

教育研究活動報告書

第17号

Annual report 2022

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	55
・教員別活動報告	57
(3) インフォマティクス部門	
・部門活動報告	68
・教員別活動報告	70
(4) ナノマテリアル部門	
・部門活動報告	132
・教員別活動報告	134
(5) エネルギーシステム部門	
・部門活動報告	162
・教員別活動報告	165
(6) 統合バイオサイエンス部門	
・部門活動報告	190
・教員別活動報告	192
(7) 環境サイエンス部門	
・部門活動報告	241
・教員別活動報告	244
(8) ベーシック部門	
・部門活動報告	271
・教員別活動報告	275
5. 特別教育研究経費等	308
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	319
(2) 英語論文投稿支援申請一覧	321
(3) 国際会議発表支援申請一覧	325
(4) リサーチ・アシスタント（RA）採用一覧	326
7. 主催・共催シンポジウム等	333
8. 大学間交流協定等	334

資料編

1. 入学状況	335
2. 競争的資金獲得状況	
(1) 科学研究費補助金	336
(2) 受託研究費	346
(3) 民間との共同研究	346
3. 学術論文・学会発表等	
教員構成員	347
(1) 学術論文・著書等	347
(2) 特許等	347
(3) 国際会議発表件数	348
(4) 国内学会発表件数	348
(5) 招待講演件数	348
4. 客員教授	349

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 654 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、就学支援や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ており、昨年度からさらにもう 1 件のプログラムが展開されております。光医工学超領域分野フェロ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シップ創設事業の一環として採択されたものであり、昨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、本学の新たな重点分野である「光応用分野」、「グリーン科学分野」、「カーボンニュートラル科学分野」、「情報応用科学分野」においては、本学の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 17 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、学生に対する支援を強化し、国際社会と地域社会の期待に応え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、高い専門性と柔軟な適応能力を備えた博士人材を養成してきました。本教育部は、こうした理念を具現化するため、研究分野との整合性に配慮した5つの専攻を設置しております。科学技術の進歩に機敏に対処し、国際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4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4年度博士学位取得者41名(9月期課程博士22名・論文博士0名、3月期課程博士19名・論文博士0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654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42名(4月入学17名、10月入学25名)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には、入学期の延期や休学など、就学への影響が最小限になるよう柔軟に対応してきました。次年度も感染状況に応じた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」を実施しました。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。学生と地域産業界を結びつける機会も設けております。新型コロナウイルスの影響をにらみつつ、産学連携推進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イベントの再開を計画しています。

(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取り組みました。

(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3名(令和5年3月末までの総計58名)、学位を取得したDDP学生は4名(同総計40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、同名称のプログラムが本年度も継続しています(年間8名枠)。また別枠として「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年から3か年、年間3名枠)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。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ことが特徴である。

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、基盤的研究を推進している。

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、175 名(令和 4 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4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。COVID-19 のため、令和 2 年度以降、教員・学生の海外派遣・招聘を中心とする事業を進められていないが、今年度は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 13 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 25 件と 7 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)、インドネシア大ー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

インドの協定校SRMISTが主催し、本学他が共催する国際会議(7th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology - ICONN 2023)が、2023年3月27-29日の会期でオンライン開催された。本学からは、教員・学生が基調講演1件、招待講演11件、および一般講演21件を行った。

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)については、今年度はCOVID-19の影響により開催を中止したが、来年度の本学開催に向けて実行委員会を立ち上げ準備を開始した。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隔年開催している国際会議(International Conference on Nano Electronics Research and Education, ICNEREは、2020年から延期されているが、2023年7月に開催が決定している。

(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 9th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University (ISFAR-SU2023)を、3月1日にオンラインで開催した。山形大学・城戸淳二教授、桐蔭横浜大学・宮坂力特任教授、名古屋大学・武田浩一教授の基調講演、バングラディッシュ、インド、ルーマニアおよび日本の大学、研究機関から4名の招待講演者の講演、並びに本学の博士課程学生など若手研究者49名、JST委託事業による「未来の科学者養成スクール」の高校生3名の発表があり、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4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18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。今年度もHAMAMATSU VENTURES USAのRobert Virgil Warren博士によるセミナー(Journal Club)を8月3日と12月7日にオンラインで実

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経験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、令和4年度から始まった第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しい視点から進めていく。

3. 専攻別教育研究活動 (1)ナノビジョン工学専攻

専攻長 池田 浩也

1. 教育目標

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

2. 教育組織

本専攻の教員は、本年度後期から1名加わり、ナノ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(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482回～第505回の24回実施しており、500回の大台を超えた。24回のうち学生発表数7名、教員発表数17名であり、参加者数は、のべ253名、平均10.5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4年9月5日に1名、後期は令和5年3月13日に1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、ロシア・ウクライナ情勢に対する関係者の心情に配慮して開催を見送った。来年度は20回記念ということもあり、静岡大学にて開催するための準備に着手した。

(2) インド・SRM科学技術大学、静岡大学ほか共催のICONN2023は令和5年3月27日～29日、ハ

イブリッド開催(インド国内参加者のみオンサイト)され、静岡大学より教員 12 名・学生 13 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 4 年 4 月に 1 名、10 月に 5 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 4 年度に入学した 2 名を加え、計 32 名になった。その内、令和 5 年 3 月修了までの本専攻学位取得者は 25 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 4 年 9 月の課程博士取得者は 4 名、令和 5 年 3 月の博士取得者は 5 名である。

6. FD 活動

ナノビジョン工学専攻教員担当の授業の向上のため、内部質保証担当教員を中心に FD 活動を行っている。今年度は全学および創造大学院の内部質保証委員会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 昆野 昭則

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2022年9月6,16日(11件)、および2023年3月15日(4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自然科学系 教育部情報科学専攻は、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

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継続的に迎えている。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ている。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、一部をオンライン配信として提供した。

1. 5月25日：杉山敬三（KDDI総合研究所 セキュリティ部門 主席研究員）
「Beyond5Gに向けたライフスタイルとテクノロジー」
2. 6月15日：平田真一（NTT 社会情報研究所 所長）
「SmartWorldを守るセキュリティと創るセキュリティ」
3. 6月22日：伊豆哲也（富士通研 データ&セキュリティ研究所 シニアディレクター）
「パスワード解読と暗号解読」
4. 6月29日：楠和浩（三菱電機 FAシステム事業本部 役員技監）
「IoTとイノベーション」
5. 7月6日：谷幹也（NECグローバルイノベーション戦略本部シニアプロフェッショナル）
「データサイエンスとセキュリティ」
6. 7月20日：風間博之（NTTデータ製造IT本部エグゼクティブイノベーションコンサルタント）
「技術革新が導くデジタル社会の将来展望」
7. 7月27日：稲川尚之（NTTドコモ R&Dイノベーション本部 イノベーション統括部長）
「通信業界から見たスタートアップの動向とサイバー社会の今後」

(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、多様な環境問題に対する多角的アプローチを可能とするため、工学的なエネルギーに関する内容について受け入れることとし、実習規定時間の短縮へと現状に合わせた改革を順次進めている。「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)』、『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。

エネルギー資源としての有機質バイオマス、生産プロセスからの廃棄物の有効利用などは微生物生態学およびプロセス工学の学際的な知見を必要とする。たとえば、生産プロセスでは、環境にやさしい環境調和型のグリーンプロセスに対応するエコロジー的な視点、エネルギー効率を重視する視点、ゼロエミッション的な視点など複眼的視点から統合的なヴィジョンを身に付ける教育を展開している。実際、『超臨界・亜臨界流体を用いる廃棄物の燃料化およびリサイクル技術の開発』、『微生物電池の開発』、『環

境・エネルギー技術と最先端光科学・技術融合に基づく光による水素製造技術の開発』、『地下メタンからエネルギー生産技術の開発』、等の研究を推進している。更に、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) 第4回静岡県大学研究連携シンポジウム

会期: 令和4年8月31日(水曜日)

会場: アクトシティ浜松コンgresセンター

主催: 静岡大学グリーン科学技術研究所

第4期中期計画における重点研究分野「光応用・グリーン科学」、「カーボンニュートラル科学」および「情報応用科学」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、当該研究所の主催で実施された。今年度は静岡県立大学、静岡理工科大学、東海大学海洋学部、浜松医科大学の研究者による講演があり、120名以上の参加者があった。

(2) The 9th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2022 (ISFAR-SU2022) 開催(言語:英語)

会期: 令和5年3月1日(水曜日)

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9回目となる今年度は、国内外から全3件の Plenary talk と全4件の Invited talk 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。

3. 研究活動など

国際学会発表 110 件以上、国内学会発表 324 件以上、論文数 148 編以上を発表した。また教員および指導学生が学会等で受賞を受け、あるいは多数の新聞報道等がなされており、研究と教育の両輪が上手く機能している。研究代表者として学術変革 A を1件、基盤 B を7件、基盤 C を8件、挑戦的萌芽研究を2件、国際関連を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 50 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。企業との共同研究費約 69,300 千円、それ以外の獲得研究費は約 1,628,000 千円(研究期間総額として)である。

(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

「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9回国際シンポジウム The 9th International Symposium toward the Future of Advanced Research at Shizuoka University 2023 (ISFAR-SU2023) が、令和5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。今年度は学生の発表を優先させ、また昨年度のオンラインでの混乱の反省から招待講演用のラインを一本で行うことにな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。今回は創造科学技術大学院との連携を目指している Bangladesh Institute of Nuclear Agriculture (BINA)の所長(バングラデシュでは研究所長は Director General と称され、略して DG と呼ばれる)である Mirza Mofazzal Islam 博士を招待した。Mirza Mofazzal Islam 博士は30年以上に渡り有用穀物の遺伝子改良を進めてきた方で、現在は BINA の所長としてスリランカやミャンマーの農業支援を行う IAEA のプロジェクトを率いている。

講演ではゲノム解読により麦の生産性に関わる有用遺伝子の選択に関する研究が紹介された。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り質問も多く出た。

学生からは6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) ナノビジョンサイエンス部門

部門長 池田 浩也

1. 部門の目標・活動方針

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

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

2. 教員と主なテーマ

本部門は 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 : ナノビジョン光材料・デバイスの開発
- ・ 池 田 浩 也 : 半導体ナノ構造を用いた高性能熱電デバイス
- ・ 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
- ・ 石 田 明 広 : IV-VI 属半導体中赤外レーザーの研究
- ・ 居 波 涉 : 電子線励起アシスト超解像顕微鏡の開発
- ・ 井 上 翼 : 高密度カーボンナノチューブ合成と応用技術開発
- ・ 猪 川 洋 : ナノデバイスを用いた回路・システム集積化
- ・ 小 野 篤 史 : 近接場光学、プラズモニクス
- ・ 小 野 行 徳 : ナノスケール・原子スケールデバイスの研究
- ・ 香川景一郎 : 高機能 CMOS イメージセンサとその応用
- ・ 金 武 佳 明 : 表面情報伝達担体に関する研究とその応用
- ・ 川 人 祥 二 : 機能集積イメージングデバイスとシステム
- ・ 越 水 正 典 : 放射線計測に用いる新規光学材料の開発
- ・ 佐々木哲朗 : テラヘルツレーザー分光スペクトル測定とその応用
- ・ 橋 口 原 : 半導体微細加工技術による MEMS デバイスの開発
- ・ ミゼイキス ビガンタス : フェムト秒パルスレーザーを用いたフォトニックマイクロナノ構造の作製、材質変性および光学特性の評価
- ・ 荻 野 明 久 : プラズマを用いた材料合成および高機能化
- ・ 光 野 徹 也 : 半導体ナノマイクロ結晶構造の作製と光特性応用
- ・ 小 南 裕 子 : 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：テラヘルツ波を用いた生体計測及び産業応用
- ・中野 貴之：III族窒化物半導体結晶成長、光機能デバイス、熱中性子半導体検出器
- ・根尾陽一郎：真空電子ビームデバイス及びアプリケーション
- ・二川 雅登：環境モニタリングセンサの開発
- ・堀 匡寛：シリコン中量子準位を用いた単一電荷・単一スピンの検出技術の開発

3. 部門の活動

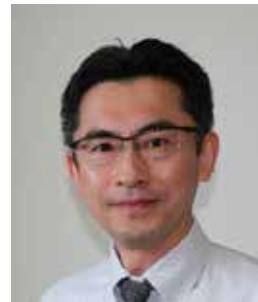
以下に、活動の特記事項として、教員データベースをもとに実績を報告する。

- (1) 論文等の発表 156 件
- (2) 著書等 11 件
- (3) 学会発表・研究発表等 478 件（内、招待講演 60 件）
- (4) 教員の受賞 5 件
- (5) 指導学生の受賞 24 件
- (6) 報道等 27 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 (同 D3)、
Raheem Aysha Parveen (同 D1)

修士課程 : M2 (3名)、M1 (2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 MoS₂ 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、BCl₃ と NH₃ を原料とする CVD により h-BN 薄膜の作製と高品質化に取り組んでいる。昨年度は、NH₃ ガスの先行供給や過剰供給、成長の高温化によるサファイア基板表面の窒化が h-BN の成長に悪影響を及ぼすことが明らかになった。そこで、サファイア基板の表面窒化の影響を避けるため、比較的低温 (1300 °C) で成長させた h-BN 単結晶膜を基板から剥離させ、それを種結晶とする高温で (1500, 1600 °C) の高速再成長を試みた。その結果、サファイア基板の窒化が著しい高温であっても、h-BN 層を下地にすることにより膜状の結晶成長を達成した。

(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 (バリア層) 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、ファインチャンネル型のリアクターを使用することにより、これまでの成長の課題であったバリア層の基板面内の膜厚および混晶組成の均一化を図った。その結果、Ga₂O₃ 薄膜の成長において、膜厚の均一化と共に、基板温度の上昇に伴うα相→β相→κ相の変化が明確に観測され、精密な相の制御が可能になった。一方で、ナノ粒子の取り込みには基板位置による不均一性があることから、これらを両立できる成長条件の探索が必要である。

【 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という特徴を活かしたフラットパネル型の殺菌用深紫外光源などへの開発に結びつけたい。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) J. Dona, J. Archana, S. Kamalakannan, M. Prakash, K. Hara, S. Harish, M. Navaneethan, “Double charge polarity switching in Sb-doped SnSe for enhanced thermo-electric power generation”, *J. Alloys Comp.* 899, 163269 (2022).
- 2) S. F. Chichibu, K. Shima, K. Kikuchi, N. Umehara, K. Takiguchi, Y. Ishitani, and K. Hara, “Recombination dynamics of indirect excitons in hexagonal BN epilayers containing polytypic segments grown by chemical vapor deposition using carbon-free precursors”, *Appl. Phys. Lett.* 120, 231904 (2022).
- 3) Y. Kawai, M. Sakai, K. Hara and T. Kouno, “Selectively enhanced microarea crystal growth of ZnO nanoand microwires on GaN on sapphire substrates by mist chemical vapor deposition”, *J. Ceram. Soc. Jpn.* 130, 857-860 (2022).
- 4) J. Ichikawa, H. Kominami, K. Hara, M. Kakihana and Y. Matsushima, “Electronic Structure Calculation of Cr³⁺ and Fe³⁺ in Phosphor Host Materials Based on Relaxed Structures by Molecular Dynamics Simulation”, *Technologies* 10, 56 (2022).
- 5) N. Terada, T. Arimoto, K. Hara, M. Sakai and T. Kouno, “Optical microcavity based on a single ZnO microwire grown on Si (111) substrate by catalyst-free mist chemical vapor deposition”, *J. Ceram. Soc. Jpn.* 130/ 735-738 (2022).
- 6) T. Kanai, K. Fujiwara, M. Sakai, K. Hara, and T. Kouno, “Wavelength tuning for random lasing of mist-CVD-grown Zn_{1-x}Mg_xO crystals with nanostructures on a-plane sapphire substrates”, *Jpn. J. Appl. Phys.* 61, 055502 (2022).
- 7) K. Inoue, S. Adachi, H. Kominami, K. Hara, S. Kurosawa, “Evaluation of Inner Phase of ZnAl₂O₄ Thin Film for Ultra Violet Emission”, *Proc. 29th International Display Workshops*, pp.412-415 (2022).
- 8) Naoki Uesugi, Masayuki Endo, Hiroko Kominami, Kazuhiko Hara, “Phase Control in The Pressurization Process of MgTiOF: Mn for Deep Red Emission”, *Proc. 29th International Display Workshops*, pp.416-418 (2022).

【 国際会議発表件数 】

3 件 (International Workshops on Nitride Semiconductors 他)

【 国内学会発表件数 】

6 件 (応用物理学会他)

【 招待講演件数 】

1 件 (International Workshops on Nitride Semiconductors)

半導体ナノ構造を用いた高性能熱電デバイス

教授 池田 浩也 (IKEDA Hiroya)
ナノビジョン工学専攻 (副担当: 工学部 電子物質科学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)
(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、ベンカテシュ・レディ・シャリニイ、シーニドウライ・アティシヤ、
コティスワラン・カライアラサン、(創造科技院 D3)、スレシュ・プラサナ・
チャンドラセカル (創造科技院 D2)、ジャナキラマン・ヴィノディニ (創造科技院 D1)

修士課程: M2 (3名)、M1 (4名)

学 部 生: B4 (3名)

【 研究目標 】

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

【 主な研究成果 】

(1) ZnO ナノ結晶熱電材料の創製とフレキシブル熱電発電デバイスの発電特性向上

マイクロ波励起ソルボサーマル法を基盤とした二段階成長工程(種結晶固着工程と成長工程)により、導電性 NiCu (ニッケル銅) 布上に ZnO (酸化亜鉛) ナノロッドを密に垂直成長させることに成功した。従来のマッフル炉では 20 時間以上要していた成長時間が 20 分以下にまで低減できた。更に成長工程を繰り返し行うことにより、ZnO ナノロッドの長さを成長工程回数に比例して増加できることを見出した。この結果は、フレキシブルデバイスの膜厚方向に印加される温度勾配を ZnO ナノロッドに効果的に印加できる可能性を示している。

C (炭素) 布を p 型半導体材料、NiCu 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、異種布間の接合に導電性両面テープを用いて界面抵抗を低減することによりデバイスの内部抵抗を減らすことができた。しかし期待される特性には及ばなかったため、さらなる界面抵抗の低減が必要である。

(2) SEM/赤外画像カメラを用いたマイクロ/ナノワイヤ材料の熱伝導特性測定技術の構築

マイクロ/ナノワイヤ材料の熱伝導特性を測定するために、SEM (走査電子顕微鏡) と赤外画像カメラを利用した技術を構築している。電子線照射により直径 50 μm のステンレスワイヤを周期加熱したときの温度分布の時間変化をについて、熱回路に基づきシミュレーション解析した。その結果、バルクの熱伝導率および熱容量が得られ、本手法の妥当性が示された。

(3) 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

これまでの大気圧プラズマ装置では Si 表面のラフネスが空間的に不均一となるため、名古屋大学の施設を使用してプラズマ処理を行った。AFM (原子間力顕微鏡) により確認したところ、1cm 角の Si 基板の表面をほぼ均一に処理することができた。

【 今後の展開 】

フレキシブル熱電発電デバイスの半導体材料/電極界面の電氣的・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。またナノワイヤ材料の熱伝導特性評価では今後のナノワイヤ材料の評価に向けて、カメラの空間分解能 25 μ m よりも細かいワイヤ材料の測定・解析手法を確立する。Si 表面のプラズマ処理については、プラズマ条件の調整により制御できる表面ラフネスの範囲を確認し、ゼーベック係数測定も進める。

【 学術論文・著書等 】

- 1) Antinate Shilpa S., Arthi C., Hikku G.S., Jeyasubramanian K., Pandiyarasan V., H. Ikeda, Silver nanosphere/polycaprolactone coated cotton fabrics as hygienic textiles for health care industries, *Biointerface Res. Appl. Chem.* (2023) in press.
- 2) S. Athithya, S. Harish, H. Ikeda, M. Navaneethan, J. Archana, Controlled synthesis of monodispersed ZnO nanospindles decorated TiO₂ mesosphere for enhanced electron transport in dye sensitized solar cell, *CrystEngComm*, (2023) in press.
- 3) S Athithya, V.S. Manikandan, S Harish, K Silambarasan, S Gopalakrishnan, H. Ikeda, M Navaneethan, J Archana, Plasmon effect of Ag nanoparticles on TiO₂/rGO nanostructures for enhanced energy harvesting and environmental remediation, *Nanomater.* 13 (2023) 65-1-16.
- 4) S. Athithya, K.P. Mohamed Jibri, S. Harish, K. Hayakawa, Y. Kubota, H. Ikeda, Y. Hayakawa, Y. Inatomi, M. Navaneethan, J. Archana, Probing an enhanced anisotropy Seebeck coefficient and low thermal conductivity in polycrystalline Al doped SnSe nanostructure, *AIP Adv.* (2023) 015311-1-12.
- 5) V. Shalini, S. Harish, H. Ikeda, Y. Hayakawa, J. Archana, M. Navaneethan, Enhancement of thermoelectric power factor via electron energy filtering in Cu doped MoS₂ on carbon fabric for wearable thermoelectric generator applications, *J. Colloid Interface Sci.*, 633 (2023) 120-131.
- 6) N. Kawamura, R. Suzuki, K. Naito, Y. Hayakawa, K. Murakami, M. Shimomura, H. Ikeda, Electromotive force of piezoelectric/thermoelectric-combined power generator under vibration and temperature gradient, *IEICE Trans. Electron.*, E105-C (2022) 635-638.
- 7) D. Kansaku, N. Kawase, N. Fujiwara, F. Khan, A.P. Kristy, K.D. Nisha, T. Yamakawa, K. Ikeda, Y. Hayakawa, K. Murakami, M. Shimomura, H. Ikeda, Output power characterization of flexible thermoelectric power generators, *IEICE Trans. Electron.*, E105-C (2022) 639-642.

【 国際会議発表件数 】

- 1)2022 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices (AWAD2022), July 7-8, 2022, On line.
- 2)Virtual Conference on Thermoelectrics 2022 (VCT2022), July 20-22, 2022, On line. 他 1 1 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 電子情報通信学会 ED 研・CPM 研・SDM 研合同 5 月研究会, 2022 年 5 月 27 日, オンライン
- 2) 第 83 回応用物理学会秋季学術講演会, 2022 年 9 月 20-23 日, 東北大学川内キャンパス (ハイブリッド)
- 3) 第 70 回応用物理学会春季学術講演会, 2023 年 3 月 15-18 日, 上智大学四ツ谷キャンパス (ハイブリッド)

【 招待講演件数 】

- 1) 7th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN2023), (2023.3.28).

IV-VI 族半導体中赤外レーザの研究

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)
(副担当：大学院光医工学研究科 光医工学専攻)
専門分野： 半導体物性・デバイス
e-mail address: ishida.akihiro@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/ishida-lab>



【 研究室組織 】

教 員：石田 明広

修士課程：M1 (3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、これを利用する発光デバイス応用の研究を行なっている。

- (1) 波長 3-4 μm 帯 PbSrS/PbS 系中赤外レーザの作製
- (2) 波長 4-6 μm 帯 PbCaTe/PbTe 系中赤外レーザの作製
- (3) 波長 6-7 μm 帯 PbCaSrSe/PbSe 系中赤外レーザの作製
- (4) 波長 7-20 μm 帯 PbCaSe/PbSnSe 系中赤外レーザの作製
- (5) 量子井戸サブバンド間遷移を利用する波長 20-50 μm 帯テラヘルツレーザの作製

【 主な研究成果 】

・波長 3-4 μm 帯 PbSrS/PbS 系レーザ及び 波長 6-7 μm 帯 PbCaSrSe/PbSe 系レーザのストライプ構造作製プロセスの改良を行うことにより、従来より高い連続 (CW) 動作温度を実現した。

【 今後の展開 】

・波長 3-20 μm の中赤外域全体をカバーできる各種の IV-VI 族バンド間遷移レーザを開発するとともに、未開拓波長域である 20-50 μm 領域で動作する IV-VI 族半導体量子カスケードレーザの作製にも取り組む。

【 国内学会発表件数 】

・日本赤外線学会研究発表会 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(学術院工学領域教授)、中村 篤志(学術院工学領域准教授)

博士課程: (1名)

修士課程: M2 (3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、細胞を収束電子線で刺激し、細胞を制御する手法を開発する。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) Hikaru Fujiwara, Ryosuke Norizuki, Sota Miura, Sho Kano, Teruya Tanaka, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, Takumi Chikada, "The effects of heavy-ion irradiation on electrical properties and hydrogen isotope permeation behavior of ceramic coatings", Fusion Engineering and Design, Vol. 19, pp. 113509 (2023). 査読あり
- 2) Asahi Tanaka, Wataru Inami, Yuko Suzuki, Yoshimasa Kawata, "Gamma-ray-induced migration of hydrogen isotopes in zirconium oxide coatings at room temperature", International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 47, pp. 39619, (2022). 査読あり
- 3) Hirofumi Morisawa, Atsushi Ono, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, "High resolution imaging of ultrafine bubbles in water by Atmospheric SEM-CL", Micron, Vol. 16, pp. 103351, (2022). 査読あり
- 4) Satoru Shibano, Yoshimasa Kawata, Wataru Inami, "Autofluorescence Imaging of Living Yeast Cells with Deep-Ultraviolet Surface Plasmon Resonance", Photonics, Vol. 9, pp. 424, (2022). 査読あり

【 特許等 】

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

【 国際会議発表件数 】

- 1) Asahi Tanaka, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, "Damage Evaluation Induced by Focused Electron Beam Irradiation onto a Living biological Cell", Biomedical Imaging and Sensing Conference (BISC) 2022, (2022/12).

