野 行徳	1,700,000	510,000	0	0	新原理エレクトロニクス創成に向けた電子系－格子系・高速エネルギー変換技術の確立	
挑戦的研究(開拓)	情報学部	准教授	狩野 芳伸	6,500,000	1,950,000	6,400,000	7,000,000	脳科学・認知科学による人間に近いモデルに基づく日本語話し言葉解析器の構築と検証	

研究種目	研究代表者			交付(予定)額					研究課題名
	所 属	職 名	氏 名	令和3年度		令和4年度		令和5年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	間接経費	直接経費	
挑戦的研究(開拓)	情報学部	教授	西村 雅史	4,100,000	1,230,000	6,700,000	4,700,000	多元的センサー情報に基づく食行動研究基盤の構築	
挑戦的研究(開拓)	工学部	教授	福原 長寿	5,700,000	1,710,000	8,200,000	6,100,000	温室効果ガスからの固体C捕集でCOP21約東草案に貢献する革新触媒プロセスの開拓	
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	0	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)	創造科学技術大学院	教授	原 正和	1,500,000	450,000	0	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	0	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	
挑戦的研究(萌芽)	理学部	講師	守谷 誠	1,200,000	360,000	1,500,000	0	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	2,000,000	600,000	1,200,000	0	氷点下領域で機能する極限環境触媒システムの新製	
挑戦的研究(萌芽)	農学部	教授	平井 浩文	2,200,000	660,000	0	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)	電子工学研究所	教授	池田 浩也	1,600,000	480,000	1,500,000	0	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	
挑戦的研究(萌芽)	情報学部	教授	大島 純	1,300,000	390,000	2,000,000	1,500,000	フィンランド、米国、日本の連携による知識創造型学習の評価手法開発	
挑戦的研究(萌芽)	工学部	准教授	菊池 将一	3,400,000	1,020,000	1,300,000	0	がん転移に関わる細胞分化機構解明を目的とした細胞-細胞間引張強度測定技術の創成	
挑戦的研究(萌芽)	工学部	教授	石原 進	2,500,000	750,000	2,400,000	0	無線通信困難な地下空間でのドローン群活動のための高信頼無線ネットワーク技術の開発	
挑戦的研究(萌芽)	工学部	准教授	松井 信	2,400,000	720,000	1,300,000	1,200,000	超高感度マルチパスレーザーヘテロ干渉計の開発と衝撃波前方ブリカカーサ現象の解明	
挑戦的研究(萌芽)	理学部	教授	坂本 健吉	3,100,000	930,000	1,900,000	0	含ケイ素反芳香族化合物シラフエナレンおよび奇交互互炭化水素シラフエナレンの創生	

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3年度		令和4年度		令和5年度		
				直接経費	間接経費	直接経費	間接経費	直接経費	間接経費	
挑戦的研究(萌芽)	電子工学研究所	教授	山崎 昌一	3,400,000	1,020,000	1,500,000	0	0	0	単一細菌を用いた抗菌活性測定法の開発と抗菌ペプチドの抗菌メカニズム解明への応用
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	5,900,000	1,770,000	2,800,000	0	0	0	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	4,900,000	1,470,000	5,300,000	0	0	0	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	3,600,000	1,080,000	3,700,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	亜寒帯・温帯・熱帯植物の「植物体圏」におけるアブラムシの伝播現象の実態解明
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (B))	理学部	教授	川本 竜彦	700,000	210,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	西アラルプスのシエネイエ・オフイオライトに記録される海洋プレートが運ぶ海水の行方
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (B))	農学部	准教授	小谷 真也	100,000	30,000	3,600,000	3,600,000	3,600,000	3,600,000	ゲノム微生物学を基盤としたタイ由来熱帯希少放線菌の生理活性物質の探索
若手研究	理学部	准教授	メリア ダイエゴ	600,000	180,000	0	0	0	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	600,000	180,000	0	0	0	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
若手研究	グリーン科学技術研究所	助教	宮崎 剛亜	1,000,000	300,000	0	0	0	0	ヒト型糖鎖生合成酵素と相同性を有する昆虫由来酵素群の構造機能相関解明と応用展開
若手研究	情報学部	助教	遠山 紗矢香	1,400,000	420,000	700,000	500,000	500,000	500,000	理解深化を志向した協調学習とプログラミングの統合枠組みの提案
	合計149件			513,900,000	152,010,000	314,000,000	192,300,000	192,300,000	192,300,000	