他 7 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 田中 朝陽, 居波 涉, 川田 善正, "集束電子線照射を用いた神経細胞の葉状仮足の変形誘導", 第 70 回応用物理学会春季学術講演会, (2023 年 3 月)
- 2) 細見 圭, 居波 涉, 川田 善正, "イオンミリングによる蛍光薄膜表面改質: 超解像バイオイメージングに向けた発光特性の制御", レーザー学会学術講演会第 43 回年次大会, (2023 年 1 月)
- 3) 森澤 洋文, 小野 篤史, 居波 涉, 川田 善正, "プラズモニクナノ構造を用いた深紫外領域における光電変換の高効率化", レーザー学会学術講演会第 43 回年次大会, (2023 年 1 月)

他 14 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 D3、社会人)

修士課程: M2 (2名)、M1 (4名)

【 研究目標 】

カーボンナノチューブの合成技術をその応用技術に関する研究を実施している。カーボンナノチューブとは、炭素原子のみで構成された直径数十ナノメートルで長さは数マイクロメートル以上に達する中空のチューブ状ナノ材料である。ナノ構造でありながら、機械的強度が強く電気伝導特性、熱伝導特性ともに非常に優れているため、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) Raman spectroscopy used for estimating the effective elastic modulus of carbon nanotubes in aligned multi-walled carbon nanotubes/epoxy composites under tensile loading, Ayaka Aoki, Toshio Ogasawara, Takuya Aoki, Yuichi Ishida, Yoshinobu Shimamura, Yoku Inoue, Composite Part A, **167**, 107448 (2023),
- 2) Effect of Annealing and Diameter on Tensile Property of Spinnable Carbon Nanotube and Unidirectional Carbon Nanotube Reinforced Epoxy Composite, Naoki Tokumitsu, Yoshinobu Shimamura, Tomoyuki Fujii and Yoku Inoue, Journal of Composite Science 6, 389 (2022).
- 3) Catalyst Dynamics in the Growth of High-Density CNT Forests; Fine Control of the Mass Density of Forest by Colloidal Catalyst Nanoparticles, Kento Tabata, Yuga Kono, Ryosuke Goto, Yuya Abe, Takayuki Nakano, Hisashi Sugime, Yoku Inoue, The Journal of Physical Chemistry C, 126, 20448–20455 (2022).
- 4) Fabrication and evaluation of rib-waveguide-type wavelength conversion devices using GaN-QPM crystal, Hiroki Ishihara, Keiya Shimada, Soshi Umeda, Naoki Yokoyama, Hiroto Honda, Kazuhiro Kurose, Yoshimasa Kawata, Atsushi Sugita, Yoku Inoue, Masahiro Uemukai, Tomoyuki Tanikawa, Ryuji Katayama, and Takayuki Nakano, Japanese Journal of Applied Physics 61, SK1020 (2022).

【 国際会議発表件数 】

- 1) Electrical and Mechanical Properties of Homogeneous CNT/Cu Composite Wire Made from Copper Nanoparticles Supported CNT Yarn. Yoku Inoue, Kosuke Tanaka, Takayuki Nakano and Yoshinobu Shimamura, 2022 MRS Fall Meeting & Exhibit, 2022/11/27, Boston, USA
- 2) Synthesis of Ultra-High-Density CNT Forests on Stainless Steel, Kazuki Nishita, Takayuki Nakano, Yoku Inoue, Sota Yanai, Nobuaki Shirai, Masaki Nagata, Yasuhiro Shimizu, The 22nd International Vacuum Congress (IVC-22), 2022/09/11, Sapporo convention center, Sapporo, Japan
- 3) Electrical Transport Properties of CNT Forest/Cu Composites, Tatsuro Koda, Takayuki Nakano, Yoku Inoue, The 22nd International Vacuum Congress (IVC-22), 2022/09/11, Sapporo convention center, Sapporo, Japan 他 10 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) Impact of dynamic density reduction by length change of CNT forests on electrical resistivity, Kazuki Nishita, Takayuki Nakano, Yoku Inoue, Terumasa Omatsu, Nobuaki Shirai, Sota Yanai, Masaki Nagata, Yasuhiro Shimizu, 64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, 2023/03/01, 名古屋大学
- 2) Yを用いた鉄触媒安定化による高密度CNTフォレストの成長とその熱抵抗, 金澤 克昌、中野 貴之、井上 翼, 第49回炭素材料学会年会, 2022/12/07, 姫路市民会館
- 3) CNTフォレストの熱抵抗における結晶性の影響, 大場 泰宏、中野 貴之、井上 翼, 第49回炭素材料学会年会, 2022/12/07, 姫路市民会館
- 4) 高密度CNTフォレスト合成に向けた低温合成, 河野 由雅、中野 貴之、井上 翼, 第49回炭素材料学会年会, 2022/12/07, 姫路市民会館 他 12 件

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: シン・アルカ (D3、国費)、パンゲスティ・アリ アジ (D3、国費)、
修士課程: M2 (3名)

【 研究目標 】

- (1) ナノデバイスを用いた高感度・高機能光検出器の実現
ナノメートル寸法にデバイスを縮小することによって生じる効果、例えば電荷検出感度の向上、応答速度の向上、光の閉じ込め効果、各種のサイズ効果を利用して、高感度・高機能な光検出器を実現する。さらに、多数の検出器や回路の集積化により検出器システムとしての性能を最大化することを旨とする。
- (2) ナノデバイスを用いた超高周波・超低消費電力エレクトロニクスの実現
主に単電子デバイスを用いて、従来はフォトニクス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) 高インピーダンス・アンテナを用いた THz ボロメータの検討
テラヘルツ (THz) 波検出用アンテナ結合型ボロメータにおいて、熱伝導を減らし温度上昇を増やして高感度化する目的で高抵抗化したヒーターに対してマッチングが取れる高インピーダンス・アンテナ (折り返しダイポール・アンテナ) を導入した。シミュレーションにより、アンテナの長さ、アーム本数、幅、間隔を最適化した後、様々なヒーター抵抗のボロメータを作製し最も良好な受光感度と雑音等価電力 (NEP) が得られる条件を見出した。その結果、1 THz における NEP を従来の 60% ($39.5 \text{ pW/Hz}^{1/2}$) に低減することに成功した。
- (2) 単電子トランジスタの高周波容量モデリング
単電子トランジスタ (SET) を含む高周波回路の特性解析に必須な真性の端子容量や端子間相互容量を、時間依存のマスター方程式を解き動的ゲート電流を計算することでモデル化し回路シミュレータに組み込んだ。その結果、各種容量のバイアス依存性、温度依存性、周波数依存性などを考慮に入れた回路解析が可能となった。例えば、SET の巨大なゲート入力容量は量子ドットの帯電状態の高感度検出に有用で注目されているが、本モデルを用いると動作温度、バイアス条件、動作周波数などの影響を定量的に評価することができる。
- (3) 単電子トランジスタ (SET) の超高周波特性に関する検討
SET 本来の超高周波特性を検証するために、寄生抵抗の影響を受けにくいと考えられる金属 SET を、Pt の 2 方向からの斜め蒸着により作製した。その際、中央に窓が開いた空中マスクを採用することで、ナノメートル寸法の Pt 電極間ギャップをハードマスクを除去することなく観察することが可能となると共に工程も大幅に単純化された。理論的に予測された遮断周波数を超える周波数での整流動作は立証できなかったが、3 GHz まで平坦な周波数特性を得ることに成功した。
- (4) 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
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の入射偏光角依存性を、ライン・アンド・スペース型、正方格子型、長方格子型、六方格子型の 4 種類の格子構造について

詳細に検討した。前3者の格子構造においては共通の位相整合条件が課せられるものの、六方格子型では異なった条件を満足すべきことを見出した。

【 今後の展開 】

THz 用ボロメータでは、寄生の熱伝導を減らしたりヒーター／サーミスターを共用して熱伝導を減らしたりすることで受光感度と NEP の更なる改善を図る。遮断周波数を越えて持続すると予想される SET 整流作用の実証は残された課題である。

【 学術論文・著書 】

- 1) Arie Pangesti Aji, Hiroaki Satoh, Catur Apriono, Eko Tjipto Rahardjo and Hiroshi Inokawa, "Folded-Dipole Antenna Geometrical Analysis for THz Microbolometer," IEEE Access, Vol. 11, pp. 25713-25722, Mar. 14, 2023.
- 2) Hiroaki Satoh, Koki Isogai, Shohei Iwata, Taiki Aso, Ryosuke Hayashi, Shu Takeuchi and Hiroshi Inokawa, "Refractive Index Measurement Using SOI Photodiode with SP Antenna toward SOI CMOS-Compatible Integrated Optical Biosensor," Sensors, Vol. 23, No. 2, pp. 568_1-17, Jan. 4, 2023.
- 3) Hiroaki Satoh, Ken Kawakubo, Atsushi Ono, and Hiroshi Inokawa, "Angle-sensitive pixel based on silicon-on-insulator p-n junction photodiode with aluminum grating gate electrode," IEICE Electronics Express, Vol. 19, No. 21, pp. 20220428_1-5, Oct. 13, 2022.
- 4) Alka Singh, Tomoki Nishimura, Hiroaki Satoh, and Hiroshi Inokawa, "Dynamic Single-Electron Transistor Modeling for High-Frequency Capacitance Characterization," Applied Sciences, Vol. 12, No. 16, pp. 8139_1-11, Aug. 14, 2022.
- 5) Arie Pangesti Aji, Hiroaki Satoh, Catur Apriono, Eko Tjipto Rahardjo, and Hiroshi Inokawa, "Responsivity and NEP Improvement of Terahertz Microbolometer by High-Impedance Antenna," Sensors, Vol. 22, No. 14, pp. 5107_1-17, Jul. 7, 2022.

【 国際会議発表件数 】

- 1) Hiroshi Inokawa (**Keynote**), "Silicon-on-insulator devices for optical and thermal applications," 1st International Career Outreach Conference "Trends in Sustainable Design, Technology and Innovation" (Bidhan Chandra College, Asansol, West Bengal, India, 2022.11.26-28).
 - 2) Hiroshi Inokawa (**Keynote**), "Single Electronics and Single Photonics," International Conference on Advances in Data Science and Computing Technologies (ADSC-2022) (Kazi Nazrul University, West Bengal, India, 2022.6.23-24).
 - 3) Alka Singh, Tomoki Nishimura, Hiroaki Satoh, and Hiroshi Inokawa, "Dynamic Single-Electron Transistor Model with Capacitance Analysis Capability," 2022 IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop (SNW-22) P1-12, pp. 69-70 (Honolulu, HI USA, Hybrid Event, 2022.6.11-12).
 - 4) Hiroshi Inokawa, Hiroaki Satoh, Anitharaj Nagarajan, Revathi Manivannan, and Durgadevi Elamaran (**Invited**), "Nano-SOI Photodetectors for High Sensitivity and Unique Functionality," 2022 IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop (SNW-22) 6.1, pp. 41-42 (Honolulu, HI USA, Hybrid Event, 2022.6.11-12).
- 他 11 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 岩田 賢明、坂本 剛、アルカ シン、佐藤 弘明、猪川 洋、「原子層堆積絶縁膜の被覆による金属単電子トランジスタの安定性改善」第 83 回応用物理学会秋季学術講演会 21a-A102-2 (東北大学 川内北キャンパス+オンライン)、2022. 9. 20-23) 他 3 件

【 受賞・表彰 】

- 1) Arie Pangesti Aji, Hiroaki Satoh, Catur Apriono, Eko Tjipto Rahardjo and Hiroshi Inokawa, "Terahertz Antenna-coupled Microbolometer: Impact of High Heater Resistance," The 2022 IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (ComNetSat) BPS0106-2, pp. 13-14 (Solo, Indonesia, 2022.11.3-5). **Best Paper 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

博士課程：アフメド ナビル(D2)、ホセイン ムハンマド ナイム (D1)

修士課程：M2 (3名)、M1 (2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

MOSFET 界面に電子層と正孔層を近接させて形成する手法を考案し実験的に実証した。N-MOS トランジスタ界面に正孔を蓄積させておき、ゲート電圧を正方向へ急峻に変化させると 6-10nm 程度の間隔で電子・正孔 2 重層が形成されることを見出した。ここでは、その様子を電子・正孔再結合電流を観測することにより 2 重層形成の電子密度、正孔密度依存性等を調べ、その制御性も実証した（図 1：論文投稿中）。

また、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の電子系および正孔系（電子・正孔 2 重層）について、その相互作用を調べ、電子の移動に伴う正孔の移動 (Frictional drag) を観測した。

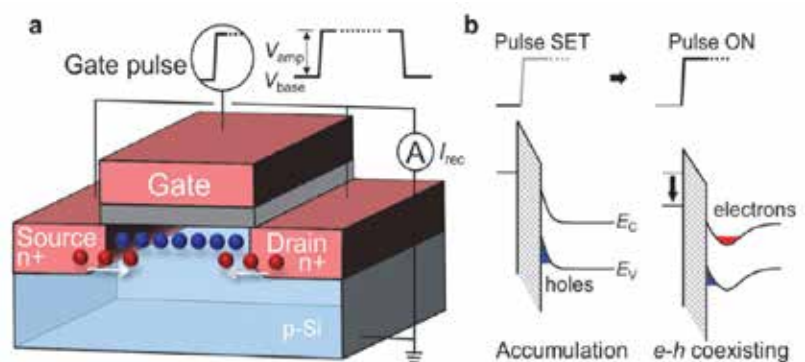


図1. (a) MOSトランジスタ界面における電子・正孔 2 重層の形成。青丸は正孔、赤丸は電子を表す。(b)電子・正孔 2 重層形成におけるバンドダイアグラム。

(2) 高感度スピン検出関連

超伝導量子ビットセンサで測定する生体試料（脳神経細胞と株化細胞：NTT 提供）に対して、ESR の低温測定を実施した。脳神経細胞は、胎児ラットの脳（海馬）から抽出されたものであり、細胞に意図的に鉄を添加したものと、そうでないものの2種類の試料に対して低温下（10 K）で ESR 測定を行った（図2 右写真参照）。その結果、図2（左）の ESR スペクトルに示すように、鉄 Fe^{3+} (g -factor

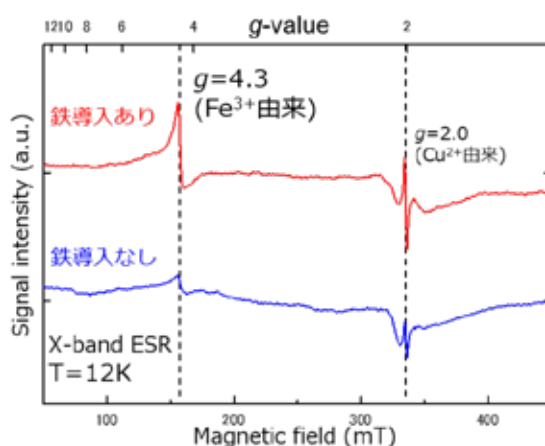


図2: 生体試料（脳神経細胞）に対する低温ESR測定の結果（左）。鉄添加あり（赤線）および鉄添加なし（青線）。ESR試料管にセットされた神経細胞の外観写真（右）。

= 4.3) や銅 Cu^{2+} (g -factor = 2.0) といった遷移金属に由来するスピン信号の検出に成功するとともに、鉄を添加することで期待通り細胞中に鉄が取り込まれ、鉄の信号強度（高さ）が増大していることが明らかとなった（Commun. Phys. 2023 掲載）。

【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) Hiraku Toida, Koji Sakai, Tetsuhiko F. Teshima, Masahiro Hori, Kosuke Kakuyanagi, Imran Mahboob, Yukinori Ono & Shiro Saito, Magnetometry of neurons using a superconducting qubit, Communications Physics, 6:19, pp1-6 (2023.2).
- 2) T. Teja Jupalli, A. Debnath, G. Prabhudesai, K. Yamaguchi, P. Jeevan Kumar, Y. Ono, D. Moraru, Room-temperature single-electron tunneling in highly-doped silicon-on-insulator nanoscale field-effect transistors, Applied Physics Express, Vol. 15, pp. 065003-1_4 (2022.5).

【国際会議発表件数】

- 1) Jinya Kume, Yukinori Ono, and Masahiro Hori, Electrical formation of electron-hole coexisting system at Si MOS interfaces, The 24th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium, poster presentation (2022.11).
- 2) Y. Ono, Control of Electronic Charges and Currents in Nano-scaled Silicon, ICTA 2022 (2022.10).

【国内学会発表件数】

日本物理学会春季大会、応用物理学会など7件

【招待講演件数】

- 1) 第1回研究会「エネルギーの高効率利用を考える革新的システムナノ技術」、シリコン MOS 構造における電子流体の観測と低消費電力デバイス応用 (2023. 1)
- 2) ICTA 2022, Control of Electronic Charges and Currents in Nano-scaled Silicon (2022.10)

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 (6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ショナル CMOS イメージセンサによる ToF 距離計測
- (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、606MHz の超高速撮影を実現した。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ながら、直接法 ToF の利点を併せもつ。チップ上に露光パターンメモリと制御回路を搭載しており、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。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ることもない。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。ToF 距離計測において計測可能距離範囲を広げることができるだけでなく、複数の反射が存在する複雑なシーンにおいても、距離を正確に計測することができる。

距離計測精度を向上するために、あらかじめセンサの時間特性をオーバーサンプリングして計測して時間的に密な信号を復元し、反射光のピーク位置を 2 次関数近似により求める方法を適用した。試作した 212×188 画素のイメージセンサを用いて実証実験を行った結果、従来の 303MHz 動作に比べて、距離精度が向上することを確認した。(映像情報メディア学会情報センシング 6 月研究会、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, 2023)

【 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) 香川景一郎, 小寺美月, 有本英伸, 吉田成人, 田中信治, 安富啓太, 川人祥二, “非染色細胞診断のための蛍光寿命 CMOS イメージセンサとデータ解析”, バイオテクノロジーシリーズセンサ医工学 –最新医療センシングの研究開発–, 三林浩二監修, pp. 79-96 (東京, シーエムシー出版, May 31, 2022).
- 2) 香川景一郎, “ニューモン コンピューショナル CMOS イメージセンサ 新しいセンサの理解が画期的な CV 研究を生み出す!”, コンピュータビジョン最前線, pp. 74-130 (共立出版, Jun, 2022).
- 3) De Xing Lioe, Yasuko Fukushi, Masashi Hakamata, Masatsugu Niwayama, Kamel Mars, Keita Yasutomi, Keiichiro Kagawa, Seiji Yamamoto, Shoji Kawahito, “A CMOS Lock-in Pixel Image Sensor with Multi-Simultaneous-Gate for Time-Resolved Near-Infrared Spectroscopy, IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 70, Issue 3, pp. 1102-1108 (Mar. 2023).

【 国際会議発表件数 】

- 1) Keiichiro Kagawa, “Computational ultrafast CMOS image sensors,” 27th OptoElectronics and Communications Conf./Int’l Conf. on Photonics in Switching and Computing 2022 (OECC/PSC 2022) (Jul. 3-7, 2022, Toyama).他8件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 日本光学会, 映像情報メディア学会など19件

【 招待講演件数 】

- ・ 6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 生体計測研究部門)

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 [1]. 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) Data Gloves for Hand and Finger Motion Interactions.

Traditional camera-based tracking of hand and finger motions works best in restricted environments where lighting and viewpoints can be fine-tuned. For less restrictive environments, however, direct tracking methods based on sensors attached to human skin or embedded in wearables are more appropriate. Stretchable strain sensors embedded in Data Gloves (DGs), for example, are employed for real-time sensing and conversion of user motions to digitally encoded data. By analyzing such data, a multiplicity of hand and finger postures and gestures are recognized and used in various interactions. Derived postures and gestures can be mapped, for example, to an extended Malossi alphabet and employed for interactive communications by deafblind users [2].

Since human hands often serve as the first point of contact with physical objects, they are one of the most injured body parts. In the case of hand injuries many daily activities cannot be performed and quality of life may significantly degrade, so speedy posttraumatic recovery is of utmost importance. Physiotherapy is an essential component of the recovery process that usually requires frequent visits to the hospital and meetings with physiologists for rehabilitation therapy and exercise instructions. Our research aims to facilitate the rehabilitation process by integrating mixed reality and artificial intelligence with a DG, to guide the patient in performing exercises with minimal or no supervision if permitted. Furthermore, when medical personnel are involved, functional electrical stimulation and surface electromyography techniques can help automate the exercise control process and reduce the physiotherapist's workload [3].

Modern haptic DGs incorporate wearable technologies employing sensor and actuator arrays with a power supply and electronics for haptic data acquisition and processing to support human-computer interaction in different application domains. With respect to this we have investigated the prototyping process of specialized haptic DGs that realize remote two-way communication for the deafblind. The research aims to design and develop a haptic DG system as a human-computer interface that supports the independence of the deafblind. The employed communication approach is based on the Malossi alphabet with minimal adjustments that enable its use in mobile settings. The implemented input/output method reduces the complexity of character spelling for the deafblind by touch sensitive pads and haptic feedback actuators embedded in the DGs [4]. As a result, messages can be i) transmitted by simple tapping on the sensitive touch pads with the thumb of the same hand and ii) received through the haptic actuators on the other hand either simultaneously or consecutively. The haptic DG based communication system incorporates two essential components- one for the message sending, and another for the message receiving. While a single DG can accommodate both, the sending and the receiving components, in our studies, we consider separate DGs with dedicated functionality. This allows us to explore implementations of sending DGs based on different sensing and tracking technologies as well as their combined use with the different haptic feedback methods that are deemed appropriate for deafblind users [5]. As an ultimate goal of our research, we are considering a haptic feedback DG with the touch and feel of a normal work or leisure glove that will be in a position to support all the functionality required for providing advanced

technological support for deafblind communications. For this, we are exploring more advanced, flexible piezo-crystal based actuators, some of which are being developed in-house. The advantage of this approach is that such actuators can also be used as pressure sensing input components which creates a pathway toward the construction of an integrated DG incorporating both the message sending and the message receiving in a single unit. Our ultimate goal is to implement an integrated haptic DG that will incorporate both the input component and the haptic feedback component and will satisfy the needs of the deafblind community to the best possible extent.

(2) Designing a Pseudo-Haptics Study for Virtual Anesthesia Skills Development.

Pseudo-haptics refers to the simulation of haptic sensations without the use of haptic interfaces, using, for example, audiovisual feedback and kinesthetic cues. Given the COVID-19 pandemic and the shift to online learning, there has been a recent interest in pseudo-haptics as it can help facilitate psychomotor skills development away from simulation centers and laboratories. In this context we have been involved in the study design of a pseudo-haptics for virtual anesthesia skills development [6]. We anticipate this work will provide greater insight to pseudo-haptics and its application to anesthesia-based training.

(3) Machine Learning and Data Science.

The recent advancements in artificial intelligence and deep learning have enabled smart products, such as smart toys and robotic dogs, to interact with humans more intelligently and express emotions. As a result, such products become intensively sensorized and integrate multi-modal interaction techniques to detect and infer emotions from spoken utterances, motions, pointing gestures and observed objects, and to plan their actions. However, even for the predictive purposes, a practical challenge for these smart products is that deep learning algorithms typically require high computing power, especially when applying a multimodal method. Moreover, the memory needs for deep learning models usually surpass the limit of many low-end mobile computing devices as their complexities boost up. In this study, we explore the application of lightweight deep neural networks, SqueezeDet model and Single Shot Multi-Box Detector model with MobileNet as the backbone, to detect canine beloved objects [7]. These lightweight models are expected to be integrated into a multi-modal emotional support robotics system designed for a smart robot dog.

【 今後の展開 】

Continuing research, design, and development of novel digital information carrier patterns with augmented capabilities and expanding the DG related research to other application areas such as emergency services, critical operations, and disaster management. DGs could be instrumental in extreme situations such as earthquakes, hurricanes, floods, and fires, where the hearing and vision of the general public are severely impeded. Therefore, we are planning to research the design and development of specialized waterproof and/or fire resistant DGs employing reliable communication channels and capable of prolonged independent operation that would be required in such situations.

【 学術論文・著書 】

- 1) Kanev, K. (2022). Tangible Surface-Based Interactions. In: Lee, N. (eds) Encyclopedia of Computer Graphics and Games. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_461-1
- 2) Kanev, K., Mimura, H., Hung, P.C.K. (2022). Data Gloves for Hand and Finger Motion Interactions. In: Lee, N. (eds) Encyclopedia of Computer Graphics and Games. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_510-1

【 国際会議発表件数 】

- 3) Fung, B., Hung, P., Padilla, C., Martinez, M.A., Tokuhira, A., Uribe-Quevedo, A., Kanev, K., Mimura, H., Kimura, M., Mixed Reality and AI-based Data Glove in Post-Traumatic Hand Recovery, The 7th International Symposium on Biomedical Engineering ISBE2022, Hamamatsu, Japan, November 25, 2022, P086.
- 4) Takeda, R., Nakamura, A., Kanev, K., Development of Haptic Gloves for Communication, IEICE Tech. Rep. Vol.122, ED-271, pp.27-32, Nov. 2022.
- 5) Takeda, R., Nakamura, A., Kanev, K., Development of an Interactive Conversation Device for the Deafblind, ITE Tech. Rep., Vol.47, No.1, IDY2023-7, pp.29-32, Jan. 2023.
- 6) Kapralos, B., Quevedo, A., Collins, KC, Da Silva, C., Peisachovich, E., Kanev, K., Jenkin, M., Dubrowski, A., Alam, F., Designing a Pseudo-Haptics Study for Virtual Anesthesia Skills Development, Proc. IEEE International Conference on Games, Entertainment & Media (GEM 2022), November 27-30, 2022, pp. 1-2, DOI: 10.1109/GEM56474.2022.10017660.
- 7) Hu, D., Wang, Z., Fung, B.M., Meger, D., Raavi, R., Hung, P.C., Mimura, H., Kanev, K., Making Robotic Dogs Detect Objects That Real Dogs Recognize Naturally: A Pilot Study (2022). CONF-IRM 2022 Proceedings. 17. <https://aisel.aisnet.org/confirm2022/17>

放射線計測に用いる新規光学材料の開発

教授 越水 正典 (KOSHIMIZU Masanori)
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： 材料科学、放射線工学
e-mail address: koshimizu.masanori@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/koshimizu/>



【 研究室組織 】

教 員：越水 正典

【 研究目標 】

本グループにおける最終的な目標は、放射線計測に用いるための各種光学材料の高性能化を通じ、素粒子科学などの基礎科学から医療用機器工学に至る広範な分野での検出特性の飛躍的向上である。

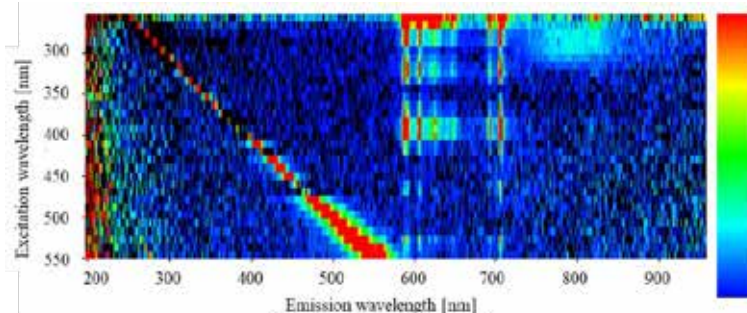
- (1) 高速応答性を有する蛍光型の放射線センサー（シンチレータ）の開発
- (2) 多様な放射線環境に応じた線量分布測定用の新規高感度光学材料の開発

【 主な研究成果 】

(1) ナノ粒子を用いたシンチレータ開発

シンチレータとは発光型の放射線センサーです。光電子増倍管などの光検出器と組み合わせ、シンチレーション検出器として用いられます。これまでに、多様な物質系を利用したシンチレータが開発され、それらの長所および短所を踏まえ、多様な用途で利用されてきました。

我々のシンチレータ開発における一つの特徴は、ナノメートルサイズの構造を有する有機無機ハイブリッド材料を用いる点にあります。典型的には、無機化合物（主に酸化物）ナノ粒子がポリマー中に分散した状態を利用します。ポリマーベースのシンチレータはプラスチックシンチレータと呼ばれ、高速応答性が必要とされる用途や、大規模検出器として利用する場合など、多岐にわたる応用があります。その中で、本年度には、熱中性子検出用の大型シンチレータ開発のために、 LiAlO_2 ナノ粒子を分散した有機無機ハイブリッドシンチレータを開発しました。プラスチックシンチレータのみでは、熱中性子に対する感度がほとんどないため、 ^6Li 濃縮の LiAlO_2 ナノ粒子を添加し、 ^6Li と熱中性子との核反応により生じる高エネルギー粒子による電離に基づいたシンチレーションを実現しました。また、市販の ^{10}B 添加中性子検出用シンチレータと比較し、2 倍以上のシンチレーション収率を実現しました。



5 mol%添加 GAGG の励起蛍光マップ

また、シンチレータそのもののナノ粒子も開発しました。近年、体外からの X 線照射により体内に投与したシンチレータを光らせ、体内での光源として利用する応用が急速に進みつつあります。体内に非侵襲的に投与するためには、ナノ粒子としての投与が適切です。本年度には、特に、赤色波長域で動作する光受容体との結合を企図し、赤色発光のナノ粒子シンチレータを開発しました。Eu, Pr, あるいは Sm を発光中心として添加した $\text{Gd}_3\text{Al}_{5-x}\text{Ga}_x\text{O}_{12}$ (GAGG) および $\text{TbAl}_y\text{Ga}_{5-y}\text{O}_{12}$ (TbGG) ナノ粒子において、全てのナノ粒子で赤色領域でのシンチレーションを実

現し、Eu 添加 GAGG では、98%という高い蛍光量子収率も達成しました。

(2) 軽元素化合物を用いた熱蛍光体開発

積算線量を計測する線量計素子で用いる蛍光現象として、熱蛍光は古くから利用されています。この現象を、例えば放射線治療における線量分布測定などに応用する際には、放射線によるエネルギー付与（材料からすると放射線エネルギーの吸収）特性が人体に類似していることが望ましく、これは主に構成元素の原子番号で決定されます。今年度には、我々はいわゆる BCNO と呼ばれる蛍光体を用い、熱蛍光を実現しました。この化合物には、B, C, N, O が 1:1:1:1 で存在するわけではなく、BN ベースの組成に対して C や O が含有され、アモルファスとなっている材料になります。組成や焼成温度の異なる試料に対して X 線を照射し、その後一定の昇温速度で加熱しながら蛍光を観測したところ、実用に耐えうる強度の熱蛍光を観測しました。

【 今後の展開 】

中性子検出用シンチレータについては、更なるシンチレーション収率の向上と大型化を進めます。熱蛍光体開発においては、BCNO に異種元素をドーピングし、電子や正孔の捕獲サイトとして機能させ、熱蛍光強度を顕著に増大させます。

【 学術論文・著書 】

- 1) Kohei Mizoi, Yutaka Fujimoto, Daisuke Nakauchi, Masanori Koshimizu, Takayuki Yanagida, Keisuke Asai (2022) Evaluation of photoluminescence and scintillation properties of Yb²⁺-doped CsMX₃ (M = Ca, Sr; X = Cl, Br) crystals. *Journal of Luminescence* 245: 118797.
- 2) Yuma Takebuchi, Masanori Koshimizu, Takumi Kato, Daisuke Nakauchi, Noriaki Kawaguchi, and Takayuki Yanagida (2022) Evaluation of Radiation-induced Luminescence Properties of Tb-doped LiCaPO₄. *Radiation Physics and Chemistry* 197: 110180.
- 3) Atsushi Sato, Masanori Koshimizu, Yutaka Fujimoto, Shusuke Komatsuzaki, Shunji Kishimoto, and Keisuke Asai (2022) Novel class of organic crystal scintillators based on aggregation-induced emission", *Materials Chemistry Frontiers* 6: 1470.
- 4) Yuma Takebuchi, Masanori Koshimizu, Takumi Kato, Daisuke Nakauchi, Noriaki Kawaguchi, and Takayuki Yanagida (2022) Effect of Tm Doping on Thermally Stimulated Luminescence Properties of MgAl₂O₄ Single Crystals *Journal of Luminescence* 251: 119247.
- 5) Masanori Koshimizu (2023) Recent progress of organic scintillators. *Japanese Journal of Applied Physics* 62: 010503.
- 6) Hiroto Yamaguchi, Masanori Koshimizu, Hajime Komiya, Hiroki Kawamoto, Yutaka Fujimoto, Genichiro Wakabayashi, Mitsuhiro Nogami, Keitaro Hitomi, Kenichi Watanabe, Keisuke Asai: Neutron-induced thermoluminescence of Dy³⁺-doped Li₂O–Al₂O₃–B₂O₃ glasses. *Journal Materials Science: Materials in Electronics* 33: 26424.
- 7) Masanori Koshimizu, Yutaka Fujimoto, Keisuke Asai (2023) Development of Ce-doped GAGG nanoparticle scintillators. *Sensors and Materials* 35: 521.
- 8) Hiroki Kawamoto, Masanori Koshimizu, Yutaka Fujimoto, Keisuke Asai (2023) Radiophotoluminescence behavior in Ag-doped phosphate glasses. *Japanese Journal of Applied Physics* 62: 010501.
- 9) Hajime Komiya, Hiroki Kawamoto, Yutaka Fujimoto, Masanori Koshimizu, Go Okada, Yusuke Koba, Genichiro Wakabayashi, Keisuke Asai (2022) Neutron detection properties of thermoluminescent Sr₂B₂O₅:Eu ceramics. *Optical Materials* 134: 113210.
- 10) Atsushi Sato, Masanori Koshimizu, Yutaka Fujimoto, Keisuke Asai Development of plastic scintillators doped with silole based aggregation induced emission phosphors for scintillation light yield improvement. *Optical Materials* 136: 113493.

【 国際学会発表件数 】

・ ICOM2022 など 計 14 件

【 国内学会発表件数 】

・ 応用物理学会など 計 101 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：光医工学研究科 光医工学共同専攻)
(副担当：電子工学研究所 生体計測研究部門 及び 工学部電子物質科学科)
専門分野： 分光計測、結晶成長、半導体工学
e-mail address: sasaki.tetsuo@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://www.rie.shizuoka.ac.jp/~thz/>



【 研究室組織 】

教 員：佐々木 哲朗
博士課程：D3 (1名)
修士課程：M2 (1名)、M1 (1名)
学 部 生：B4 (4名)
そ の 他：特任教員 (1名)、研究補佐員 (1名)、事務補佐員 (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について、主に医薬分野で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) C. Shen, T. Sasaki, K. Tominaga, M. Mutailipu, M. Hayashi, F. Zhang, S. Pan, "Identifying Ordered OH/F Anions in Hydroxyfluorides by a Terahertz Spectroscopic Approach", *The Journal of Physical Chemistry, Part C*, 127 (2023) 4367-4373.
- 2) M. Otsuka, H. Saito, T. Sasaki, "Analytical Evaluation of Wet and Dry Mechanochemical Syntheses of Calcium-Deficient Hydroxyapatite Containing Zinc Using X-ray Diffractometry and Near-Infrared Spectroscopy", *Pharmaceuticals*, 14 (2022) 2105.
- 3) K. Koyanagi, A. Ueno, T. Sasaki and M. Otsuka, "Real-Time Monitoring of Critical Quality Attributes during High-Shear Wet Granulation Process by Near-Infrared Spectroscopy Effect of Water Addition and Stirring Speed on Pharmaceutical Properties of the Granules", *Pharmaceuticals*, 15 (2022) 822.
- 4) M. Kobayashi, T. Sasaki, M. Otsuka, "Near-infrared spectroscopy-based nondestructive at-line analysis of physicochemical properties of atorvastatin calcium hydrate after grinding", *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 71 (2022) 103266.
- 5) H. Aoki, Y. Hattori, T. Sasaki, M. Otsuka, "Comparative study on the real-time monitoring of a fluid bed drying process of extruded granules using near-infrared spectroscopy and audible acoustic emission", *INTERNATIONAL JOURNAL OF PHARMACEUTICS*, 619 (2022) 121689.
- 6) F. Okazaki, Y. Hattori, T. Sasaki and M. Otsuka, "Mechanochemical Effect on Controlled Drug Release of Konjac Glucomannan Matrix Tablets during Dry Grinding", *Gels* 8 (2022) 181.

【 著書・解説・特集等 】

- 1) 佐々木哲朗、坂本知昭、大塚誠、「高い周波数精度を持つ連続波 GaP テラヘルツ分光スペクトル測定装置を利用した医薬品検査」レーザー学会誌、第 50 巻第 4 号 p.167-171 (2022)。
- 2) 田邊匡生、劉庭秀、眞子岳、佐々木哲朗「プラスチックの循環利用拡大に向けたリサイクルシステムと要素技術の開発動向」第 4 章 第 1 節 進展する選別技術、「テラヘルツ波を用いたプラスチック素材識別技術」, サイエンス&テクノロジー, 2023. 3, ISBN 978-4-86428-300-7.
ほか 4 件

【 国際会議発表件数 】

- 1) 47th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz2022), Aug. 28 - Sep. 2 (2022) Delft, Holland.
- 2) The 7th International Symposium on Biomedical Engineering (ISBE2022), Nov.25 (2022) Shizuoka, Japan.
- 3) The Third International Symposium on Frontiers in THz Technology (FTT 2022), Nov. 16-18, (2022) Fukui, Japan.
ほか 5 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本金属学会など 計 27 件

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 (1名)、M1 (3名)

【研究目標】

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

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

【主な研究成果】

エレクトレット型振動発電素子は、エネルギー変換部の容量を大きくする必要があることから、活性層が 300 μm 以上の厚い SOI 基板で作製させる。SOI 基板は通常の単層 Si 基板と比較して、材料コストが 20 倍程度高いため、低コスト化が要求されていた。我々の研究室では、単層シリコン基板内に、局所的に絶縁構造を設ける手法を開発し、単層シリコン基板によりエレクトレット型振動発電素子を作製することに成功した。これにより、大幅な材料コストの低減が期待できる。また名古屋大学白石研究室との共同研究により、カリウムイオンエレクトレットに対する炭素原子の影響と酸素アニールによる信頼性向上の効果を明らかにした。

【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】 4 件

- 1) 「エレクトレット MEMS の創生」橋口 原, 静電気学会誌, 2022/04
- 2) "Power Generation Demonstration of Electrostatic Vibrational Energy Harvester with Comb Electrodes and Suspensions Located in Upper and Lower Decks", Hiroaki Honma, Hiroyuki Mitsuya, Gen Hashiguchi, Hiroyuki Fujita, and Hiroshi Toshiyoshi, Sensors and Materials, 2022/04
- 3) "Effect of carbon atoms on the reliability of potassium-ion electrets used in vibration-powered generators", Yoshiki Ohata, Masaaki Araidai, Yasushi Shibata, Gen Hashiguchi, Kenji Shiraishi, Japanese Journal of Applied Physics, 2022/06
- 4) "Improvement of the Reliability of Potassium-ion Electrets thorough an Additional Oxidation Process", Yoshiki Ohata, Toru Nakanishi, Kenta Chokawa, Masaaki Araidai, Takuma Ishiguro, Hiroyuki Mitsuya, Hiroshi Toshiyoshi, Yasushi Shibata, Gen Hashiguchi, Kenji Shiraishi, Applied Physics Letters, 2022/12

【国内学会発表件数】 1 件

【受賞】

- ・ 山本結貴、機械学会若手優秀フェロー賞、日本機械学会、2023 年 3 月

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 (1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), and electromagnetic metamaterials. During the last year the research was focused on the following topics:

- (1) All-optical infrared detectors and image sensors using 3D photonic crystals;
- (2) Polymeric structures exhibiting anisotropic thermal properties;
- (3) Polymeric structures exhibiting form birefringence.

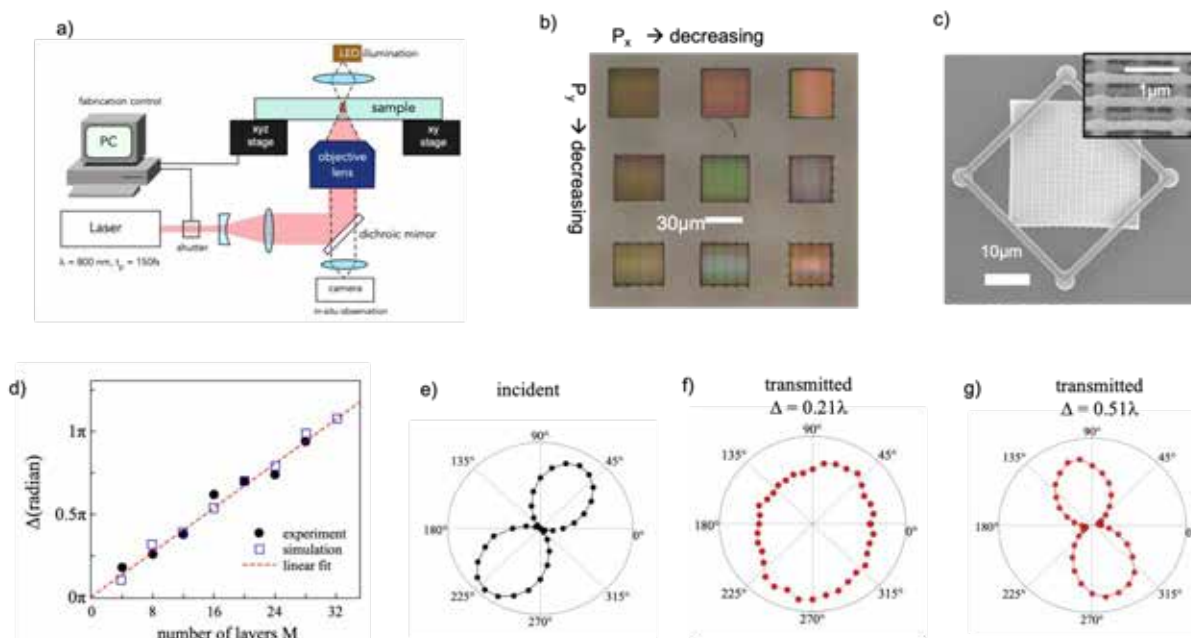


Figure: (a) Schematic explanation of 3D laser lithography technique and setup used in the fabrication experiments, (b,c) images of form-birefringent 3D structures, (d-g) characteristics of the form birefringence in the fabricated samples at the HeNe laser wavelength of 632 nm.

【 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%, polymeric structures exhibiting form birefringence at visible wavelengths were realized.

【 今後の展開 】

All research directions explored so far show strong promise of further developments. We will continue these studies and will search for new application areas for structures prepared in our laboratory by the 3D laser lithography technique.

【 学術論文・著書 】

- 1) V. Mizeikis, D. Gailevičius, D. Paipulas, S. Hada, M. Kretkowski, Form birefringent polymeric structures realized by 3D laser printing, *Optica Open. Preprint* (2023), <https://doi.org/10.1364/opticaopen.21972245.v1>
- 2) V. Mizeikis, D. Gailevicius, D. Paipulas, K. Staliunas, Tailoring optical birefringence of polymers using 3D femtosecond laser structuring, *Proc. SPIE 12433*, 12433-5 (2023), <https://spie.org/Publications/Proceedings/Paper/10.1117/12.264967>

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 (2名)
学 部 生: B4 (4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。本研究では 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検討した。

(2) SF₆ 混合ガスプラズマによりフッ素終端した基板上での MoS₂ 合成

2次元遷移金属ダイカルコゲナイドは、その特異な電氣的、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。本研究は単層 MoS₂ の結晶粒界低減に向けて、フッ素終端した Si 基板を用いて CVD 合成し、フッ素による核密度、ドメインサイズへの影響を評価し考察した。フッ素終端処理した Si 基板は He-SF₆ 混合ガスプラズマにより作成した。フッ素終端した Si 基板上で合成した MoS₂ は結晶核の密度と表面被覆率が低減しており、ドメインサイズは拡大した。これは

フッ素が MoS₂ 合成に寄与することを示しており、高品質な MoS₂ 合成を目的とする上で重要な知見といえる。

(3) n 型 AlGaIn/GaN エミッタの熱電子放出における面極性の影響

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。本研究は、n 型 AlGaIn/GaN エミッタの面極性による Cs 吸着の影響を検討し、出力特性を評価した。Cs 供給後の熱電子放出特性より、Ga 極性よりも N 極性の方が Cs 吸着が安定であることを実験的に示し、考察した。また、Cs 供給中の出力特性評価では、比較した中で N 極性 AlGaIn/GaN が最も良い出力特性であること示し、その結果について考察した。n 型 AlGaIn/GaN エミッタの熱電子発電器応用における面極性の制御において重要な知見といえる。

【 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) Ryohei Kurebayashi, Akihisa Ogino, “Effect of hydrogen ion dose and sample temperature on hydrogenation of Mg oxides using microwave excited hydrogen plasma”, Jpn. J. Appl. Phys. **61** (2022) S11012.
- 2) Shuya Asada, Akihisa Ogino, “Micromachining of polymers using atmospheric pressure inductively coupled helium plasma localized by a scanning nanopipette probe microscope”, Jpn. J. Appl. Phys. **61** (2022) S11006.

【 国際会議発表 】

- 1) Akihisa Ogino, “Low-temperature Plasma Treatment for Producing Magnesium Hydride and Tetrahydroborate”, 7th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN 2023) Virtual Conference, India, (2023.3.29) IL57.
- 2) Akihisa Ogino, Manatsu Kishi, “Structural Change of Mg Oxide Treated by Low Temperature Hydrogen Plasma”, ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023, Gifu, Japan, (2023.3.7) 07P-P1-19.
- 3) Kai Namura, Akihisa Ogino, Shigeya Kimura, Hisashi Yoshida and Hisao Miyazaki, “Co-deposition of Cesium and Oxygen on AlGaIn for Increase in Thermionic Emission of Semiconductor”, ISPlasma2023 / IC-PLANTS2023, Gifu, Japan, (2023.3.7) 07P-P2-38.

【 国内学会発表 】

- 1) 後藤 有生, 荻野 明久, “CVD 法を用いた単層 MoS₂ 合成における添加剤 Na₂SO₄ の影響”, 第 83 回応用物理学会秋季学術講演会, 東北大学 川内北キャンパス (2022. 9. 21) 21p-P12-35.
 - 2) 岸真夏, 荻野明久, “酸化マグネシウムのプラズマ還元における水素ガス流量の影響”, 第 39 回プラズマ・核融合学会年会, 富山国際会議場 (2022. 11. 22) 22Ba04.
 - 3) 岸真夏, 荻野明久, “Effect of Hydrogen Ion Energy on Reduction of MgO Using Surface-wave Plasma”, 第 32 回日本 MRS 年次大会 (MRS-J 2022), 産業貿易センタービル (横浜市), (2022. 12. 5) E-P5-006.
 - 4) 名村 海, 木村 重哉, 吉田 学史, 宮崎 久生, 荻野 明久, “異なる温度でセシウムと酸素で共蒸着した n 型 AlGaIn の熱電子放出特性”, 第 70 回応用物理学会春季学術講演会, 上智大学 四ツ谷キャンパス (2023. 3. 15) 15p-PB03-4.
 - 5) 荻野 明久, 加藤 佑人, “SF₆ 混合ガスプラズマによりフッ素終端した基板上での MoS₂ 合成”, 第 70 回応用物理学会春季学術講演会, 上智大学 四ツ谷キャンパス (2023. 3. 15) 15p-PB03-9.
- など 計 8 件

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



【 研究室組織 】

教 員: 光野 徹也

修士課程: M2 (3名)、M1 (2名)

【 研究目標 】

我々は、半導体ナノ-マイクロ結晶の作製技術とナノ-マイクロスケールの光特性を応用することを目的として研究を行なっている。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 ZnO ナノワイヤの微細領域周期配列技術の実証

GaN, Al₂O₃ などの結晶上にミスト CVD 法と電子ビーム描画技術により ZnO ナノワイヤを微細領域に周期配列(選択的成長促進技術)することに成功した。また、この周期配列した ZnO ナノワイヤより光励起レーザ発振(微小光共振機構の実証)を得ることに成功した。(論文投稿中)

(2) ミスト CVD 法により作製した極薄 ZnO 結晶のランダムレーザ特性の検討

ミスト CVD により作製した極薄 ZnO 結晶のランダムレーザの発振波長域がその厚さにより一定程度制御できる可能性を見出した。(論文投稿中)

(3) Conditional-GAN(条件付き敵対的生成ネットワーク)によるミスト CVD 法により作製した ZnO 結晶表面電子顕微鏡像の学習

ミスト CVD 法により作製した ZnO 結晶表面像について Conditional-GAN により学習し、SEM 像類似画像を AI が生成できることを実証した。

【 今後の主な展開 】

研究成果(1)→これらナノワイヤの成長メカニズム等を明らかにするとともに、微細領域周期配列技術の高精度化を狙う。

研究成果(2)→ランダムレーザの応用によるアプリケーション実証を狙う。

研究成果(3)→結晶成長パラメータの自動調整に向け AI 実装を進める。

【 主な研究業績 】

・原著論文

- 1) Takahisa Kanai, Kenya Fujiwara, Masaru Sakai, Kazuhiko Hara, and **Tetsuya Kouno (責任著者)**
“Wavelength tuning for random lasing of mist-CVD-grown Zn_{1-x}Mg_xO crystals with nanostructures on a-plane sapphire substrates” (Regular paper), Japanese Journal of Applied Physics **61**, 055502 (2022).
- 2) Naoya Terada, Tomoya Arimoto, Kazuhiko Hara, Masaru Sakai and **Tetsuya Kouno (責任著者)**
“Optical microcavity based on a single ZnO microwire grown on Si(111) substrate by catalyst-free mist chemical vapor deposition” (NOTE), Journal of the Ceramic Society of Japan 130 [8] 735-738 (2022).
- 3) Yuki Kawai, Masaru Sakai, Kazuhiko Hara and **Tetsuya Kouno (責任著者)**
“Selectively enhanced microarea crystal growth of ZnO nano and microwires on GaN on sapphire substrates by mist chemical vapor deposition” (NOTE), Journal of the Ceramic Society of Japan 130 [10] 857-860 (2022).