(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
60件	537,574,507 円	421,473,242 円	116,101,265 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
165件	353,982,048 円	270,138,048 円	77,684,000 円	5,133,800 円	1,026,200 円

3. 学術論文・学会発表等

【教員構成員】

2021/10/1 教員名簿による

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	16	9			25
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	27	15	2	1	45
4	ナノマテリアル	10	7		1	18
5	エネルギーシステム	10	8			18
6	統合バイオサイエンス	19	10	1	1	31
7	環境サイエンス	9	5		1	15
8	ベーシック	14	7	2		23
	計	110	62	5	4	181

(1) 学術論文・著書等

令和3年3月31日現在

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	101	25			126
2	オプトロニクスサイエンス	34	4			38
3	インフォマティクス	85	34		2	121
4	ナノマテリアル	36	10		3	49
5	エネルギーシステム	47	36			83
6	統合バイオサイエンス	77	5	4	3	89
7	環境サイエンス	25	10			35
8	ベーシック	19	20	9		48
	計	424	144	13	8	589

(2) 特許等

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	20	1			21
2	オプトロニクスサイエンス	1				1
3	インフォマティクス	4	1			5
4	ナノマテリアル	2				2
5	エネルギーシステム	5	1			6
6	統合バイオサイエンス	13				13
7	環境サイエンス					
8	ベーシック		2			2
	計	45	5			50

(3) 国際会議発表件数

№	部門	教授	准教授	講師	助教	計
1	ナノビジョンサイエンス	127	33			160
2	オプトロニクスサイエンス	5	7			12
3	インフォマティクス	37	16		3	56
4	ナノマテリアル	46	15		2	63
5	エネルギーシステム	22	38			60
6	統合バイオサイエンス	12		6	2	20
7	環境サイエンス	4	14			18
8	ベーシック	10	16	9		35
	計	263	139	15	7	424

(4) 国内学会発表件数

№	部門	教授	准教授	講師	助教	計
1	ナノビジョンサイエンス	160	73			233
2	オプトロニクスサイエンス	7	5			12
3	インフォマティクス	168	72	3	1	244
4	ナノマテリアル	99	53		26	178
5	エネルギーシステム	99	89			188
6	統合バイオサイエンス	102	8	25	13	148
7	環境サイエンス	23	37			60
8	ベーシック	44	21	7		72
	計	702	358	35	40	1,135

(5) 招待講演件数

№	部門	教授	准教授	講師	助教	計
1	ナノビジョンサイエンス	21	12			33
2	オプトロニクスサイエンス	2				2
3	インフォマティクス	9	5		1	15
4	ナノマテリアル	16	8		1	25
5	エネルギーシステム	10	8			18
6	統合バイオサイエンス	17	1	8	1	27
7	環境サイエンス	3	3			6
8	ベーシック	5	17	4		26
	計	83	54	12	3	152

4. 客員教授

部門 ナノビジョンサイエンス部門
氏名 Bottoni Paolo(61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(62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(48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(55歳)
現職 カールスルーエ工科大学 シンクロトロン放射光研究所 加速器研究科長
任期 令和3年4月1日～令和5年3月31日

部門 インフォマティクス部門
氏名 飯田 一朗(66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(73歳)
現職 のうえノバ株式会社 代表取締役社長
任期 令和3年4月1日～令和5年3月31日

部門 インフォマティクス部門
氏名 玉井 颯(66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 令和3年4月1日～令和5年3月31日

部門 インフォマティクス部門
氏名 中川路 哲男(63歳)
現職 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 農業情報研究センター センター長
任期 令和3年12月1日～令和5年3月31日

部門 インフォマティクス部門
氏名 廣本 宣久(66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 インフォマティクス部門
氏名 MD Yushalify Misro(29歳)
現職 マレーシア科学大学 上級講師
任期 令和3年12月1日～令和5年3月31日