・学会等発表

- 1) 01p-18 条件付き敵対的生成ネットワークによるミスト CVD 法により成長した ZnO 結晶の電子顕微鏡像の学習
光野徹也
第 51 回結晶成長国内会議(JCCG-51) 2022 年 11 月 1 日 RCC 文化センター (広島県広島市)
- 2) O-5 ミスト CVD 法により作製した ZnO ナノ～マイクロ結晶と光励起レーザ発振特性 (依頼 or 招待講演)
光野 徹也、河合祐樹、岩田潤一、原和彦、酒井優
Sophia Open Research weeks 2022 第 3 回半導体ナノフォトニクス研究会 (上智大学(オンライン)2022 年 11 月 23 日)

テラヘルツ波を用いた生体計測及び産業応用

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



【 研究室組織 】

教 員 : トリパティ サロジ
修士課程 : M2 (3名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

In our laboratory, we are working on the development of high-power terahertz sources and their industrial and biomedical applications. The main objectives of our research are as follows:

- (1) High power THz wave generation using nonlinear organic crystals.
- (2) Study on terahertz wave interaction with human skin
- (3) Development of low-cost terahertz optical components

【 主な研究成果 】

(1) High power terahertz wave generation using non-linear optical crystal called DAST

High power terahertz waves can be generated when a non-linear optical crystal is irradiated by a high-power femtosecond laser pulse. However, a significant amount of pump power is lost due to reflection at the air-crystal boundary. This paper demonstrates that coating the crystal with an optical thin film called Cytop reduces the reflection loss and increases the THz wave emission efficiency of the crystal. The thin film coated crystals can be used in terahertz measurement systems, as well as optical devices like modulators and waveguides.

(2) Dielectric property measurement of human sweat to investigate terahertz wave interaction with human skin

Sweat contains various biomarkers and these biomarkers can indicate human health conditions such as disease and illness. In particular, imbalances in the concentration of electrolytes can indicate the onset of disease. These same imbalances affect the dielectric properties of sweat. In this study, terahertz spectroscopy was used to measure the frequency-dependent dielectric properties of human sweat from different regions of the body. The results were modeled to reveal relaxation processes related to sodium and calcium ions concentrations, which could be useful for designing biosensors to assess hydration and understand human health conditions.

(3) Terahertz property of bamboo and its use as a waveplate in terahertz frequency region

Terahertz time domain spectroscopy was used to investigate bamboo's optical properties in the THz frequency range, revealing birefringence and linear dichroism due to fiber orientation. The possibility of fabricating waveplates using bamboo is explored, and a quarter waveplate working in the sub-terahertz frequency region is demonstrated as a proof-of-principle. This wave plate can be used in terahertz sensing and imaging systems.

【 今後の展開 】

In our laboratory, we will continue these studies to further explore the biomedical and industrial applications of THz wave. We will focus on the development of terahertz optical components for the sixth generation of communication system using terahertz waves.

【 学術論文・著書 】

- 1) H. Ichikawa, K. Takeya, and S. R. Tripathi, “Linear dichroism and birefringence spectra of bamboo and its use as a wave plate in the terahertz frequency region” *Optical Materials Express*, Vol. 13, Issue 4, pp. 966-981 (2023), **Selected as Editor’s pick and cover page.**
- 2) H. Uchida, T. Kawauchi, G. Otake, C. Koyama, K. Takeya, and S. R. Tripathi, “Optical thin film coated organic nonlinear crystal for efficient terahertz wave generation” *Scientific Reports*, Vol. 12, No. 15082, pp. 1-9 (2022)
- 3) K. Hashimoto, P. B. Ishai, E. Bründermann, and S. R. Tripathi, “Dielectric property measurement of human sweat using attenuated total reflection terahertz time domain spectroscopy” *Biomedical Optics Express*, vol. 13, Issue 9, pp. 4572-4582 (2022)

【 国際会議発表 】

- 1) K. Hashimoto, P. B. Ishai, E. Bründermann and S. R. Tripathi, “Attenuated total reflection terahertz time domain spectroscopy for biomedical application” *The 7th International Symposium on Biomedical Engineering (ISBE2022)* P118, 22, Nov – 2, Dec. 2022, Online.
- 2) K. Hashimoto, P. B. Ishai, E. Bründermann and S. R. Tripathi, “Dielectric characterization of human sweat in the terahertz frequency region” *The third international symposium on frontiers in THz technology (FTT 2022)* ThuP-8, 16 – 18, Nov. 2022, Fukui.
- 3) K. Yamamura and S. R. Tripathi, “Development of terahertz optical component using metallic helix array” *The third international symposium on frontiers in THz technology (FTT 2022)* ThuP-3, 16 – 18, Nov. 2022, Fukui.
- 4) H. Ichikawa, S. R. Tripathi, “Birefringence measurement of bamboo in the terahertz frequency region” *The third international symposium on frontiers in THz technology (FTT 2022)* ThuP-17, 16 – 18, Nov. 2022, Fukui.
- 5) S. R. Tripathi and K. Yamamura, “Development of a terahertz wave band-stop filter using 2D arrays of metallic helices” *The 47th International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves (IRMMW-THz)*, Th-P-97, 28 Aug. – 2nd Sept. 2022 Delft, The Netherlands (Virtual conference).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本赤外線学会など 計 3 件

真空電子ビームデバイス及びアプリケーション

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



【 研究室組織 】

教 員：根尾 陽一郎、文 宗鉉 (工学研究科助教)

修士課程：M2 (2名)、M1 (2名)

【 研究目標 】

(1)真空電子ビームデバイス

・次世代超高輝度電子源の開発

現在、電子顕微鏡や電子線描画装置で広く用いられている電子ビーム発生デバイスのうち最高性能を有するものはタングステン(310)電界放射陰極であり、その発明から70年以上が経過している。電界放射陰極は輝度が高く空間分解能の向上に効果がある。しかし仮想光源サイズが数ナノメートルである為、100 μ A以上の大電流放射では、ジュール熱により母材であるタングステンチップの先端温度が融点以上となり形状変化をもたらす為、大電流動作は実現された事がない。つまり高輝度と大電流放射の両立はこれまで達成されていない。我々は、タングステンに液体金属Gaで被覆する事で、100時間を超える5mA以上の連続動作を可能とした。更に電子放出機構が電界放射であるにも関わらず、電流密度が閾値に到達すると電流放射特性が完全に空間電荷制限電流に従う事を実験により初めて明らかとした。以上の様に物理限界で動作する新しい超高輝度電子源の実現に成功した。新しい動作機構の電子源であり、より安定な放射電流特性、長時間動作の諸条件を追求する。また、この大電流且つ高輝度の性能がもたらす新しい効果について検討し、これまでにないアプリケーションを創造する。

・プラズモニック結晶ホトカソード

紫外線励起のホトカソードの量子効率 10^{-5} 程度である。この原因の一つに低い光子吸収率がある。プラズモニック結晶を導入する事で反射率を0まで減少し、高効率のホトカソードを開発する。クレッチマン配置を用いたプラズモン共鳴を検討した結果、波長266nmのP偏光の共鳴角において反射率は0まで減少したが量子効率は従来のホトカソードと同程度であった。これはモーメントと放射方向が90度異なる為、エネルギー損失を伴う非弾性散乱過程が必要になる事が原因と考えられる。現在、P偏光の電界方向と放射方向が一致する条件(90度入射)で反射率が0となる、最適設計されたプラズモニック結晶を導入し、量子効率の向上を目指している。

(2)真空電子ビームアプリケーション

・全個体紫外線発光デバイス

新型コロナウイルスや鳥インフルエンザの爆発的感染を背景に、空気洗浄デバイスへの要求がこれまで以上に強くなっている。特にUVCによる殺菌は、その汎用性から有望視されている。しかし広く普及している水銀灯UVCランプは、水銀を用いている点、波長が250nmと人体(角膜、

皮膚)に有害な波長である為、人がいる環境では使用できない問題がある。このため人体に非侵襲な Far-UVC (200~230nm) 注目した。Far-UVC 蛍光材料と電子源からなる電界放射ランプの開発を行っている。陰極には複数の放出サイトが同時に動作し大電流放射が可能なグラファイト冷陰極を用い、1mA 以上、500 時間以上の動作を確認している。これまでワイドギャップ半導体に発光中心を導入する事で Al_2ZnO_4 , $MgO:Al$ などの Far-UVC 蛍光材料の開発を進めている。大腸菌を用いた殺菌実験において、他殺菌デバイスと遜色のない結果を得ている。

・超高周波デバイス—スミス・パーセル超放射—

テラヘルツ領域での高出力・コヒーレント光源として、高速変調バンチ電子トレイン入射によるスミス・パーセル (SP) 超放射を提案している。本方式により発振の閾値電流密度を大幅に低減可能とする事が可能であり、高出力・周波数可変・可干渉性テラヘルツ光源が実現可能である。高速バンチトレイン形成には、高効率・高速応答のホットカソードが必要となり、アルカリ光電面、プラズモニク結晶ホットカソードを検討している。

【 今後の展開 】

真空電子エレクトロニクスは、固体素子と比較し多くの優位点を有する。その代表として発見した物理限界まで到達可能な電界放射機構が挙げられる。まだ未解明な部分が多いため、その動作解明を優先して行う。その後、より安定な放出特性を目標とする。将来的には、マルチビーム等、この超高輝度電子源を搭載した新しいビーム応用を創設する。

【 学術論文・著書 】

- 1) Yoichiro Neo, Gai Hashimoto, Rei Koike, Takashi Ohhara, Takahiro Matsumoto, "Solid-state far-ultraviolet C light sources for the sterilization of pathogenic microorganisms using graphene nanostructure field emitters", *Global Challenges*, 7, 2200236 (2023).
- 2) M. Yamamoto, H. Murata, N. Miyata, H. Takashima, M. Nagao, H. Mimura, Y. Neo, K. Murakami, "Low-temperature direct synthesis of multilayered h-BN without catalysts by inductively coupled plasma-enhanced chemical vapor deposition", *ACS Omega* 2023, 8, 6, 5497–5505
- 3) R.S Singh, K. Takagi, T. Aoki, J. H. Moon, Y. Neo, F. Iwata, H. Mimura, D. Moraru, "Precise Deposition of Carbon Nanotube Bundles by Inkjet-Printing on a CMOS-Compatible Platform", *Materials* 2022, 15, 4935.

【 国際会議発表件数 】

- ・ 2 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 6 件

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)
専門分野：電気電子工学
e-mail address: futagawa.masato@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/futagawa/>



【 研究室組織 】

教 員：二川 雅登
博士課程：(1名)
修士課程：M2 (5名)、M1 (4名)
学 部 生：B4 (5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・温度センサ等の物理センサ・化学センサを一体化した環境モニタリングセンサの実現を目指しています。特に、土壌や液中などの過酷な環境で年単位の安定した長期計測ができるセンサを目指しています。開発したセンサを用い、農業分野や防災分野などへの応用研究も積極的に行っています。

【 主な研究成果 】

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

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

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

(2) 長期連続計測を目指したストライプゲート型 pH センサの開発

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

本研究では、土に直接突き刺すことができる ISFET に着目し、長期計測に必要な不可欠なドリフトの抑制が可能な新しいセンサ構造を提案した。既存の ISFET にストライプ形状のゲート電

極を追加したスタライプゲート型 ISFET センサを開発し、1000 時間連続計測を行った結果、ドリフト無く安定した pH 計測ができることを確認することができた。

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

- 1) Ryuki Shigemasu, Yuki Teraoka, Satoshi Ota, Harutoyo Hirano, Keita Yasutomi, Shoji Kawahito, and Masato Futagawa, “Development of a Current Injection—Type Impedance Measurement System for Monitoring Soil Water Content and Ion Concentration”, *Sensors*, 22(9), pp. 3509-1-20, 2022
- 2) 瀧本 壮平, 重柵 竜希, 藤園 幹樹, 大多 哲史, 二川 雅登, “現場計測に向けた電流注入型土中水分量・電気伝導度計測のための周波数計測回路の開発”, 電気学会論文誌 E (センサ・マイクロマシン部門誌), Accepted.

【 特許等 】

- 1) 特許第 7133858 号, “土壌センサ及び土壌計測方法”, 二川雅登, 川人祥二, 安富啓太

【 国内学会発表件数 】

- 1) 秋山 真太郎, 大多 哲史, 二川 雅登, “長期連続計測を目指した広範囲高分解を可能とする自動調節機能付き pH 計測”, 第 39 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム論文集, 2022 年 11 月 14 日-16 日, アクティとくしま, 徳島県徳島市
- 2) 野村 智哉, 三浦 健太郎, 大多 哲史, 二川 雅登, “NMR 計測システム小型化のための高均一かつ高磁場を目指した永久磁石の開発”, 第 39 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム論文集, 2022 年 11 月 14 日-16 日, アクティとくしま, 徳島県徳島市
- 3) 藤園 幹樹, 重柵 竜希, 瀧本 壮平, 大多 哲史, Kofi Makinwa, 二川 雅登, “土中水分量・イオン濃度計測のためのチョッパ増幅器を用いたインピーダンス計測回路システムの開発”, 第 39 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム論文集, 2022 年 11 月 14 日-16 日, アクティとくしま, 徳島県徳島市
- 4) 加藤 寛基, 大多 哲史, 二川 雅登, “釘状電極を用いる土壌水分量計測に向けた精密土壌等価回路の構築”, 第 39 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム論文集, 2022 年 11 月 14 日-16 日, アクティとくしま, 徳島県徳島市
- 5) 瀧本 壮平, 重柵 竜希, 藤園 幹樹, 大多 哲史, 二川 雅登, “電流印加型土中水分量・イオン濃度計測回路のための現場計測を目指した周波数計測システムの開発”, 第 39 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム論文集, 2022 年 11 月 14 日-16 日, アクティとくしま, 徳島県徳島市
- 6) Muztahidul Md Islam, Satoshi Ota, Satoshi Koike, Madoka Takai, Masato Futagawa, “アニオン排除効果を制御するストライプゲート型カリウムイオンセンサーデバイスの開発”, 第 39 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム論文集, 2022 年 11 月 14 日-16 日, アクティとくしま, 徳島県徳島市

他 6 件

【 招待講演件数 】

- 1) 電子情報技術産業協会 (JEITA) スマートセンシングとその社会実装技術分科会, (2022. 09. 02)
- 2) 次世代センサ総合シンポジウム 2022、一般社団法人 次世代センサ協議会, (2022. 09. 16)
- 3) 電子情報通信学会 2023 年総合大会、電子情報通信学会 (2023. 03. 08)

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 : M2 (3名)、M1 (2名)

【 研究目標 】

本研究室では、将来の革新的デバイスの創製に向けて、シリコン中の不純物原子や欠陥といった量子準位の電荷/スピンを高感度で検出する技術や、電子と正孔を同時に制御する技術の確立を最終目標としている。これらの目標に向けて、以下の2点にフォーカスして研究を行っている。

- (1) 電荷/スピンの高感度検出のための測定系の構築
- (2) シリコントランジスタ界面における電子・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)として利用されることも検討されており、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。このため、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・正孔共存系の形成技術の確立

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（気体）やプラズマ、液滴（液体）、量子凝縮相といった様々な相を形成し、これまで基礎物理の観点から広く調べられてきた。特に、ボース・アインシュタイン凝縮と呼ばれる量子凝縮相は、超流動性を示すことが示唆されており、そのデバイス応用に向けた研究が盛んに行われている。しかしながら、エレクトロニクスの基盤材料として広く用いられているシリコンにおける報告はない。

本研究室では、シリコントランジスタ上で電子正孔共存系を形成する技術の確立に向けて、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を検討している。これまでに、電子と正孔の密度が再結合電流から見積もることができること、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、シリコン中の不純物原子や欠陥といった量子準位の検出技術の開発、および、シリコン上での電子正孔共存系形成技術の確立に取り組んでいる。今後は、不純物原子や欠陥の検出感度の向上に向けて、測定系の改善を行う予定である。また、電子正孔共存系の形成手法については、再結合電流の詳細解析を行う予定である。

【 学術論文・著書 】

- 1) Hiraku Toida, Koji Sakai, Tetsuhiko F. Teshima, Masahiro Hori, Kosuke Kakuyanagi, Imran Mahboob, Yukinori Ono, Shiro Saito, Communications Physics 6, pp1-6 (2023).
- 2) Ryo Watanabe, Fumiya Karasawa, Chikamasa Yokoyama, Kazumasa Oshima, Masahiro Kishida, Masahiro Hori, Yukinori Ono, Shigeo Satokawa, Priyanka Verma, Choji Fukuhara, RSC Advances, accepted (2023).

【 国際会議発表件数 】

- 1) Masahiro Hori, Charge pumping under electron spin resonance in Si MOSFETs, The 24th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium, poster presentation, November 30 2022. Invited talk.
- 2) Jinya Kume, Yukinori Ono, and Masahiro Hori, Electrical formation of electron-hole coexisting system at Si MOS interfaces, The 24th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium, poster presentation, November 29 2022.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会, 物理学会など 5 件

(2)オプトロニクスサイエンス部門

部門長 李 洪譜

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

- ・ 李 洪 譜 : 螺旋状ファイバ回折格子の開発とその角運動量(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
- ・ 岩 田 太 : プローブ顕微鏡開発、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
- ・ 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 吉元 裕貴, 精密工学会秋季大会学術講演会 ベストプレゼンテーション賞(2022.09)
 - ② 福澤 直人, The 24th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium The Best Presentation Award For Young Researchers(2022.11)
 - ③ 吉元 裕貴, 第 22 回 日本表面真空学会中部支部学術講演会 講演奨励賞(2022.12)
 - ④ 福澤 直人, 第 22 回 日本表面真空学会中部支部学術講演会 講演奨励賞(2022.12)
- ・ 清 水 一 男 教員
 - ① 水野良典(D2) 室内環境学会学術大会 大会長技術賞(2022 年)
- ・ 下 村 勝 教員
 - ① 小野公輔(D1) The 9th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University, Best Presentation Award (2023.03)

(2)特許

- ・ 岩 田 太 教員
 - ① 名称:エッチング装置及びエッチング方法
発明者:中澤謙太、岩田太, 特願 2023-027515, 出願日:2023.2.24
- ・ 李 洪 譜 教員
 - ① 名称:多チャンネルファイバグレーティング、多チャンネルファイバグレーティング製造装置及び多チャンネルファイバグレーティングの製造方法
発明者:李洪譜, 朱程亮, 特許第 7182250 号, 登録日:2022.11.24
- ・ 海老澤嘉伸 教員
 - 【出願(1 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 2023-027277, 出願日:2023.2.24

【公開(3件)】

- ② 名称:生体情報解析装置
発明者:海老澤嘉伸、特開 2023-32223、公開日: 2023.3.9
- ③ 名称:瞳孔検出装置及び瞳孔検出方法
発明者:海老澤嘉伸、特開 2022-131345、公開日:2022.9.7
- ④ 名称:画像処理システム及び画像処理方法
発明者:海老澤嘉伸、特開 2022-82280、公開日:2022.6.1

【登録(3件)】

- ⑤ 名称:瞳孔検出装置
発明者:海老澤嘉伸、特許第7228885号、登録日:2023.2.16
- ⑥ 名称:画像特徴追跡方法、視線追跡方法及び注視点追跡方法
発明者:海老澤嘉伸、特許第7116978号、登録日:2022.8.3
- ⑦ 名称:画像処理装置及び画像処理方法
発明者:海老澤嘉伸、特許第7046347号、登録日:2022.3.25

(3)招待講演(4件)

・岩田 太 教員

- ① 岩田 太, 日本顕微鏡学会バイオ SPM 研究会 2022
「ナノピペットを用いたプローブ顕微鏡の展開 ～イオン伝導顕微鏡およびプラズマジェット SPM の開発とバイオ応用への展望～」(2023.2.19-20) 定山溪萬世閣ホテルミリオネ(札幌市)
- ② 岩田 太, 第 49 回日本マイクロサージェリー学会学術集会
「電子顕微鏡下で動作可能なマイクロマニピュレータの開発と顕微解剖への応用」(2022.07.30) 金沢文化ホール
- ③ 岩田 太, 第 62 回日本先天異常学会学術集会
「走査型イオン伝導顕微鏡による組織・細胞のイメージング技術の開発」(2022.07.30) 金沢文化ホール

・下村 勝 教員

- ① Masaru Shimomura, 7th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology-ICONN 2023
“Recent progress of TiO₂ films and nanostructures for photocatalytic and sensor applications” (202303) Online Conference (SRM IST, India)

(4)共同研究及び外部資金(代表)

- ・李 洪譜 教員: 文部科学省科学研究費 基盤研究(B)
- ・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)
- ・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: 文部科学省科学研究費 基盤研究(C)
 - ・企業との共同研究 2 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)
A-SAP 公益財団法人浜松地域イノベーション推進機構

(5)国際交流

- ・下村 勝 教員: JSPS 外国人短期招聘 (J. Archana, SRMIST, India) 2022.11.27-2023.1.25

螺旋状ファイバ回折格子の開発とその角運動量(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 (主担当：工学部 機械工学科及び、
大学院総合技術研究科工学専攻 機械工学コース)

専門分野：光ファイバデバイス、非線形光学、光情報処理

E-mail address: ri.kofu@shizuoka.ac.jp

Homepage: <http://ars.eng.shizuoka.ac.jp/~li01/index.html>



【 研究室組織 】

教 員： 李 洪譜

博士課程： 1 名

修士課程： 5 名

学 部 生： 5 名

【 研究目標 】

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

- (1) 螺旋状ファイバ回折格子による多チャンネルOAMモード変換器に関する研究
- (2) 巨大旋光性を有する螺旋状ファイバ回折格子の開発とそのキラリティーセンサーへの応用
- (3) 螺旋状長周期ファイバ回折格子による軌道角運動量干渉計の開発及びそのセンシングへの応用
- (4) 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
- (5) 光渦ビームを有するファイバレーザーに関する研究

【 主な研究成果 】

- (1) 螺旋状ファイバ回折格子(HLPG)による 102 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 2 次及び 3 次 OAM モードの同時発生を成功した。
- (3) 少数モード屈折率分布を用いた広帯域 HLPG の作製法を提案し、試作した。
- (4) 螺旋状長周期ファイバ回折格子による軌道角運動量干渉計の試作及びその光ファイバセンサーへの応用を成功した

【 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) C. Zhu, Q. Piao, L. Wang, Z. Bing, Y. Zhao, H. Zhao, and H. Li, “Ultra-wideband OAM mode generator based on a helical grating written in a graded-index few-mode fiber,” *IEEE J. Lightwave Technol.*, Vol. 41, No. 5, pp. 1533-1538 (2023).
- 2) H. Lu, X. Huang, C. Guo, J. Xu, J. Xu, H. Hao, H. Zhao, W. Tang, P. Wang, and H. Li, “Orbital-angular-momentum beams-based Fizeau interferometer using the advanced azimuthal-phase-demodulation method,” *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 121, No. 24, 241102 (2022).
- 3) C. Zhu, Q. Piao, Y. Zhao, and H. Li, “Ultra-broad edge filter based on a periodically twisted graded-index fiber and its application to power-interrogated temperature sensor,” *Opt. Express*, Vol. 30, No. 19, pp. 34776-34786 (2022).
- 4) Y. Hao, C. Guo, X. Huang, J. Xu, H. Lu, H. Zhao, P. Wang, and H. Li, “Synthesizing the complex orbital-angular-momentum spectrum of hybrid modes existed in a few-mode fiber,” *Opt. Express*, Vol. 30, No. 15, pp. 26286-26296 (2022).
- 5) C. Zhu, Z. Bing, L. Wang, Q. Piao, S. Hu, J. Lv, Y. Zhao, and H. Li, “Reflective-type multi-parameter sensor based on a paired helical fiber gratings and a trapezoid-like micro cavity,” *IEEE Trans. on Instr. & Meas.*, Vol. 71, 7003508. pp. 1-8 (2022).
- 6) C. Zhu, L. Wang, and H. Li, “Phase-inserted fiber gratings and their applications to optical filtering, optical signal processing, and optical sensing: review,” *Photonics*, Vol. 9, No. 4, 271 (2022).
- 7) K. Gao, Z. Zhang, B. Huang, H. Hao, H. Zhao, P. Wang, and H. Li, “Broadband edge filter based on a helical long-period fiber grating and its application to a power-interrogated torsion sensor,” *J. Opt. Soc. Am. B*, Vol. 39, No. 4, pp. 1075-1081 (2022).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 電子情報通信学会 2件

プローブ顕微鏡開発、ナノ操作

教授 岩田 太 (IWATA Futoshi)

光・ナノ物質機能専攻 (主担当：光医学工学研究科 光医工学共同専攻)

専門分野： 精密機器開発、ナノ計測、ナノ操作

e-mail address: iwata.futoshi@shizuoka.ac.jp

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



【 研究室組織 】

教 員：岩田 太

【 研究目標 】

我々は、計測・位置決め、加工、マニピュレーションなどナノスケールでのエンジニアリングを目指した走査型プローブ顕微鏡 (SPM) 技術開発について主に取組んでいる。位置決め技術が優れた SPM をベースに材料表面や生体試料のナノスケールでの様々な物性のイメージングやマニピュレーションといった操作技術、ナノピペットプローブを用いた局所プラズマ照射による微細加工法の開発などを展開している。その他、レーザートラップ (光ピンセット) を用いたマイクロスケールでのアディティブマニュファクチャリングの開発にも取り組んでいる。

【 主な研究成果 】

(1) 原子間力顕微鏡を用いたナノマニピュレータの開発

高速原子間力顕微鏡による動画を観察しながら測定できる新しいナノマニピュレータを開発し、カーボンナノチューブのマニピュレーションを行った。

(2) 光マニピュレータによるナノ微粒子局所堆積法の開発

光マニピュレータと電気泳動堆積法を組み合わせたナノ材料の局所的堆積による立体形状の開発において局所加熱しながら堆積する微細加工法を開発した。

(3) 走査型イオン伝導顕微鏡の新規計測法および新規微細加工法の開発

液中で試料表面の帯電分布を測定する測定手法を開発し、その測定法を改善した。検出部分の応答特性を改善して、測定時間の短縮を実現した。

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

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

【 学術論文・著書等 】 原著論文(査読有)

- 1) R. S. Singh, K. Takagi, T. Aoki, J. H. Moon, Y. Neo, F. Iwata, H. Mimura and D. Moraru, "Precise Deposition of Carbon Nanotube Bundles by Inkjet-Printing on a CMOS-Compatible Platform", *Materials*, 15/14, (2022) 4935
- 2) A. Viswan, A. Yamagishi, M. Hoshi, Y. Furuhashi, Y. Kato, N. Makimoto, T. Takeshita, T. Kobayashi, F. Iwata, M. Kimura, T. Yoshizumi and C. Nakamura, "Microneedle Array-Assisted, Direct Delivery of Genome-Editing Proteins Into Plant Tissue", *Front. Plant Sci.*, 13, (2022) 878059

【 特許等 】

発明者： 中澤 謙太、岩田 太

出願人： 国立大学法人静岡大学 出願日令和 5 年 2 月 24 日特願 2023-027515
「エッチング装置及びエッチング方法」

【 国際会議発表 】

- 1) N. Fukuzawa, K. Nakazawa, H. Kawasaki, T. Nagata, and F. Iwata, "High-speed scanning ion conductance microscopy with capacitance compensation using a double-barrel nanopipette", The 24th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium (Hamamatsu Campus, Shizuoka University, 2022.11.29-30)

- 2) Y. Yoshimoto, K. Nakazawa, A. Ono, and F. Iwata, "In-process anneal treatment for laser-assisted electrophoretic deposition", The 24th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium (Hamamatsu Campus, Shizuoka University, 2022.11.29-30)
- 3) T. Tomita, K. Nakazawa, and F. Iwata, "Atmospheric pressure plasma jet etching with in-process depth measurement for improvement of processing precision", The 24th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium (Hamamatsu Campus, Shizuoka University, 2022.11.29-30)
- 4) N. Fukuzawa, K. Nakazawa, and F. Iwata, "Scanning ion conductance microscopy with capacitance compensation using a double barrel nanopipette for improving current detection response", The 22nd International Vacuum congress (IVC-22), Tue-PO1F-1, 2022.09.11-16
- 5) K. Takahashi, K. Katakura, K. Nakazawa, T. Komatsu, A. Ono, and F. Iwata, "Manipulation of Ag nanowires using a high-speed atomic force microscope for plasmonic waveguides", The 22nd International Vacuum congress (IVC-22), Mon-PO1F-4, 2022.09.11-16
- 6) T. Tomita, K. Nakazawa, T. Hiraoka, Y. Otsuka, K. Nakamura and F. Iwata, "Development of atmospheric pressure plasma jet etching for trimming of micro-machined devices", 2022 JSME-IIP/ASME-ISPS Joint International Conference on Micromechatronics for Information and Precision Equipment (MIPE2022), C2-2-01 (Nagoya University) 2022.08.28-31

【 国内学会発表 】

- 1) 中澤 謙太, 岩田 太, "大気圧プラズマジェットを用いた垂直深堀エッチング法の開発" 講演番号 D-09, 第 2023 年度精密工学会春季大会学術講演会 2022. 03. 14 (東京理科大学)
 - 2) 吉元 裕貴, 中澤 謙太, 岩田 太, "レーザー支援電気泳動堆積を用いた微細立体造形によるインプロセスでの熱処理法の開発とヤング率の改善", 第 22 回 日本表面真空学会中部支部学術講演会 2022. 12. 17
 - 3) 福澤 直人, 中澤 謙太, 岩田 太, "ダブルバレルナノピペットによる容量補償を用いた高速走査型イオン伝導顕微鏡の開発", 第 22 回 日本表面真空学会中部支部学術講演会 2022. 12. 17
 - 4) 富田 文瑠, 中澤 謙太, 平岡 尊宏, 大塚 優一, 中村 謙介, 岩田 太, "大気圧プラズマジェット加工の高精度化に向けたインプロセス深さ計測法の開発", 第 39 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム 2022. 11. 14-17 (アスティ徳島)
- その他、4 件

【 招待講演 】

- 1) 岩田 太, "ナノピペットを用いたプローブ顕微鏡の展開 ~イオン伝導顕微鏡およびプラズマジェット SPM の開発とバイオ応用への展望~", 日本顕微鏡学会バイオ SPM 研究会 2022, 2023. 02. 19-20 (定山溪萬世閣ホテルミリオナーズ 札幌市)
- 2) 岩田 太, "電子顕微鏡下で動作可能なマイクロマニピュレータの開発と顕微解剖への応用", 第 49 回日本マイクロサージェリー学会学術集会 pp. 75 講演番号 IL3, 2022. 12. 1 (アクティ浜松)
- 3) 岩田 太, "走査型イオン伝導顕微鏡による組織・細胞のイメージング技術の開発", 第 62 回日本先天異常学会学術集会 pp. 75 講演番号 S2-3, 2022. 07. 30 (金沢文化ホール)

【 受賞・表彰 】

- 1) 吉元 裕貴, 第 22 回 日本表面真空学会中部支部学術講演会講演奨励賞, "レーザー支援電気泳動堆積を用いた微細立体造形によるインプロセスでの熱処理法の開発とヤング率の改善", (2022. 12. 17)
- 2) 福澤 直人, 第 22 回 日本表面真空学会中部支部学術講演会講演奨励賞, "ダブルバレルナノピペットによる容量補償を用いた高速走査型イオン伝導顕微鏡の開発", (2022. 12. 17)
- 3) N. Fukuzawa, The Best Presentation Award For Young Researchers, The 24th Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium, "High speed scanning ion conductance microscopy with capacitance compensation using a double barrel nanopipette", 2022. 11. 29
- 4) 吉元 裕貴, 2022 年度精密工学会秋季大会学術講演会ベストプレゼンテーション賞, "レーザー支援電気泳動堆積法におけるインプロセス局所加熱の検証", (2022. 09. 09)

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。ナノ領域で光学的異方性を測定し、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、寄与する非線形感受率 $\chi^{(3)}$ 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。但し、ページデータの記録・再生は未だ達成できていないため、今後はこの課題に主にフォーカスする。

(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。さらに、ネガ型のフォトポリマーを使って、空中に3D構造物を形成することに成功した。従来技術ではフェムト秒パルスレーザー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レーザー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) Polarization multiplexed bit data recording to submicron-particles-arrayed optical storage (Daiki Okuzono and Chikara Egami) *Optica Applicata* in press.

ビデオカメラによる瞳孔検出技術とその応用

教授 海老澤 嘉伸 (EBISAWA Yoshinobu)
ナノビジョン工学専攻 (主担当：工学部 機械工学科及び、大学院
総合科学技術研究科 工学専攻 機械工学コース、
副担当：大学院光医工学研究科 光医工学共同専攻)
専門分野： 視覚情報工学
e-mail address: ebisawa.yoshinobu@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/ebiken/>



【 研究室組織 】

教 員：海老澤 嘉伸
連携教員：福元 清隆 (助教)
修士課程：M2 (3名), M1 (4名)

【 研究目標 】

予防医学や安全運転の向上、スマートフォンでの使用などを念頭において、近赤外光源とビデオカメラを用いた瞳孔検出を基本としたヒューマン-コンピュータ-インタラクション、人間の行動の監視のための方法、システムの構築およびそれらの応用研究を行っている。最近の研究目標には次のようなものがある。

- ・遠隔からの眼底状態を計測する装置の開発 (特に、血中酸素飽和度、血糖値の計測)
- ・頭部姿勢と視線方向の同時計測装置の開発 (特に、遠隔から検出)
- ・頭部を追尾するカメラが移動・回転しても、視線方向が正確に検出できる装置の開発

【 主な研究成果 】

- (1) 目や身体の異常の早期発見のために、顔から離れた 50cm ほど離れた位置から、2 波長の近赤外光を照射し、2 波長間の眼底からの反射光量比を瞳孔輝度比から得る方法を昨年考案し息を止める実験において、瞳孔輝度比が変化する結果を得ているが、より大きな数値の変化を求めて (検出を確実にするために)、網膜上の 4 か所を同時計測する装置を用いた追実験を行った。
- (2) (1) では高速度カメラを使用しているため、システムが高価である。眼底の状態を、それを安価にするため、工業用の比較的安価なカメラを用いて、画像の一部だけを撮影する方法で、フレームレートを 500Hz 程度まで上げて、視線検出と眼底状態を同時計測するシステムを構成できた。計測時に頭部を固定した状態ではあるが、安定した数値が得られることを確認した。安価なシステムで眼底の状態を実時間計測できることを示せた。
- (3) (2) と同様の理由で、(1) のシステムの代わりに、マルチスペクトルカメラを利用して 2 波長の近赤外光を同時照射し、波長分離し、波長ごとの画像を得られるシステムを開発したが、まだ同時に視線が検出できてなかったため (眼底の生体情報を精度良く得るには、視線検出が必要) 改善した。同装置を使用して、息を止める実験で、本装置の装置出力が、パルスオキシメータによって指から検出される酸素飽和度の変化と関連性がある結果が得られた。
- (4) スマートフォンなどで視線、眼底情報を取得するために、瞳孔・視線検出のための光源をできるだけ減らす試みをした。特許出願と学会発表をした。
- (5) 高速度カメラを使用して、高速な頭部の回転・移動が生じて、瞳孔を確実に捉え続けることができることを利用し、リアルタイムで高速な眼球運動計測ができるようにした。頭部に何も取り付けず、しかも視力矯正用の眼鏡をかけていても、視線検出が高頻度に計測できるため、これまでになく被験者が自由に高速に頭部を動かす状態での高速な眼球運動 (サッケード) の特性の計測ができるようになった。眼球運動の心理物理学的実験やドライブシミュレータなどに活用できると考えられる。
- (6) 安全かつ快適な自動車ライフをめざし、ハンドル回転に対応したドライバーの視線検出を想定した装置の開発をした。自動車において、視線検出装置を取り付ける場所が限定されることが問

題である。今回、ハンドルの中央に2台のカメラを装着すること提案した。ハンドルが回転するとカメラも回転・移動するため、視線が大きすぎて検出される。それを補う方法を提案し、装置一式を作り、高精度な視線検出ができることを実証した。

(7) 内視鏡手術のサポートシステムのために、ディスプレイから2m弱離れた位置から、画面上の注視点と水平顔向きを同時検出する装置を以前に開発したことがあったが、その装置の様々な改善を行い、上下方向の顔向きも検出できるようにした。

【 特許等 】

- 1) 海老澤嘉伸, 瞳孔検出装置 (登録, 国内) 特許第7228885号, 登録日: 2023. 2. 16
- 2) 海老澤嘉伸, 画像特徴追跡方法、視線追跡方法及び注視点追跡方法 (登録, 国内) 特許第7116978号, 登録日: 2022. 8. 3
- 3) 海老澤嘉伸, 画像処理装置及び画像処理方法 (登録, 国内) 特許第7046347号, 登録日: 2022. 3. 25
- 4) 海老澤嘉伸, 瞳孔検出装置および瞳孔検出方法 (出願, 国内) 特願2023-027277, 出願日: 2023. 2. 24
- 5) 海老澤嘉伸, 生体情報解析装置 (公開, 国内), 特開 2023-32223、公開日: 2023. 3. 9
- 6) 海老澤嘉伸, 瞳孔検出装置及び瞳孔検出方法 (公開, 国内) 特開 2022-131345、公開日: 2022. 9. 7
- 7) 海老澤嘉伸, 画像処理システム及び画像処理方法 (公開, 国内) 特開 2022-82280、公開日: 2022. 6. 1

【 国内学会発表件数 】

- 1) 携帯機器におけるLEDの少量化を伴う小型光学系を用いた注視点検出の検討 (石田知基, 福元清剛, 海老澤嘉伸) DIA2023, IS1-22, pp. 143-149, 2023. 3. 2発表
- 2) 瞳孔3次元座標を用いた視線検出装置における反射マーカを利用したステレオカメラの外部パラメータ推定の試み (伊奈尚時, 福元清剛, 海老澤嘉伸) DIA2023, IS1-21, pp. 137-142, 2023. 3. 2発表
- 3) 高速度カメラによる高頻度かつ高精度な注視点検出に基づく眼球運動の計測 - 高速な頭部回転への対応 - (岡本朋也, 福元清剛, 海老澤嘉伸) ViEW2022, IS2-13, pp. 210-216, 2022. 12. 8発表
- 4) 目視外観検査における習熟訓練のための手に持つ3次元物体上の注視点検出システム (福元清剛, 阪口恵真, 海老澤嘉伸) ヒューマンインタフェースシンポジウム2022, 3T-P2, pp. 572-578, 2022. 9. 2発表
- 5) ROIおよびBinningにより高速化したカメラを使用した瞳孔および注視点検出 (村松雄太, 小島達史, 福元清剛, 海老澤嘉伸) 映像情報メディア学会年次大会講演予稿集2022, 12C-3, 2 pages, 2022. 8. 24発表
- 6) 偏光センサカメラを用いた明・暗瞳孔顔画像同時取得による注視点検出 (佐藤吉哉, 清水凌雅, 福元清剛, 小野修司, 海老澤嘉伸) 映像情報メディア学会年次大会講演予稿集2022, 12C-2, 2 pages, 2022. 8. 24発表

【 セミナー講演件数 】

- 1) 海老澤嘉伸, 据置型視線分析システム、周辺視目視検査セミナー (大阪工業大学梅田キャンパスキャンパス)、2022. 8. 8

【 展示件数 】

- 1) 近赤外線とビデオカメラを用いた非接触かつ遠隔からの瞳孔検出技術の基礎と応用・生体計測、アミューズ磐田, 2022. 11. 11-12
- 2) 遠隔からの非接触眼底血中酸素飽和度計測、スズキ技術展示会 (Web開催)、2022. 8

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.kazuo@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://shimizu-lab.cjr.shizuoka.ac.jp/index/index.html>



【 研究室組織 】

教 員：清水 一男

研 究 員：クリストフ・ヤロスラヴ (学術研究員)

博士課程：サディア・アフリン・リミ (創造科技院 D2)、水野 良典 (創造科技院 D2)、サディク・ハムザ (創造科技院 D1)

修士課程：M2 (1名)、M1 (3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・皮膚殺菌

皮膚表皮菌などを対象としてマイクロプラズマ照射による微生物類殺菌を実験的に検討し、室内空気や皮膚殺菌の可能性を示した。

(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) 高分子薬品のドラッグデリバリー

小腸上皮細胞や鼻腔内上皮細胞を対象として、高分子薬品の吸収向上を目指し、マイクロプラズマ照射を行い細胞膜脂質類の変化を蛍光顕微鏡などで観察し、150kDa もの高分子蛍光試薬の導入に成功した。

【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。

【受賞】

2022年 室内環境学会 学術大会 大会長技術賞

水野良典 (D1), ヤハヤ グジ (D3), クリストフ ヤロスラヴ※, 村上栄造※※, 清水一男
静岡大学創造科学技術大学院,

※ 静岡大学イノベーション社会連携推進機構、※※ (株) 朝日工業社

【学術論文・著書】

学会発表数 国内(4件)、国外(9件)

論文発表数(4報)、内レフェリー付学術雑誌に発表した論文数(4報)

- 1) Y. Mizuno, A. Sadiq, A. Yahaya, J. Kristof, E. Murakami, K. Shimizu, “Ozone catalytic oxidation of dimethyl sulfide and surface analysis of iodine catalyst”, 2023 Jpn. J. Appl. Phys., DOI: 10.35848/1347-4065/acc4cd, (Mar., 2023).
- 2) M. Blajan, A. Yahaya, J. Kristof, T. Okuyama, K. Shimizu, “Inactivation of Staphylococcus Aureus by Microplasma”, IEEE Trans. on Ind. Appl., Vol. 59, Issue. 1, pp. 434-440, DOI: [10.1109/TIA.2022.3209619](https://doi.org/10.1109/TIA.2022.3209619) (Sep., 2022).
- 3) Y. Mizuno, A. Yahaya, J. Kristof, M. Blajan, E. Murakami, K. Shimizu, “Ozone Catalytic Oxidation for Gaseous Dimethyl Sulfide Removal by Using Vacuum-Ultra-Violet Lamp and Impregnated Activated Carbon”, Energies, Vol. 15, Issue. 9, 3314, DOI:10.3390/en15093314, (May., 2022).
- 4) 清水一男, 野中大輔, Jaroslav Kristof, Marius Blajan, 「電気設備のスマート保安に役立つ堆積微粒子除去技術」, 一般社団法人電気設備学会誌, Vol. 42, No. 4, pp. 214 - 218, DOI:10.14936/ieiej.42.214 (Apr., 2022).

【国際会議発表】

- 1) Y. Mizuno, A. Y. Guji, J. Kristof, E. Murakami, K. Shimizu, “Study of ozone oxidation of dimethyl sulfide and surface analysis of iodine catalysts”, 11th International Conference on Reactive Plasmas (ICRP-11) / 2022 Gaseous Electronics Conference, Sendai International Center, (Sendai, Japan), HW6.00078, (Oct., 2022).
- 2) M. Marium, J. Kristof, A. G. Yahaya, S. A. Rimi, K. Shimizu, “Transdermal Administration of Adenosine and Eosin Y Using Microplasma”, 11th International Conference on Reactive Plasmas (ICRP-11) / 2022 Gaseous Electronics Conference, Sendai International Center, (Sendai, Japan), EF4.00005, (Oct., 2022).
- 3) A.G. Yahaya, T. Kato, J. Kristof, M. Blajan, K. Shimizu, “The Effect of Sodium Chloride (NaCl) on Reactive Oxygen and Nitrogen Species (RONS) in Plasma-Activated Water(PAW)”, The International Symposium on Electrohydrodynamics, (ISEHD 2022), Otaru Chamber of Commerce & Industry" Otaru, (Hokkaido, Japan), Poster-11, (Sep., 2022).
- 4) Y. Mizuno, A.G. Yahaya, J. Kristof, M. Blajan, E. Murakami, K. Shimizu, “Removal of gaseous dimethyl sulfide by ozone catalytic oxidation”, The International Symposium on Electrohydrodynamics, (ISEHD 2022), Otaru Chamber of Commerce & Industry" Otaru, (Hokkaido, Japan), O-45, (Sep., 2022).
- 5) R. Yokoyama, S. A. Rimi. A.G. Yahaya, M. Blajan, J. Kristof, K. Shimizu, “Study on Control of Macromolecular Drug Transfer to Epithelial Cells Using Non-Invasive Microplasma”, 9th International Conference on Plasma Medicine, (ICPM-9), Jaarbeurs, (Utrecht, Netherlands), P2 24, (Jun., 2022).
- 6) J. Kristof, R. Yokoyama, A.G. Yahaya, M. Blajan, K. Shimizu, “Rat Intestine Cells Absorption of Fluorescein Isothiocyanate–Dextran Induced by Microplasma Treatment”, 9th International Conference on Plasma Medicine, (ICPM-9), Jaarbeurs, (Utrecht, Netherlands), P2 17, (Jun., 2022).
- 7) J. Kristof, R. Yokoyama, A.G. Yahaya, T. Okuyama, M. Blajan, K. Shimizu, “Absorption of Eosin Y in Stratum Corneum Induced by Iontophoresis and Microplasma Treatment of the Pig Skin”, 2022 Joint Conference on Electrostatics, P3, Hilton Charlotte University Place (North Carolina, USA), (Jun., 2022)

- 8) A.G. Yahaya, T. Okuyama, J. Kristof, M. G. Blajan, K. Shimizu, “Tailoring the Chemistry of Plasma-Activated Water (PAW) Using AC Driven Dielectric Barrier Discharge (DBD) Microplasma”, 2022 Joint Conference on Electrostatics, C4, Hilton Charlotte University Place (North Carolina, USA), (Jun., 2022)
- 9) A. Yahaya, T. Okuyama, J. Kristof, M. Blajan and K. Shimizu, “Formation of Reactive Chlorine Species (RCS) in Plasma Activated Medium (PAM) for Bacterial Sterilization”, The 49th IEEE International Conference on Plasma Science (ICOPS2022), MO 4.2-5, (Seattle, USA), (May., 2022).

【国内学会発表】

- 1) 水野良典, ヤハヤ・アハマド・グジ, クリストフ・ヤロスラヴ, 村上 栄造, 清水一男, 「ガス浄化に用いた活性炭の細孔特性」, 2022 年室内環境学会学術大会, 江戸川区総合文化センター, (東京都江戸川区), A-05, (Dec., 2022)
- 2) 水野 良典, ヤハヤ・アハマド・グジ, クリストフ・ヤロスラヴ, 村上 栄造, 清水一男, 「オゾン酸化による硫化メチルの除去と触媒の表面分析」, 第 46 回静電気学会全国大会, 琉球大学 (沖縄県中頭郡西原町), 9pC-10, (Sep., 2022).
- 3) 岡田 拓己, 大石 恭平, リミ アフリン サディア, クリストフ・ヤロスラヴ, 清水一男, 「非侵襲的マイクロプラズマを用いた細胞への高分子輸送制御の研究」, 第 46 回静電気学会全国大会, 琉球大学 (沖縄県中頭郡西原町), 8pC-1, (Sep., 2022).
- 4) 水野良典, 村上栄造, 清水一男, 「真空紫外光とヨウ素酸添着活性炭によるオゾン触媒酸化」, 第 39 回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会, 早稲田大学国際会議場, (東京都新宿区), B-11, (Apr. 2022).