部門 ナノマテリアル部門
氏名 今野 弘之(69歳)
現職 浜松医科大学 学長
任期 令和3年4月1日～令和5年3月31日

部門 ナノマテリアル部門
氏名 山本 清二(67歳)
現職 浜松医科大学 理事(教育・産学連携担当)・副学長
任期 令和3年4月1日～令和5年3月31日

部門 ナノマテリアル部門
氏名 福田 敦夫(64歳)
現職 浜松医科大学 神経生理学講座 教授
任期 令和3年4月1日～令和5年3月31日

部門 エネルギーシステム部門
氏名 吉原 利一(59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 エネルギーシステム部門
氏名 中井 善一(66歳)
現職 神戸大学名誉教授
任期 令和3年4月1日～令和5年3月31日

部門 統合バイオサイエンス部門
氏名 Susanne Baldermann(44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(75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 令和3年4月1日～令和5年3月31日

部門 環境サイエンス部門
氏名 泰中 啓一(72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(67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(70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(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 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(54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 令和3年4月1日～令和5年3月31日

氏名 河合 文雄(71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

粟井 光一郎178

い

池田 浩也 22
石田 明広 24
石橋 秀巳235
石原 進 69
伊藤 友孝105
井上 翼 27
一ノ瀬 元喜103
猪川 洋 29
居波 涉 25

う

丑丸 敬史180
臼杵 深107

え

江上 力 59
海老原 孝雄267

お

大岩 孝彰150
大島 純 71
大島 律子 73
大橋 剛介 75
大吉 崇文202
岡島 いづみ164
岡林 利明248
沖田 善光121
荻野 明久 45
奥谷 昌之137
小野 行徳 31

か

甲斐 充彦109
香川 景一郎 33
加藤 竜也182
金武 佳明 35
河岸 洋和184
川人 祥二 37
川本 竜彦221

き

菊池 将一166
北村 晃寿223

く

桑原 不二期152

け

こ

孔 昌一154
光野 徹也 47
木 寄 暁子204
小谷 真也206
小西 達裕 77
小林 健二249
小林 祐一111
近藤 淳125
近藤 満251

さ

佐々木 哲朗 39
佐治 斉 79
佐藤 浩平145
佐藤 慎一227
真田 俊之156

し

島村 佳伸158
清水 一男 63
新谷 政己237

す

杉浦 彰彦 81
杉山 岳弘 83
鈴木 信行253

せ

関根 理香255

そ

蘭部 礼240

た

竹内 勇剛 67
竹之内 裕文188
田代 陽介212
立岡 浩一127
田中 直樹256

ち

近田 拓未277

つ

塚越 哲229

土屋 麻人257

て

と

徳元 俊伸176

轟 泰司190

富田 誠259

鳥居 肇261

トリパティ サロジ 49

な

中野 貴之 51

中村 篤志139

永吉 実武 85

に

西村 雅史 87

ぬ

ね

の

能見 公博 89

は

橋口 原 20

長谷川 孝博 91

早川 邦夫160

原 和彦 18

原 正和174

ひ

平井 浩文192

平川 和貴129

ふ

福田 直樹113

福田 充宏162

藤井 朋之168

藤間 信久131

藤原 健智219

二川 雅登 53

へ

ほ

堀 匡寛 55

ま

前田 恭伸 93

間瀬 暢之133

松田 靖弘141

み

三浦 憲二郎 95

三重野 哲246

ミゼイクス ビガンタス 41

道下 幸志 97

三井 雄太239

峰野 博史 99

三村 秀典 43

宮崎 剛重214

宮崎 佳典101

む

め

メヒア デイエゴ269

も

毛利 出263

本澤 政明170

本橋 令子194

モラル ダニエル143

森 智夫208

森田 健271

守田 智231

森田 純哉115

森田 達也196

守谷 誠279

や

矢 永誠人273

山崎 昌一198

山本 歩200

山本 祐輔117

山本 泰生119

ゆ

雪田 聡210

よ

依田 秀実265

依岡 輝幸275

ら

り

李 洪譜 61

る

れ

ろ

わ

脇谷 尚樹135

王 権233

静岡大学創造科学技術大学院
教育研究活動報告書

第 16 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5年12月11日発行



静岡大学