(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
- ・ 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
- ・ 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
- ・ 庭山 雅嗣：近赤外分光法による光生体計測
- ・ 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・知的光計測に関する研究
- ・ 道下 幸志：雷に伴う環境電磁工学
- ・ 峰野 博史：マルチモーダルAI/IoT、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：計算イメージングと三次元計測
- ・ 大木 哲史：生体認証、ソフトウェア脆弱性検知
- ・ 大本 義正：インタラクションデザインによる人間と人工物の相互理解モデルの構築
- ・ 尾張 正樹：量子情報科学

- ・ 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
- ・ 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ョン、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、一部をオンライン配信として提供した。

1. 5月25日：杉山敬三（KDDI総合研究所 セキュリティ部門 主席研究員）
「Beyond5Gに向けたライフスタイルとテクノロジー」
2. 6月15日：平田真一（NTT 社会情報研究所 所長）
「SmartWorldを守るセキュリティと創るセキュリティ」
3. 6月22日：伊豆哲也（富士通研 データ&セキュリティ研究所 シニアディレクター）
「パスワード解読と暗号解読」
4. 6月29日：楠和浩（三菱電機 FAシステム事業本部 役員技監）
「IoTとイノベーション」
5. 7月6日：谷幹也（NECグローバルイノベーション戦略本部シニアプロフェッショナル）
「データサイエンスとセキュリティ」
6. 7月20日：風間博之（NTTデータ製造IT本部エグゼクティブイノベーションコンサルタント）
「技術革新が導くデジタル社会の将来展望」
7. 7月27日：稲川尚之（NTTドコモ R&Dイノベーション本部 イノベーション統括部長）
「通信業界から見たスタートアップの動向とサイバー社会の今後」

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

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) 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) 対話における共通基盤の形成過程に関する実証データに基づく基礎研究
- (3) 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事が明らかになった。

(2) 他者への配慮を伴うインタラクションの形成に関する基礎研究

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



(3) 対話における共通基盤の形成過程に関する実証データに基づく基礎研究

前年度に実施したタングラム命名課題の実験から明らかになった、対話における共通基盤形成過程には2種類の発話スタイル (Holistic な表現 / Analytic な表現) があったことから、これに着目した取り組みを行った。そこでまず、対話データの中から特定の発話のサイクルやパターンを抽出した後、その発話の説明関数となる可能性のある認知状態のサイクルやパター

ンのモデリングを試み、得られた分散表現のグラフに対してすでに行った当該対話データに対するラベリング・アノテーション（須藤・浅野・光田・東中・竹内（2022））を対応させると、分析的 (Analytic) あるいは全体観 (Holistic) な表現で行われた発話が、グラフにおける極値となりやすいことが観測できた。これは異なる表現タイプを模索している箇所であると同時に、人手によるラベリングの条件に合致する発話を分散表現からでも抽出できることを示した。

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書等 】

- 1) 市川雅也, 坂本孝文, 竹内勇剛: エージェントの援助に対する人の返報行動に立脚した HAI デザイン, 電子情報通信学会和文論文誌 (A), Vol. J106-A, No. 3, pp. 114-124 (2023).
- 2) 朝日南々香, 竹内勇剛: ロボットによるソーシャルタッチによる人-人の協同性の誘発, 電子情報通信学会和文論文誌 (D), Vol. J106-D, No. 1, pp. 2-13 (2023).

【 国際会議発表件数 】

- 1) Sakamoto, T. & Takeuchi, Yugo.: Model of Spatial Human-Agent Interaction with Consideration for Others, HAI'22 workshop on Cognitive Human-agent Interaction (2022).
- 2) Sakamoto, T. & Takeuchi, Y.: Modeling Approach and Avoidance Behavior with Social Considerations for Others in Public Situations, Proceedings of the 24th HCI International Conference (HCII2022), Part II, pp.611-624 (2022).
- 3) Ichikawa, M., Sakamoto, T., & Takeuchi, Y.: Perception of Supporting Agents Based on the Cognitive Responses of Recipients in a Helping Situation, 2022 15th International Conference on Human System Interaction (HSI2022), pp.1-6, (2022).
- 4) Ikoma, H., Sakamoto, T., & Takeuchi, Y.: Autonomy of Joint Attention and Its Effects on Conversational Interaction with a Telepresence Robot, IEEE 8th World Forum on Internet of Things (WFIoT) (2022).
- 5) Sudo, S., Asano, K., Mitsuda, K., Higashinaka, R., & Takeuchi, Y.: A Speculative and Tentative Common Ground Handling for Efficient Composition of Uncertain Dialogue, Proceedings of the 13th Conference on Language Resources and Evaluation (LREC2022), pp.3150-3157 (2022).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 16 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

修士課程: M2 (3名)、M1 (1名)

学 部 生: B4 (4名)

【 研究目標 】

モバイル環境におけるコンピュータネットワークの高機能化を目標に掲げて研究を進めている。特に、複数の移動端末の協調によって通信およびサービスの高速度・高信頼化を行うことに注力し、災害対応ネットワークの開発、都市インフラ維持管理への応用に関連した研究を進めている。

【 主な研究成果 】

(1) 準狭帯域無線 DR-IoT のアーキテクチャの設計

既存通信インフラが被災した場合においても災害対応・復旧管理活動を可能とするための新しい自営無線通信技術 (Diversified Range-IoT) の開発に取り組んだ。携帯端末向けのマルチメディア放送の事業終了により空き帯域となった VHF-High 帯において、6.25kHz から 400kHz 程度の複数の準狭帯域幅チャンネルを組み合わせて利用することにより、従来用いられていた簡易無線程度のコストと通信可能距離でより高速な通信を実現するシステムの実現を目指し、同無線システムの基礎的なフィールド性能評価実験を実施したほか、異なる帯域幅をもつ多数のチャンネルを組み合わせて使用するためのチャンネル割当て方法、およびアクセス制御方式の設計を行った。

(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。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、複数の無人機 (Unmanned Aerial Vehicle (UAV), Unmanned Ground Vehicle (UGV)) の協調移動とそれによる中継通信によりリアルタイム映像伝送による検査を可能とするシステムの開発を進めた。浮流観測器を使ったシステムに関しては、これまでに開発した映像転送プロトコルの実装面を大幅に修正し、データ転送可能量を向上させることに成功した。また、浮流観測器の下水管内の箇所を推定する手法として、下水管内での撮影映像に基づくランドマーク通過と時間に基づく線形補間を用いた手法を開発・実装した他、音声ビーコンの伝播時間に基づく長距離対応の位置推定手法を考案し、実験管を用いた検証でその効果を明らかとした。複数の無人機による中継通信を用いたリアルタイム映像伝送システムに関しては、ネットワークの接続性を維持しながらカメラ搭載無人機を移動させるための無人機の隊形制御方式を考案した。またマルチホップ映像ストリーミングのスループットを向上しつつ、無人機の位置移動制御コマンドを確実に送信するためのパケット送信スケジューリング手法を開発し、シミュレーションによりその効果を明らかにした。さらに、企業との共同研究により、下水管人孔部分の映像検査と、撮影位置の深さや撮影方向な

どの撮影条件の記録を容易に行うスマートフォンベースアプリケーションを開発した。

(3) 異種無線通信を併用した DTN による避難情報配信技術の開発

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について検討を進めた。今年度は避難誘導情報を得た避難者が積極的に他者とは異なる避難行動を行うことによって生ずる混雑の発生の影響について調査した。積極的な避難行動のシミュレーションモデルを構築し、避難誘導情報の配布方法の違いによる避難行動への影響を明らかとした。

【 今後の展開 】

i) 準狭帯域無線システム DR-IoT の開発、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) では異なる帯域幅をもつ多数のチャネルを用いる無線ネットワークシステムの効率的な動的チャネル割当方法について、より詳細な検討を進め、MAC 層プロトコルの設計・実装を行う。ii) に関しては、避難誘導情報の受信による積極的な避難行動を考慮した効率的な避難誘導を自律分散型で行う方法と、異種無線リンクによる DTN を組み合わせた効率的な情報配信方法について検討を進める。iii) に関しては、複数の無人機を用いた下水管内映像伝送を対象に前年度に設計した無人機の隊形制御方式と送信スケジューリング手法の実機への実装を行う予定である。

【 学術論文・著書 】

- 1) Y. Chikamoto, Y. Tsutsumi, H. Sawano, and S. Ishihara, Design and Implementation of a Video-Frame Localization System for a Drifting Camera-Based Sewer Inspection System, *Sensors*, vol.23, no.2, 793 (2023.1.10). DOI: 10.3390/s23020793
- 2) T. Matsuda, T. Inada and S. Ishihara, Communication Method Using Cellular and D2D Communication for Reverse Auction-Based Mobile Crowdsensing, *Applied Sciences*, vol.12, no.22, 11753 (2022.11). DOI: 10.3390/app122211753
- 3) S. Asano and S. Ishihara, Safe, Smooth, and Fair Rule-Based Cooperative Lane Change Control for Sudden Obstacle Avoidance on a Multi-Lane Road, *Applied Sciences*, vol.12, no.17, 8528 (2022.08). DOI: 10.3390/app12178528
- 4) 澤野弘明, 清水竣太, 國保有香, 石原進: 下水管スクリーニング検査のための浮流型カメラと映像処理に関するプラクティスの報告, *情報処理学会論文誌デジタルプラクティス (TDP)*, vol. 3, no. 2, pp. 22-31 (2022. 04).

【 国際会議発表件数 】

- ・ Y. Tsutsumi, T.V. Pham, S. Ishihara: Intermittent Multi-hop Video and UAV Control Command Transmission for Sewer Inspection, *The 21st International Conference on Pervasive Computing and Communications (PerCom 2023)* (2023.3.13, Atlanta, GA, USA). など 4 件

【 国内学会発表件数 】

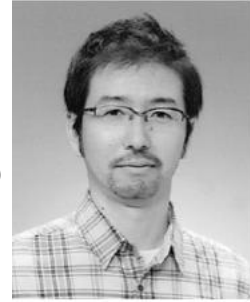
- ・ 情報処理学会 DICOMO シンポジウム、など 14 件

【 受賞・表彰 】

- ・ 丸山健斗: 2021 年度年間最優秀発表賞, *電子情報通信学会センサネットワークとモバイルインテリジェンス研究専門委員会* (2022. 7. 15).
- 他 9 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: D3 (2名) D1 (1名)
修士課程: M2 (2名)

【 研究目標 】

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

【 主な研究成果 】

(1) アクティブラーニングの手法を活かした高等教育カリキュラムを設計

知識創造型学習を大学初年時教育の PBL 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) 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.
- 2) Salas-Pilco, S.Z., Xiao, K., & Oshima, J. (2022). Artificial Intelligence and New Technologies in

Inclusive Education for Minority Students: A Systematic Review. *Sustainability*, 14, 13572. <https://doi.org/10.3390/su142013572>

- 3) Yamaguchi, S., Nagano, M., Ohira, S., Oshima, R., Oshima, J., Fujihashi, T., Saruwatari, S., and Watanabe, T. (2022). Web services for collaboration analysis with IoT badges. *IEEE Access*, 121318–121328.
- 4) Tsovaltzi, D., Uttamchandani, S., ...Oshima, J., & Gupta, A. (2022). Regional and epistemic heterogeneity in the learning sciences: Supporting transnational dialogues on equity and justice. In Oshima, J. Mochizuki, T. & Hayashi, Y. (Eds.), *General Proceedings of the 2nd Annual Meeting of the International Society of the Learning Sciences 2022* (pp. 9–16). International Society of the Learning Sciences.
- 5) Roschelle, J., Mochizuki, T., Oshima, J., Blair Black, N., Looi, C-K, Molenaar, I., Ogata, H., Buckingham Shum, S. (2022). Engaging learning scientists in policy challenges: AI and the future of learning. In Oshima, J. Mochizuki, T. & Hayashi, Y. (Eds.), *General Proceedings of the 2nd Annual Meeting of the International Society of the Learning Sciences 2022* (pp. 17–24). International Society of the Learning Sciences.
- 6) Kawasaki, M., Oshima, J., & Oshima, R. (2022). Pre-service teachers' growth in epistemic cognition through learning pedagogical knowledge. In Chinn, C., Tan, E., Chan, C., & Kali, Y. (Eds.), *Proceedings of the 16th international conference of the learning sciences - ICLS 2022* (pp. 1930–1931). International Society of the Learning Sciences.
- 7) Kawakubo, A. J T., Oshima, J., & Oshima, R. (2022). Diversity in learners' contributions to idea improvement processes among the high learning-outcome groups in a knowledge building practice. In Weinberger, A. Chen, W., Hernández-Leo, D., & Chen, B. (Eds.), *Proceedings of the 15th international conference on computer-supported collaborative learning - CSCL 2022* (pp. 308–311). International Society of the Learning Sciences.
- 8) Oshima, J., Kawasaki, M., Ohsaki, A., Mehto, V., Seitamaa-Hakkarainen, P., & Hakkarainen, K. (2022). Artifact-mediated collective cognitive responsibility in learning through collaborative designing. In Weinberger, A. Chen, W., Hernández-Leo, D., & Chen, B. (Eds.), *Proceedings of the 15th international conference on computer-supported collaborative learning - CSCL 2022* (pp. 312–315). International Society of the Learning Sciences.
- 9) Kayagi, T., Oshima, J., & Oshima, R. (2022). Temporal trajectories of epistemic views by university students in a knowledge-building learning environment. In Weinberger, A. Chen, W., Hernández-Leo, D., & Chen, B. (Eds.), *Proceedings of the 15th international conference on computer-supported collaborative learning - CSCL 2022* (pp. 543–544). International Society of the Learning Sciences.
- 10) 川久保アンソニー・太稀, 栢木貫, 大島純, 大島律子. (2022). ブレンド型授業を用いた知識構築実践の設計と評価 : 知識構築分析学からのアプローチ. *日本教育工学会論文誌*, 46(4), 617-629.

【 国際会議発表件数 】

- 1) Tsovaltzi, D., Uttamchandani, S., ...Oshima, J., & Gupta, A. (2022). Regional and epistemic heterogeneity in the learning sciences: Supporting transnational dialogues on equity and justice. *Annual*

Meeting of the International Society of the Learning Sciences 2022.

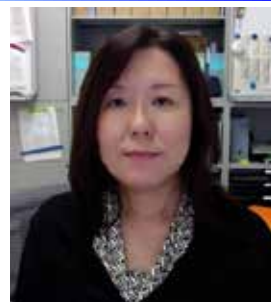
- 2) Roschelle, J., Mochizuki, T., Oshima, J., Blair Black, N., Looi, C-K, Molenaar, I., Ogata, H., Buckingham Shum, S. (2022). Engaging learning scientists in policy challenges: AI and the future of learning. *Annual Meeting of the International Society of the Learning Sciences 2022.*
- 3) Kawasaki, M., Oshima, J., & Oshima, R. (2022). Pre-service teachers' growth in epistemic cognition through learning pedagogical knowledge. *16th international conference of the learning sciences - ICLS 2022.*
- 4) Kawakubo, A. J T., Oshima, J., & Oshima, R. (2022). Diversity in learners' contributions to idea improvement processes among the high learning-outcome groups in a knowledge building practice. *15th international conference on computer-supported collaborative learning - CSCL 2022.*
- 5) Oshima, J., Kawasaki, M., Ohsaki, A., Mehto, V., Seitamaa-Hakkarainen, P., & Hakkarainen, K. (2022). Artifact-mediated collective cognitive responsibility in learning through collaborative designing. *15th international conference on computer-supported collaborative learning - CSCL 2022.*
- 6) Kayagi, T., Oshima, J., & Oshima, R. (2022). Temporal trajectories of epistemic views by university students in a knowledge-building learning environment. *15th international conference on computer-supported collaborative learning - CSCL 2022.*

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本教育工学会において 1 1 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: 川久保アンソニージェイ太稀 (D2)
修士課程: 栢木貫 (M2), 盧峻 (M1)

【 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) 創造的問題解決を軸とした大学授業の設計と評価

これまでの研究成果で得られたアイデアの有望性判断にまつわる成否要因を踏まえ、プロジェクト型の創造的問題解決を軸とした授業を設計した。適切なアイデア選択と継続的なアイデア向上のための教授的支援を導入、未導入の授業との比較検討を行うことで支援の効果を検証した。導入した支援は、グループ内で出たアイデアを選択する際とアイデアの質を向上させる際に留意すべきこととして、(1) アイデア選択時にその発展可能性を考慮し有望性判断を行うこと、(2) 一つのアイデアに固執せず複数のアイデアから選択すること、(3) アイデアとそれを裏付けるデータの整合性を取ることで、の3点について成功事例・失敗事例を交えながらの解説であった。学習支援システム (Knowledge Forum) 上に記述された学習者による活動記録や成果物の評価をもとに、支援あり・なし授業間で比較検討を行った。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であり、また、有望なアイデア選択とその向上の多様性に寄与し、論理的な思考の重要性を顕在化させることが明らかになった。

(2) 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継続的に検討行なった。具体的には複数人で会話している際の話者の検出方法、音圧モダリティを用いた発話順番パターンの検出、さらに収集データの精度を上げるための実験環境を見直し、現状の問題点の洗い出しと克服方法についての検討を行った。

さらに、収集したデータの分析結果をユーザ (この場合は教員などの授業実践者) に提供す

る仕組みとして、web サービス (SRP Web) を構築し、その有用性について検討した。

【 今後の展開 】

(1) については、得られた結果の妥当性・信頼性を検討するため繰り返しのデータ収集と分析を行う予定である。(2) についても継続的に収集データの質向上と分析手法の開発を行うとともに、web サービスのユーザを学習者にまで拡張するために必要な要件について検討を行う予定である。

【 学術論文・著書 】

- 1) Shunpei Yamaguchi, Motoki Nagano, Ritsuko Oshima, Jun Oshima, Takuya Fujihashi, Shunsuke Saruwatari, Takashi Watanabe (2023). "Multi-Speaker Identification with IoT Badges for Collaborative Learning Analysis" Journal of Information Processing, 4(2), pp.1-11
- 2) 川久保アンソニージェイ太稀, 栢木貫, 大島純, 大島律子 (2023). ブレンド型授業を用いた知識構築実践の設計と評価: 知識構築分析学からのアプローチ, 日本教育工学会論文誌, 46(4), pp. 617-629
- 3) Shunpei Yamaguchi, Motoki Nagano, Shunpei Ohira, Ritsuko Oshima, Jun Oshima, Takuya Fujihashi, Shunsuke Saruwatari, Takashi Watanabe (2022). "Web Services for Collaboration Analysis With IoT Badges" IEEE Access, Vol.10, pp.121318-121328

【 国際会議発表 】

- 1) Miho Kawasaki, Jun Oshima, Ritsuko Oshima (2023). Pre-service Teachers' Growth in Epistemic Cognition through Learning Pedagogical Knowledge, ICLS Proceedings (ISLS Annual Meeting 2022), pp. 1930-1931
- 2) Anthony J Taiki Kawakubo, Jun Oshima, Ritsuko Oshima (2023). Diversity in Learners' Contributions to Idea Improvement Processes Among the High Learning-Outcome Groups in a Knowledge Building Practice, CSCL Proceedings (ISLS Annual Meeting 2022), pp. 308-311
- 3) Toru Kayagi, Jun Oshima, Ritsuko Oshima (2023). Temporal Trajectories of Epistemic Views by University Students in a Knowledge-Building Learning Environment, CSCL Proceedings (ISLS Annual Meeting 2022), pp.543-544
- 4) Jun Lu, Shunpei Yamaguchi, Jun Oshima, Ritsuko Oshima, Shunsuke Saruwatari (2023). "Utterance Pattern Extraction during Idea Improvement Using Sound Pressure Modality" Poster presented at New Member's Session in ISLS Annual Meeting, pp.1-1

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本教育工学会全国大会ほかにおいて計 10 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 : 8 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深層学習 (AI) を駆使した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 を駆使した車載カメラ画像を対象とした研究
- (2) 画像処理技術・AI を駆使した外観検査・異常検知に関する研究
- (3) 視覚情報処理・機械学習 (ディープラーニング) を駆使した顕著性マップに関する研究

【 主な研究成果 】

(1) 画像処理技術・AI を駆使した車載カメラ画像を対象とした研究

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 を駆使した車載カメラ画像を対象とした研究に貢献した (電気学会英論文誌、IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering に掲載)。

(2) 画像処理技術・AI を駆使した外観検査・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 (IEEE Access に掲載、ビジョン技術の実利用ワークショップ 2022 「優秀論文賞」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) M. Yamamoto, R. Sultana, G. Ohashi, “Nighttime Traffic Sign and Pedestrian Detection Using RefineDet with Time-Series Information,” IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, Vol.18, No.3, pp. 408-417, 2023.3.
- 2) K. Ishida, Y. Takena, Y. Nota, R. Mochizuki, I. Matsumura, G. Ohashi, “SA-PatchCore: Anomaly Detection in Dataset With Co-Occurrence Relationships Using Self-Attention,” IEEE Access, Vol.11, pp.3232-3240, 2023.

【 国際会議発表件数 】

- ・ The 29th International Display Workshops (IDW'22) 1 件

【 国内学会発表件数 】

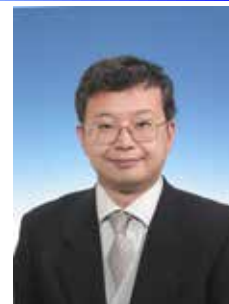
- ・ 第 28 回画像センシングシンポジウム (SSII2022) など 6 件

【 受賞・表彰 】

- ・ 外観検査アルゴリズムコンテスト 2022 「優秀賞」 (2022. 12. 8)
- ・ ビジョン技術の実利用ワークショップ 2022 「優秀論文賞」 (2022. 12. 9)

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 (学術論文 1)。またこの挙動視覚化システムに対して、オブジェクト指向型言語におけるクラス間の関係を視覚化する手法を導入した (国際会議 3)。
- (2) **数学問題解決における戦略的思考を支援する学習環境の構築に関する研究**
人間が数学の問題を解く際には数学的公式の知識のどれを適用すれば解に至りやすいかといった戦略的思考を行う。本研究ではこの戦略的思考を模倣するシステムを構築し、学習者の問題解決プロセスを問題解決戦略の観点から評価してその結果に基づき助言するシステムを開発した (国際会議 1)。
- (3) **プログラミング学習者のプログラミングプロセスのモニタリングと分析に関する研究**
学習者による UML を用いたプログラムデザインの過程をシステムによりモニタリングし、モデル構築時の学習者の振舞いデータを収集した。またそのデータを分析し、学習者がプログラミングに行き詰った際の行動パターンを抽出した (国際会議 4)。

【 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。

【 学術論文 】

- 1) Koichi YAMASHITA, Miyu SUZUKI, Yusuke KITO, Yusuke SUZUKI, Satoru KOGURE, Yasuhiro NOGUCHI, Raiya YAMAMOTO, Tatsuhiro KONISHI, Yukihiro ITOH “Interaction Support Systems Between Teachers and Visual Content for Effortless Creation of Program Visualization,” Research and Practice in Technology Enhanced Learning (RPTEL), Vol.18, No.33, pp.1-31 (2023.02).

【 国際会議発表件数 】 4 件

- 1) Takumi YAMADA, Tatsuhiro KONISHI, “A System that Supports Learners’ Strategic Thinking of Problem-solving in High School Mathematics,” Proceedings of ICCE Workshop on Technology Enhanced Learning by Posing/Solving Problems/Questions2022, Vol.II, W01-1, pp.314-316 (2022.11).
- 2) Satoru KOGURE, Yudai KAMATA, Yasuhiro NOGUCHI, Koichi YAMASHITA, Tatsuhiro KONISHI, Makoto KONDO, “Construction of a Role-Play Style Japanese Learning Support System that Allows Teachers to Edit Dialogue Situations,” Proceedings of ICCE2022, Vol.I, pp.302-304 (2022.11).
- 3) Koichi YAMASHITA, Yusuke SUZUKI, Satoru KOGURE, Yasuhiro NOGUCHI, Raiya YAMAMOTO, Tatsuhiro KONISHI, Yukihiro ITOH, “Learning Support System Visualizing Relationships Among Classes and Objects Based on Teacher’s Intent of Instruction,” Proceedings of ICCE2022, Vol.I, pp.314-31 (2022.11).
- 4) Yasuhiro NOGUCHI, Kanta INOUE, Satoru KOGURE, Koichi YAMASHITA, Tatsuhiro KONISHI, “Monitoring of Learners’ Activities’ in Software Structure Design Exercises,” Proceedings of ICCE2022, Vol.I, pp.259-261 (2022.11).

【 国内学会発表件数 】

- ・人工知能学会、教育システム情報学会にて3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 (2名)、M1 (4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。

【 国際会議発表件数 】

- ・ 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 3 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 D3、社会人)
修士課程: M2 (2名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

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

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

【 主な研究成果 】

(1) 知的環境認識型ワイヤレスネットワークの構築

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

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

(2) 胸部 X 線 CT 画像における肺がん病巣候補自動抽出の高精度化

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

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

(3) マルチメディア情報通信技術の応用・展開

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

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

【 今後の展開 】

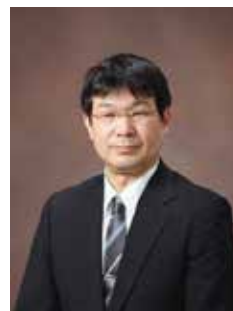
知的環境認識型ワイヤレスネットワークを用いた獣害検知システムで収集した膨大なデータを基に、害獣の出没を予測する手法について精度向上の研究を進めている。さらに、マルチメディア情報通信技術を医療・社会福祉・災害対策等に応用していきたい。

【 国内学会発表件数 】

・電気・電子・情報関係学会、電気学会、情報処理学会など 9 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: <https://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：M2 (2名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

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

- (1) 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
- (4) 動画制作能力の育成教材の開発

【 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計 3004 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い、映像と写真のデジタルアーカイブを試作した。

(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、メタバース空間上でのコンテンツにおける人間の視覚特性について印象評価実験を行い、視認性の高い文字の表現方法の特徴を得ることができた。

(4) 動画制作能力の育成教材の開発

伝わる動画を制作するための能力について整理して、実際に、自治体に動画制作研修を実施した。研究カリキュラムの開発と評価方法について検討を行った。

【 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。

【 学術論文・著書 】

- 1) Watanabe, S., T. Sugiyama, N. Nakaya, and N. Shirahama: "An Attempt to Pulse Wave Analysis to Listening of 'Nishi-Ure Dengaku' Music (One of Japanese Traditional Music)", Journal of the Institute of Industrial Applications Engineers, Vol. 10, No. 4, pp. 84-98, 2022, doi:10.12792/jiiae.10.84.

【 国際会議 】

- 1) Watanabe, S., T. Sugiyama, N. Nakaya, and N. Shirahama: "An Attempt to Evaluate the Impression of "Dengaku" music(One of Japanese Traditional Music) Based on Visual Analog Scale", Proceedings of the 9th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2022, pp.93-98, 2022(2022.9.6, Online), DOI:10.1023/A:1006831107052

【 国内学会発表件数 】

- ・観光情報学会、情報文化学会、人文科学とコンピュータシンポジウム、日本教育メディア学会 など8件

【 新聞報道等 】

- 1) 2022年12月19日 中日新聞, 天浜線フォント×児童の俳句 沿線魅力伝えるカレンダーに
- 2) 2022年12月19日 静岡新聞, 天浜線フォントでカレンダー 静岡大学情報学部 沿線地域PRに
- 3) 2023年3月11日 静岡新聞, 高齢者支援アプリ 三ヶ日版が完成 静岡大プロジェクト冊子も
- 4) 2023年3月13日 浜松エフエム放送, 番組「FM Haro! &U」のコーナー「I Love 遠州」にて「引佐・細江・三ヶ日で暮らそうマップ」「三ヶ日で暮らそうマップ」について紹介

【 受賞・表彰 】

- 1) 第13回社会情報学会中部支部研究会・第8回芸術科学会中部支部研究会・第11回情報文化学会中部支部研究会合同研究会 合同研究会 優秀賞(2022年度), 近藤滉平, 杉山岳弘, 'VR空間における立体表現された文字の視認性に関する一検討', 第13回社会情報学会中部支部研究会・第8回芸術科学会中部支部研究会・第11回情報文化学会中部支部研究会合同研究会論文集, pp. 67-70, (2022.12.24, 椛山女学園大学)
(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)
- 2) 観光情報学会第17回全国大会優秀賞(2021年度), 森山ひなた, 津田茉美, 財部あかり, 杉山岳弘, '天竜浜名湖鉄道における地域フォントの作成と普及の取り組みによる地域活性化の試み', 第17回観光情報学会全国大会講演予稿集, pp. 3-4, (2021.11.20, オンライン)
- 3) 観光情報学会第17回全国大会奨励賞(2021年度), 大林奈央, 杉山岳弘, 'アニメ聖地巡礼における動機形成の要素と個人の特性に関する検討', 第17回観光情報学会全国大会講演予稿集, pp. 19-20, (2021.11.20, オンライン)

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://wvp.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 (4名)

【 研究目標 】

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

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

【 主な研究成果 】

(1) 組織的な「失敗からの学び」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、組織の記憶を増強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増強する、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, “A cognitive approach to frequency response tuning of BPF for preliminary clues” *Procedia Computer Science (2022), 26th International Conference on Knowledge Based and Intelligent Information and Engineering Systems, KES2022*, 7-9 September 2022, Online, Elsevier, 2022. (9 頁)
- 2) Jun NAKAMURA, Sanetake NAGAYOSHI, “What can a line of sight tell us? Working with a gantry crane at 50 m above ground level” *Operations Management and Strategy in the Era of Technological Revolution, Proceedings of the 6th World Conference on Production and Operations Management - P&OM 2022 -*, 2022. (8 頁)
- 3) Sanetake NAGAYOSHI, Jun NAKAMURA, “INFLUENCE OF COMPUTER USAGE ON RECORDING, AND PERSONAL AND ORGANIZATIONAL MEMORY: CASE STUDY OF A JAPANESE COMPANY IMPLEMENTING ORGANIZATIONAL LEARNING FROM FAILURE ,” *The International Conference on Business, Economics and Information Technology 2023*, March 13 2023.【Nagoya, Osaka, Tokyo, Guam, Online】
- 4) Sanetake NAGAYOSHI, Jun NAKAMURA, “HOW COMPUTER-BASED-KNOWLEDGE-REPOSITORY WORKS FOR ORGANIZATIONAL MEMORY IN FAILURE LEARNING? ,” *The International Conference on Business, Economics and Information Technology 2023*, March 13 2023.【Nagoya, Osaka, Tokyo, Guam, Online】
- 5) Jun NAKAMURA, Sanetake NAGAYOSHI, “HEURISTICS AND PRACTICAL WISDOM: OBSERVING COGNITIVE BIAS IN STRESS CONDITIONS ,” *The International Conference on Business, Economics and Information Technology 2023*, March 13 2023.【Nagoya, Osaka, Tokyo, Guam, Online】
- 6) Duy Quang TONG, Sanetake NAGAYOSHI, “FACTORS INFLUENCING BEHAVIOR INTENTIONS TO USE ONLINE FOOD DELIVERY SERVICES IN JAPAN ,” *The International Conference on Business, Economics and Information Technology 2023*, March 13 2023.【Nagoya, Osaka, Tokyo, Guam, Online】
- 7) Laila Diana KHULYATI, Sanetake NAGAYOSHI, “ANALYZING THE IMPROVEMENT OF THE MEETING PRODUCTIVITY IN STUDENTS GROUP DISCUSSIONS IN ONLINE GROUP LEARNING: A CASE STUDY OF JAPANESE BACHELOR STUDENTS ,” *The International Conference on Business, Economics and Information Technology 2023*, March 13 2023.【Nagoya, Osaka, Tokyo, Guam, Online】
- 8) Hui Min LEE, Sanetake NAGAYOSHI, “THE IMPACT OF BOTH DIGITAL CAPABILITIES AND LEADERSHIP CAPABILITIES ON OBTAINING DIGITAL ADVANTAGES OF CASHLESS PAYMENT: A QUANTITATIVE STUDY AMONG SMES IN JAPAN ,” *The International Conference on Business, Economics and Information Technology 2023*, March 13 2023.【Nagoya, Osaka, Tokyo, Guam, Online】
- 9) Nikhil TIWARI, Sanetake NAGAYOSHI, “An analysis of how mental health affects productivity in virtual teams working remotely,” *The 9th International Symposium toward the Future of Advanced Research at Shizuoka University (ISFAR-SU2023)*, March 1 2023.【Online】

【国内学会発表】

- 1) 奥寺 瞭介、永吉実武「デバッグ技能の伝承 ～バグ発見ノウハウの可視化～」2022年経営情報学会年次大会(2022年5月29日)、オンライン
- 2) トン ユイ クアン、永吉 実武「技術受容モデル (UTAUT2) を用いたフードデリバリーサービスに対する消費者意識に関する研究 ～日本市場の分析」日本情報経営学会第84回全国大会(2022年11月5日)、オンライン

近赤外分光法による光生体計測

教授 庭山 雅嗣 (NIWAYAMA Masatsugu)

情報科学専攻 (主担当：大学院光医工学研究科 光医工学共同専攻

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、電子工学研究所 生体計測研究部門)

専門分野： 生体医工学、光生体計測、近赤外分光法

e-mail address: niwayama.masatsugu@shizuoka.ac.jp

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



【 研究室組織 】

教 員：庭山 雅嗣

修士課程：M2 (4名)、M1 (4名)

【 研究目標 】

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

- (1) 組織オキシメータ等の光吸収体濃度計測の高精度化と実用化
- (2) 超小型プローブによる多様な光計測法の開発
- (3) 光免疫治療の安全性に関わる研究
- (4) パルス光での治療やイメージングの安全性や効果の研究

【 主な研究成果 】

(1) 超小型組織オキシメータの開発と実用化

携帯性、利便性の良い近赤外分光組織酸素計測装置を企業及び浜松医大と連携して開発した。AMED 事業では腸組織、文科省エコシステム事業では胃組織を対象とした実用化研究を推進し、そのフォローアップやさらなる高度化を進めている。プロトタイプ機の試作、ファントム実験での検証、誤差要因に関する光伝播解析を行い、高精度化につながるアルゴリズムの検討を行い、皮膚に関する定量精度の向上を達成することができた。

(2) 小動物用 NIRS プローブの開発

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

(3) 光免疫治療における光熱動態解析と安全性の検討

光免疫治療では抗体付色素を癌組織と結合させ、近赤外光を照射することで癌細胞膜だけを選択的に破壊する手法であるが数十 mW レベルのレーザーを用いるため、より安全な治療法へと発展させるために低温熱傷などの危険性を定量的に明らかにする必要がある。また、より効果的な照射法で効率が良く患者負担の少ない手法も必要とされる。そこで、我々は光伝播解析

により微小領域ごとの熱吸収エネルギーを詳細に検討できるソフトウェアを開発し、複雑な生体モデルにおける各領域の熱的影響を解析した。それらの結果から、限界となる深さやより深部の癌組織をターゲットとするための条件を検討した。これらの解析は安全で効果的な治療条件を明らかにして新たな照射法を開発するうえで有用な知見となりうる。

(4) 低出力レーザー治療・光イメージングにおける光熱動態解析と安全性の検討

低出力レーザー治療や光イメージングにおいて、比較的強い強度のパルス光が用いられ、より効果的な治療や深部のイメージングを行う場合に安全性と効果の両立が求められている。そこで、多様なモデルでの光熱動態解析と模擬実験を行った。表皮における吸収と温度上昇が顕著であったが、表皮からの熱拡散と血液の吸収によって真皮深部も熱傷に注意する必要があることが示され、瘡蓋がある場合には特に温度上昇が大きいことも明らかになった。

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

- 1) 庭山雅嗣, “表層組織計測に特化した空間分解式小型組織オキシメータの開発”, 光技術コンタクト, 61/3, 30-35 (2023)
- 2) D. X. Lioe, Y. Fukushi, M. Hakamata, M. Niwayama, K. Mars, K. Yasutomi, K. Kagawa, S. Yamamoto, S. Kawahito, “A CMOS Lock-In Pixel Image Sensor with Multisimultaneous Gate for Time-Resolved Near-Infrared Spectroscopy”, IEEE Transactions on Electron Devices, 1-7 (2023)
- 3) K. Mizukoshi, Y. Hamanaka, M. Niwayama, “Investigation of oxygen saturation in regions of skin by near infrared spectroscopy”, Skin Research and Technology, 28, 5, 695-702 (2022)
- 4) N. Unno, K. Inuzuka, N. Yamamoto, M. Sano, K. Katahashi, T. Kayama, T. Yata, Y. Yamanaka, H. Tsuyuki, Y. Endo, N. Ishikawa, E. Naruse, M. Niwayama, H. Takeuchi, “The Patency of Tibial/Peroneal Arteries Affects the Increment of Regional Tissue Saturation of Oxygen in Each Angiosome after Supercial Femoral Artery Revascularization”, Annals of Vascular Diseases, Vol. 15, No. 1, pp. 14-21 (2022)

【 国内学会発表件数 】

- ・日本赤外線学会研究発表会など 2 件

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 2023 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。

本衛星は 2022 年 4 月 17 日に大気圏再突入による運用を終了し、同 4 月 25 日に成果報告会を実施しました。

(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）への参加

小型月着陸衛星（SLIM）は、2023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）への参加

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。

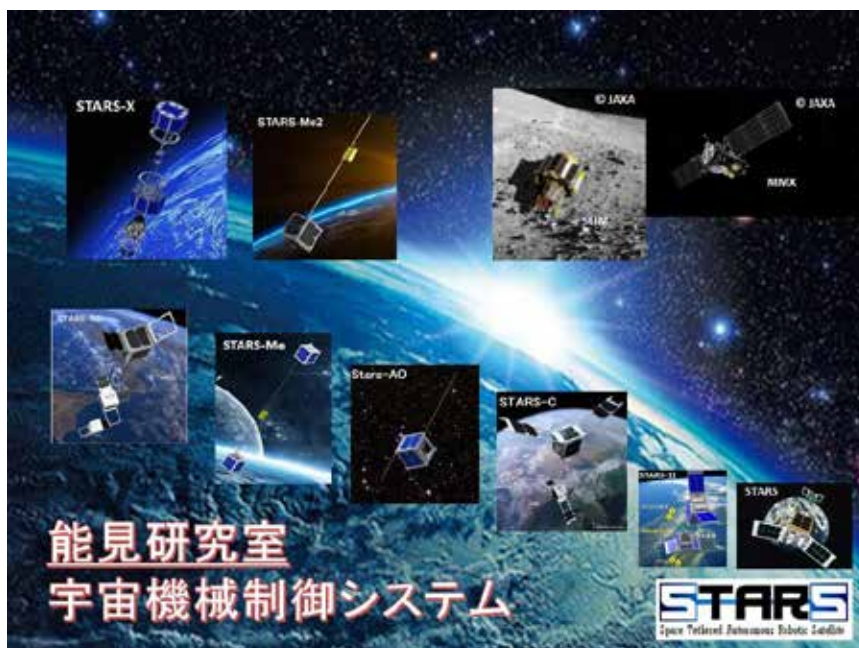
（6）月縦穴探査（UZUME）計画への参加

月縦穴探査（UZUME）の計画がJAXA宇宙科学研究所を中心に進んでおり、着陸に関するテーマで参画しています。現在は、縦穴に直接的に入っていく着陸するという方法での挙動について、これまでと何が異なるかなどを調査しています。

【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
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。本研究室では、大学の情報基盤を限られた資源(人・物・資金)の下で、効率的に運用できる各種情報システム開発や情報セキュリティのマネジメント研究に取り組んでいる。

- (1) 情報セキュリティと IT サービスのリスクアセスメント統合
- (2) 大学情報基盤の設計・構築・運用のマネジメント
- (3) 低コストで安全な情報システム
- (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) グリッドの状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) 大学情報基盤の設計・構築・運用とそのマネジメント

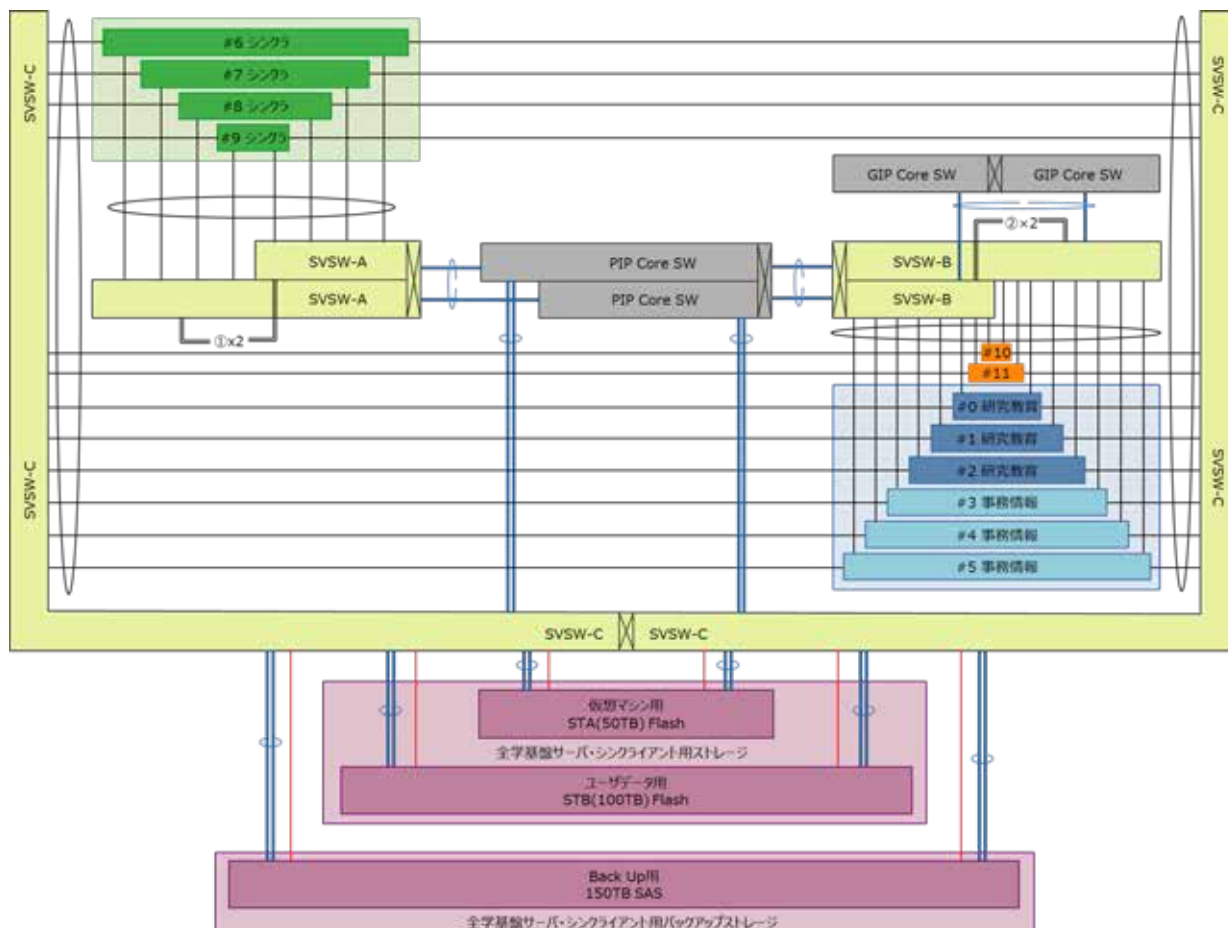
本学は商用データセンター内に、UTM(Unified Threat Management)、コアスイッチ 8 基、メールセキュリティ装置、基幹サーバ、サーバスイッチ 7 基、15 基の物理サーバ上に 100 以上の仮想サーバサービスを稼働させている。キャンパス内には、ネットワークスイッチ 400 基、無線アクセスポイント 400 基、計算機実習室では 400 台の PC 環境を提供している。さらに学内ユーザによって、80 台の学内サーバと 150 台のクラウドサーバの管理運用が行われ、毎日数万回の個人認証を経て、学内外へ様々な情報サービスが提供されている。サービス利便性を損なうことなく、全学規模の情報セキュリティを確立していくには、包括的なマネジメントで森を観て、個別の情報システムとしての枝葉まで洗練させていく必要がある。本研究室では継続的に大学情報基盤に関する研究テーマを取り扱っている。

(3) 低コストで安全な情報システム 一例：WWP <https://wpp.shizuoka.ac.jp>

大学や企業の情報発信の手段としてクラウドサーバの商用化が整い、安価に利用できるようになったが、その自由度の高さがゆえに、情報セキュリティ事故を防止するための保守運用のコストを軽視することはできない。本研究室では大学の情報部門がクラウドサーバ 1 台を集中管理することで、400 以上の Web サイトをホスティングする WWP を開発した。7 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。下図参考。
- (2) 「大学情報基盤の設計・構築・運用とそのマネジメント」に関する包括的なマネジメントや個別の情報システムなどの実践的な研究テーマについて常に展開を考えている。
- (3) 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。



直線配線と可変長ボックスで描いたグリッド状のサーバネットワーク描画手法
3次元⇒2次元の歪は不可避であるため、描画法の長所・短所を整理することが重要である。

【 国内学会発表件数 】

- 1) 伊藤賢, 長谷川孝博, 呉偉, 炭谷正太郎,
看護師勤務スケジューリングとチーム編成の評価,
日本オペレーションズ・リサーチ学会 評価のOR研究部会 第99回研究会, 2023.1
論文優秀賞受賞
- 2) 永田正樹, 古畑智博, 原祐一, 塚平高揚, 安原裕子, 高田重利, 長谷川孝博,
静岡大学の次世代全学情報基盤の設計および開発,
学術情報処理研究集会, 北陸先端科学技術大学院大学, 2022.9
- 3) 伊藤賢, 長谷川孝博, 呉偉, 炭谷正太郎,
ナース・スケジューリングにおけるチーム編成の評価について
日本オペレーションズ・リサーチ学会 第50回中部支部研究発表会, 南山大学, 2022.3

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) 自動運転車のサイバーリスクに関する研究
- (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。この成果を Risk Analysis 誌に発表した。

(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。この研究成果の一部は社会人学生の鈴木によって山梨学院短期大学研究紀要に発表された。

(3) 自動運転車のサイバーリスクに関する研究

現在、世界中の自動車メーカーにおいて自動運転車の開発が進められている。ICTに基づく安全運転支援機能には大きな期待が寄せられているが、そこにはサイバーセキュリティの問題もある。特に自動運転車の開発には、その部品やシステムを提供するサードパーティーの協力が欠かせないが、自動車メーカーとサードパーティーにはビジネスモデルの違いがあり、それがサイバーセキュリティに対するリスク認知の差を生む可能性がある。そこで世界中の自動車メーカー100社と、自動運転技術を提供するサードパーティー100社を対象にサイバーセキュリティのリスク認知についてのアンケート調査を行い、その差を分析した。その結果、25の

質問のうち 22 項目では有意な差がなかったが、通信システムへのリスク、エッジコンピューティングの効果、攻撃の費用対効果という 3 点において、両者のリスク認知に差があることが認められた。この成果は Society for Risk Analysis Asia Conference 2022 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った。その結果、多くの NGO・NPO の活動がコロナ禍によって大きな打撃を受けたこと、一方で多くの団体がオンライン会議等 ICT を駆使することによってこの状況に対応したこと、ただその対応は一様ではなくうまく対策できたところとそうでないところに分かれた、などの事が明らかになった。それら結果を論文にまとめ、リスク学研究誌に発表した。

【 今後の展開 】

今後は主にふたつテーマについて研究を行う。ひとつは栄養教育の 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、栄養教育の現場での DX の導入について全国レベルの社会調査を行う。そして得られた成果の論文文化を検討する。ふた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。

【 学術論文・著書 】

- 1) Pooja Pragati, Maeda Yasunobu (2022) Life cycle environmental impacts of consumer packaging products in Japan. Risk Analysis -: 1-12, <https://doi.org/10.1111/risa.14031>
- 2) 鈴木睦代, 根津美智子, 鈴木康之, 前田恭伸 (2023) 「民間保育士等キャリアアップ研修」後の食育・アレルギー対応に関する保育士等の行動変容と検討. 山梨学院短期大学研究紀要 43: 1-14.

【 国内学会発表件数 】

- ・日本リスク学会年次大会, Society for Risk Analysis Asia Conference 2022 など計 3 件

形状処理・知的光計測に関する研究

教授 三浦 憲二郎 (MIURA Kenjiro T.)
情報科学専攻 (副担当: 工学部 機械工学科及び
大学院総合科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: <https://mc2-lab.com/profile/ktmiura/welcome-j.html>
<https://mc2-lab.com/profile/ktmiura/welcome.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 (工学研究科准教授)
博士課程: 王 丹 (創造科技院 D3)
修士課程: M2 (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) 球面 κ -曲線とその5軸加工機や3Dプリンタの姿勢制御への応用
- (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、数理的情報活用基盤、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) Kenjiro T. Miura, R.U. Gobithaasan, Md Yushalify Misro, Tadatoshi Sekine, Shin Usuki, Rational Generalized Trigonometric Curve: Rationalization of Generalized Trigonometric Curve, Computer-

- Aided Design and Applications, 20(2), 2023, 225-233.
- 2) Syed Ahmad Aidil Adha Said Mad Zain; Md Yushalify Misro; Kenjiro T. Miura, Curve Fitting Using Generalized Fractional Bezier Curve, Computer-Aided Design and Applications, 20(2), 2023, 350-363.
 - 3) R.U. Gobithaasan¹, Zabidi Abu Hasan, Krithana Devi Selvarajh, Khai-Sam Wong, Shukri Mamat, Mohd Zaharifudin Muhamad Ali, Kenjiro T. Miura and Pawe Dotko, "Clustering Selected Terengganu's Rainfall Stations Based on Persistent Homology," Thai Journal of Mathematics, Special Issue: The 17th IMT-GT ICMSA 2021, pp.197-211 (2022).
 - 4) Syed Ahmad Aidil Adha Said Mad Zain; Md Yushalify Misro; Kenjiro T. Miura, Generalized Riemann-Liouville Fractional Bezier Curve and Its Applications in Engineering Surface, Alexandria Engineering Journal, <https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.10.044>
 - 5) Mei Seen Wo, R.U. Gobithaasan, Kenjiro T. Miura, Kak Choon Loy, Fatimah Noor Harun, Analysis of Drag Coefficients Around Objects Created Using Log-Aesthetic Curves, Mathematics 2023, 11(1), 103; <https://doi.org/10.3390/math11010103>
 - 6) Graiff Zurita, S.E., Kajiwara, K. & Miura, K.T. Fairing of planar curves to log-aesthetic curves. Japan J. Indust. Appl. Math. (2023). <https://doi.org/10.1007/s13160-023-00567-w>
 - 7) 桑江慶地, 臼杵深, 關根惟敏, 三浦憲二郎, "タイコグラフィーに基づいた定量位相顕微鏡の研究開発と計測応用," 2022 年度精密工学会秋季大会学術講演会, オンライン開催, September 7-9, 2022.
 - 8) 渡辺龍之介, 北澤弘幸, 關根惟敏, 臼杵深, 三浦憲二郎, "Poisson Disk Sampling による点群生成とそれらを用いたメッシュ生成," 2022 年度精密工学会秋季大会学術講演会, オンライン開催, September 7-9, 2022.
 - 9) 三浦憲二郎, R. U. Gobithaasan, 乾正知, 關根惟敏, 臼杵深, "球面 κ -曲線," 2022 年度精密工学会秋季大会学術講演会, オンライン開催, September 7-9, 2022.
 - 10) 三浦憲二郎, Md Yushalify Misro, R. U. Gobithaasan, 關根惟敏, 臼杵深, "球面 κ -曲線の初期値推定のための地図投影法の利用," 日本応用数理学会 2022 年度年会, 北海道大学, 札幌, September 8-10, 2022.
 - 11) 三浦憲二郎, R. U. Gobithaasan, Misro Yushalify, 關根惟敏, 臼杵深, "自由曲線の形状一意性定理の一般化," 2023 年度精密工学会春季大会学術講演会, 東京理科大学葛飾キャンパス, March 14-16, 2023.
 - 12) 吉武春陽, 持原太洋, 臼杵深, 關根惟敏, 三浦憲二郎, "近接場光散乱レンズの開発: 散乱レンズの三次元分解能の評価," 2023 年度精密工学会春季大会学術講演会, 東京理科大学葛飾キャンパス, March 14-16, 2023.
 - 13) 岡本征也, 關根惟敏, 臼杵深, 三浦憲二郎, 大澤恵, 宮津隆裕, "深層学習を用いたカプセル内視鏡画像からの血管拡張と出血の抽出," 2023 年度精密工学会春季大会学術講演会, 東京理科大学葛飾キャンパス, March 14-16, 2023.
 - 14) 王丹, 關根惟敏, 臼杵深, 三浦憲二郎, "Generation of κ -Space Curve," 2023 年度精密工学会春季大会学術講演会, 東京理科大学葛飾キャンパス, March 14-16, 2023.

【国際会議招待講演】

- 1) Kenjiro T. Miura, "Log-aesthetic Curve and kappa-Curve," International Conference on Emerging Technology and Sustainability (ICETS2022), University Malaysia Terengganu, Terengganu, Malaysia, December 27-29, 2022.

【大学での招待講演】

- 1) Kenjiro T. Miura, "Log-aesthetic curve and k-curve," Global Bridge Framework for Collaborative Research and Education, UOIT and Shizuoka University, Shizuoka University, Hamamatsu, February 20, 2023.

【国際会議発表件数】

- ・ International CAD Conference and Exhibition 1 件

【国内学会発表件数】

- ・ 精密工学会、日本応用数理学会 2022 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 (2名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

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

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

【 主な研究成果 】

(1) 冬季雷性状の解明

わが国の日本海沿岸で冬季に生じる冬季雷は、エネルギーが大きい等の特徴を有していることが知られている。秋田県での実測結果に基づいて、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」, 電気学会論文誌 B, 142, 7, 360-361 (2022, 7) DOI: 10.1541/ieejpes.142.360)

(2) 雷サージ解析用変圧器モデルの作成

本論文では、まず、解体調査により 避雷器や避雷装置の有無による変圧器の雷故障様相の違いを確認した。次に、実験により 急峻波電圧を印加した際の変圧器 1 次巻線の雷過電圧発生様相を把握した。そして、変圧器の雷故障様相および 1 次巻線の雷過電圧発生様相を踏まえ、1 次巻線に発生する雷過電圧を計算できる変圧器モデルを提案し、計算結果と実験結果の比較によりその妥当性を検証した。なお、本論文では、解析ツールとして XTAP を使用した。(金谷賢一、松浦進、藤田啓文、道下幸志: 「雷故障解析のための柱上変圧器モデルー巻線に発生する雷過電圧の計算が可能なモデルー」、電気学会論文誌 B, 143, 2, 165-175 (2023. 2) DOI: 10.1541/ieejpes.143.165)

（３）線路構成が配電線雷被害率に及ぼす影響

一般に雷サージ解析は無限長直線線路を対象として行われるのが通例である。本論文では、有限長線路と分岐線路を解析対象として雷被害率の評価を行った。架空地線のない線路では線路構成が避雷器焼損率に与える影響は軽微だが、架空地線のある線路では線路構成が雷被害率に大きく影響を及ぼし、無限長線路と比較して、有限長線路では被害率が大きく、分岐線路では被害率が小さくなることが判明した。（Kenichi Kanatani, Susumu Matsuura, Hirofumi Fujita, Koji Michishita, “Influence of configuration of power distribution lines on failure probability of surge arresters”, Electric Power System Research, 213 (2022) 108769 doi.org/10.1016/j.epsr.2022.108769)

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

- 1) 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」, 電気学会論文誌 B, 142, 7, 360-361 (2022, 7) DOI: 10.1541/ieejpes.142.360
- 2) 金谷賢一、松浦進、藤田啓文、道下幸志：「雷故障解析のための柱上変圧器モデルー巻線に発生する雷過電圧の計算が可能なモデルー」, 電気学会論文誌 B, 143, 2, 165-175 (2023. 2) DOI: 10.1541/ieejpes.143.165
- 3) Kenichi Kanatani, Susumu Matsuura, Hirofumi Fujita, Koji Michishita, “Influence of configuration of power distribution lines on failure probability of surge arresters”, Electric Power System Research, 213 (2022) 108769 doi.org/10.1016/j.epsr.2022.108769

【 国際会議発表件数 】

- ・ 36th ICLP 計 3 件
- ・ IWHV2022 計 2 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 電気学会 計 5 件

マルチモーダル AI/IoT、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： マルチモーダル AI/IoT システム、情報協働栽培支援 AI、
時系列データ、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：ロヒム・ウンメ・ファウジア、小池 誠、倉 聖美、小崎 成治、横谷 温子、角 武憲、
宮田 浩紀

修士課程：M2 (1名)、 M1 (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) 低遅延 IoT や異種混在 5G サービス実現のための通信制御方式に関する研究

コンテンツ指向ネットワーク (Content Centric Networking; CCN) の技術を用いて低遅延 IoT サービス向けのキャッシュ制御メカニズムを研究開発した。また、5G-RAN 向け光アクセスネットワーク向けのリソース抽象化によって効率的な動的リソース制御手法を研究開発し、ネットワークシミュレーションによってその有効性を確認した。

(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、新しい分野を切り拓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7件

- 1) 小池 誠, 平原 健太郎, 渡辺隆一, 小川 晋, 峰野博史, “画像局所特徴の類似度を用いたメロン等級判定システムの開発,” 情処論 (CDS), Vol13(1), pp. 12-25 (Jan. 2023).
- 2) 藤浪一輝, 大石直記, 二俣 翔, 峰野博史, “栽培セータの分布不均衡性を考慮した植物生理状態の推定：施設栽培イチゴデータにて,” 情処論, Vol13(11), pp1653-1664 (Nov. 2022).
- 3) Atsuko Yokotani, Hiroshi Mineno, Satoshi Ohzahata, and Tetsuya Yokotani, “A proposal on new control mechanism based on ICN for low latency IoT services”, IJIS, Vol14(2), pp95-104 (Oct, 2022).
- 4) Yuki Hatanaka, Kohei Sasagawa, Tetsuya Yokotani, Seiji Kozaki, Hiroshi Mineno, Takeshi Suehiro, Kenichi Nakura and Satoshi Shirai, “A user-level traffic control function for interworking between

- optical access and 5G mobile networks,” IEICE ComEX, Vol.11(12), pp.852-857 (Sep,2022).
- 5) Atsuko Yokotani, Hiroshi Mineno and Tetsuya Yokotani, “A cache control mechanism in CCN for cyclic communication base IoT services,” IEICE ComEX, Vol.11(8), pp521-526 (Aug,2022).
 - 6) Umme Fawzia Rahim, Tomoyoshi Utsumi and Hiroshi Mineno, “Deep learning-based accurate grapevine inflorescence and flower quantification in unstructured vineyard images acquired using a mobile sensing platform,” Computers and Electronics in Agriculture, Vol.198 (Jul,2022).
 - 7) Seiji Kozaki, Akiko Nagasawa, Takeshi Suehiro, Kenichi Nakura, and Hiroshi Mineno, “An efficient resource allocation using resource abstraction for optical access networks for 5G-RAN,” IEICE Trans. on Communications, Vol.E105.B(4), pp.411-420 (Apr,2022).

【 特許等 】 計 3 件

- 1) 特許第 7114092 号, “画像データ加工装置、植物栽培システム及び画像データ加工方法”
- 2) 特許第 7198474 号, “モデリングシステム”
- 3) 特許第 7198496 号, “灌水タイミング決定システム,海水制御システム,灌水タイミング決定方法”

【 国際会議発表件数 】 計 6 件

- 1) Umme Fawzia Rahim, Tomoyoshi Utsumi, Yohei Iwaki, Hiroshi Mineno, "Automated Grapevine Inflorescence Counting in a Vineyard Using Deep Learning and Multi-object Tracking," 15th International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE) (Mar,2023).
- 2) Atsuko Yokotani, Hiroshi Mineno and Tetsuya Yokotani, "A Proposal on “Sandwich” Architecture in the Communication Platform for IoT Services," 15th International Conference on Future Computer and Communication (ICFCC 2023) (Feb,2023).
- 3) Takenori Sumi, Yukimasa Nagai, Jianlin Guo, Hiroshi Mineno, "Sub-1GHz Band IEEE Wireless Standards for Internet of Things," IEEE 8th World Forum on Internet of Things, Work-03: IoT Platform: Technology, Use cases, and Standardization (Nov,2022).
- 4) Atsuko Yokotani, Hiroshi Mineno, Tetsuya Yokotani, "Simplified PON with a dedicated bandwidth for upstream traffic for surveillance services," International Conference on Emerging Technologies for Communications (ICETC 2022), S2-4 (Nov,2022).
- 5) Takenori Sumi, Yukimasa Nagai, and Hiroshi Mineno, "Firmware Distribution with Erasure Coding for IoT Devices," 6th International Workshop on Informatics (IWIN2022) (Sep,2022). 他 1 件

【 国内学会発表件数 】 計 1 0 件

【 招待講演件数 】 計 3 件

- 1) “IoT/AI が拓げる次世代情報協働栽培システムの可能性, “ 長崎大学 IT 先端技術応用講座 一般公開講座 (長崎大学) (2022. 10. 29).
- 2) “マルチモーダルフェノタイプングによる適応型情報協働栽培の確立に向けて, “ 植物インフォマティクス研究会 (オンライン) (2022. 10. 18).
- 3) “情報科学者による農学分野応用への挫折を経て, “ 農業情報学会 2022 年度 年次総会 (オンライン) (2022. 5. 21).

【 受賞・表彰 】 計 7 件

- 1) 情報処理学会 85 回全国大会 学生奨励賞 (B4 小野坂 捺)
- 2) 情報処理学会 85 回全国大会 学生奨励賞 (B4 島田 拓人)
- 3) 静岡大学情報学部長表彰 (B4 佐藤 弘毅)
- 4) DICOM02022 優秀論文賞・優秀プレゼンテーション賞 (B4 佐藤 弘毅)
- 5) 国際会議 IWIN2022 Industrial Paper Award (D1 角 武憲)
- 6) 創造科学技術大学院長賞 (D3 Rahim Umme Fawzia)
- 7) 情報処理学会 DICOM02022 優秀プレゼンテーション賞 (M1 平原 健太郎)

【 報道数・新聞掲載など 】 計 2 件

- 1) 日本経済新聞 “静岡大学など、温室メロンを AI で解析 網目で等級判断” (2022. 11. 7).
- 2) 朝日新聞 “数字は語る 82.1% メロンの等級 AI 正答率” (2022. 12. 17). 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 (1名)
学 部 生 : B4 (5名)、B3 (5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まれます。利用者の使用機能の履歴を集め、データ分析も行います。また、医学系 2 言語対訳コーパスを用いた読解、英作文支援を行うシステム開発にも取り組んでおり、すでに実験・履歴データ分析を推進しています。
- (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) M. Asano, M. Nakano, Y. Miyazaki, T. Wakasa, M. Fujieda, Use of the Authentic Translation in Disentangling English-language Randomised Controlled Trial Abstracts: A Case of a Fourth-year Medical English Reading Classroom, *J. Med. Eng. Educ.*, 21 (3), pp. 87-93, (2022).
- 2) 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 2, 常葉大学大学院国際言語文化研究科紀要, Vol.4, pp. 1-11 (2023).

【国際会議発表件数】

- ・ CASTEL/J, EAMS2022 など 3 件

【国内学会発表件数】

- ・ 4th annual HLRF conference など 10 件

【受賞・表彰】

- ・ 中野 愛実, 宮崎 佳典, 浅野 元子, 藤枝 美穂, 医学系対訳コーパスを用いた英語学習支援システムの実使用に伴う履歴データ分析と評価, 2022 年度 JSiSE 学生研究発表会（東海地区）, 2023 年 2 月, 優秀賞受賞
- ・ 里見 陸, 宮崎 佳典, 谷 誠司, 安 志英, 元 裕璟, CEFR 準拠 CDS 自動分類システムの精度改善を目的とした推定改良手法の提案, 2022 年度 JSiSE 学生研究発表会（東海地区）, 2023 年 2 月, 優秀賞受賞

計算集団動力学

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



【 研究室組織 】

教 員：一ノ瀬 元喜
博士課程：宮川 大樹 (創造科技院 D2)
修士課程：M2 (2名)、M1 (4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で衝突が起こるため、この「渋滞」を防ぐための「交通規則(他個体に道を譲る)」もフェロモンと同様に効率的な集団採餌には重要であると考えられる。我々は実際に開発したアリの群ロボットをコンピュータ上で忠実に再現したシミュレーションロボットに集団採餌のタスクを実行させた。集団採餌においてより重要な道しるべフェロモンの利用(根幹システム)が進化的に先に現れ、補助的な交通規則(調節メカニズム)が後から進化すると思われたが、実際のシミュレーションの結果では、多数の試行で調節メカニズムである交通規則のほうが先に進化することを明らかにした。この知見は、現実の交通渋滞の解消にも適用できる可能性がある。

【 今後の展開 】

今後は集団での複雑な振舞いに関する数理モデルやシミュレーションの研究だけではなく、実際のヒトや生物のビッグデータを分析することで、集団の行動規則を明らかにする研究も同時並行的に進める。具体的には、集団スポーツ競技における選手同士の駆け引き、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. Ito, T. Wada, G. Ichinose, J. Tanimoto, J. Yoshimura, T. Yamamoto, and S. Morita, Social dilemma in the excess use of antimicrobials incurring antimicrobial resistance, *Scientific Reports* 12, 21084, 2022.
- 2) J. Wan, G. Ichinose, M. Small, H. Sayama, Y. Moreno, and C. Cheng, Multilayer networks with higher-order interaction reveal the impact of collective behavior on epidemic dynamics, *Chaos, Solitons & Fractals* 164, 112735, 2022.
- 3) D. Miyagawa, A. Mamiya, and G. Ichinose, Adapting paths against zero-determinant strategies in repeated prisoner's dilemma games, *Journal of Theoretical Biology* 549, 111211, 2022.

【 国内学会発表件数 】

- 1) 宮川大樹, 一ノ瀬元喜, 格子上での囚人のジレンマゲームの連鎖的発生が短期間の行動変容に及ぼす影響, 第 8 回数理生物学交流発表会, 2023.
- 2) 宮原浩紀, 一ノ瀬元喜, 公開場面と非公開場面での行動の比較に基づく評価を導入した社会規範と協力の共進化, 第 8 回数理生物学交流発表会, 2023.
- 3) 中村颯真, 福嶋克茂, 宮川大樹, 一ノ瀬元喜, ニューラルネットワークを用いた日本プロ野球の試合における打者と投手の対戦結果予測及び要因分析, 2022 年度スポーツデータサイエンスコンペティション, 2022.
- 4) 池田英寿, 一ノ瀬元喜, 将棋盤面の難易度評価のための畳み込みニューラルネットワークによる人間の思考時間分類, 第 27 回ゲームプログラミング ワークショップ, 175-179, 2022.
- 5) 宮川大樹, 一ノ瀬元喜, 空間囚人のジレンマゲームにおける連鎖的ゲームの協力進化への影響, ネットワーク科学研究会 2022, 2022.
- 6) 渡邊颯汰, 一ノ瀬元喜, 系統樹を用いた COVID-19 関連ツイートの感情遷移分析, ネットワーク科学研究会 2022, 2022.
- 7) 宮川大樹, 一ノ瀬元喜, 空間囚人のジレンマゲームにおける連鎖的ゲームの協力進化への影響, 第 4 回人工生命研究会, 2022.
- 8) 渡邊颯汰, 一ノ瀬元喜, 進化系統樹を用いた COVID-19 関連ツイートの感情遷移分析, 第 4 回人工生命研究会, 2022.
- 9) 宮原浩紀, 一ノ瀬元喜, 公開場面と非公開場面における社会規範と協力の共進化, 第 36 回人工知能学会全国大会論文集, 206-GS-5-01, 2022.

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 (5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) 複合現実を用いたダイレクト・オフライン・ティーチングシステムの開発
- (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。一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) 複合現実を用いたダイレクト・オフライン・ティーチングシステムの開発

本研究は、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のプロジェクトの成果を受けて、さらに発展的なシステムの開発を目指したものである。この研究では、複合現実デバイスを用いたロボットの新しいティーチング手法を開発することができ、公開成果発表を通じて技術を社会に発信することができた。関連特許1件の出願のほか、開発内容は新聞の1面に掲載されるなど、多くの成果が得られた。

(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重要な知見が得られた。なお、本研究は静岡大学および浜松医科大学の倫理委員会の許可を得て、計画通りに実施された。

（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。

【 学会発表， 報道等 】

- ・ 日本生体医工学会，日本早期認知症学会，日本機械学会，計測自動制御学会など 5 件
- ・ 報道
 - 職人技 ロボに伝達（複合現実を応用「バリ除去」），中日新聞 1 面（2022 年 11 月 30 日）
 - 福祉工学の力で人々の幸福を実現し課題解決，みんなが選んだ終活（2023 年 1 月 10 日）
- ・ 特許出願
 - ダイレクト・オフライン・ティーチング関連 1 件

計算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 (3名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

計算イメージング技術の一つであるライトフィールドと三次元構造化照明による超解像技術を高度に融合することによって、全く新しい三次元光学顕微鏡を開発し、マイクロ加工、リソグラフィ、3D プリンタ等により生産された超精密部品の立体形状を高速かつ高い空間分解能で計測するための基盤技術を確立することを目指す。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 】

神経細胞の三次元計測のために、ライトフィールド顕微鏡の高分解能化について研究開発を行った。ライトフィールド顕微鏡はマイクロレンズアレイとイメージセンサの配置関係を変えることによって三次元計測における空間分解能と被写界深度を調整することができる。本研究では非結像型で被写界深度特化型の 1f システムと結像型で空間分解能特化型の ba システムを組み合わせた複合システムの開発を行った。本システムにより線虫 *C. elegans* の神経細胞の三次元計測に最適化した空間分解能 $3\mu\text{m}$ および被写界深度 $50\mu\text{m}$ を同時に実現した。

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

- 1) Kenjiro T. Miura, R.U. Gobithaasan, Md Yushalify Misro, Tadatoshi Sekine, Shin Usuki, Rational Generalized Trigonometric Curve: Rationalization of Generalized Trigonometric Curve, Computer-Aided Design and Applications, Vol.20, Issue 2, pp.225-233, 2023.
- 2) 臼杵深, 三次元顕微計測に基づいたマイクロ形状モデリング, 光学, Vol.51, No.12, pp.512-516, 2022.

【 国際会議発表件数 】

- ・ ASPEN 2022 など 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 精密工学会など 15 件

インタラクションデザインによる人間と人工物の相互理解モデルの構築

准教授 大本 義正 (OHMOTO Yoshimasa)
情報学専攻 (主担当: 情報学部 行動情報学科
大学院総合科学技術研究科情報学専攻 情報学コース)
専門分野: 認知科学、ヒューマンエージェントインタラクション、
インタラクションデザイン、意図理解
e-mail address: ohmoto-y@inf.shizuoka.ac.jp
homepage: http://wvp.shizuoka.ac.jp/ohmoto/



【 研究室組織 】

教 員: 大本 義正 (学術院情報学領域准教授)

【 研究目標 】

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

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

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

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

これらを統合的に開発・利用することで、人間と長期的な社会的関係を築くことができるインタラクション可能な人工物を実現することを目指している。今年度は特に、人間の注意状態の自然な誘導と継続的なインタラクションの併用により、相互に構築される他者モデルの推定や他者に与える印象を能動的に変化させる手がかりを探った。

【 主な研究成果 】

(1) 注意の焦点の誘導と継続的な情報提示による相互他者モデル構築の誘導

エージェント(ロボット・仮想キャラクターなど)を日常生活の広い範囲に適用するためには、一定程度の社会関係を人間とエージェントの間に構築する必要がある。一方、既存のエージェントの多くはタスク試行で設計されているため、タスク間のつながりや記憶・行動モデルの一貫性が保たれにくい。社会関係を構築するためには将来にわたって一貫した行動が保たれ、かつ、一定の情報更新を伴う発展的な行動モデルを持つことが重要である。

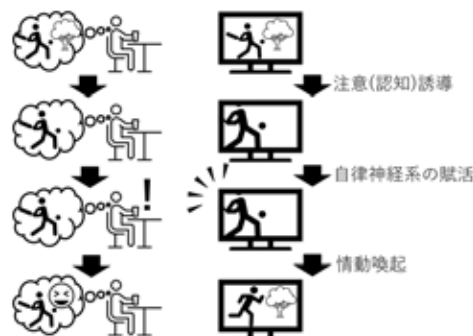


図1: 注意の焦点の誘導による情動喚起過程

本研究課題では、継続的なインタラクションを通じた情報提示によってタスク間のつながりや記憶・行動モデルの一貫性を提示することで、エージェントが望む印象や行動モデルを人間に取得させ、社会関係構築の心理的な基盤を作ることを目指した。

実験の結果、人間の注意の焦点を誘導することと、人間の生理的反応に合わせてインタラクションを行うことを共起させることで、一般的に解釈可能な範囲で人間の情動を喚起することができることを示唆した。また、注意の焦点の誘導を伴うアイドリング行動をエージェントに実装したところ、エージェントの社会的存在感が高まり、信頼感も同時に向上することが示唆

された。

(2) 継続的インタラクションによる主観的体験と提供情報の統合支援

人間とエージェントが疎なタイミングで協調的な活動を行う場面として自動運転やナビゲーションの場面を題材に取り上げ、継続的なインタラクションを通じた情報提示や会話を実施することで、人間の自然な注意の誘導や、概念的に与えられる位置情報や危険情報について、当事者意識を持った理解を促進することを試みた。

歩行者によるナビゲーションと自動運転のシミュレーションによる実験を実施したところ、主観的な体験とエージェントから概念的に与えられる情報の統合を助けることが可能であることがわかった。また、統合された情報に基づいた意思決定を協調的に行っているように見せることで、エージェントと人間の連帯感を向上させ、一定の責任感(当事者意識)を持たせることができることが示唆された。

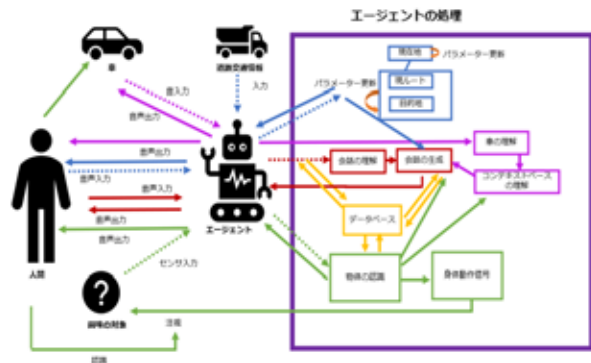


図2: 継続的インタラクションによる情報提示を通じた注意誘導のためのエージェントモデル

【今後の展開】

上記いずれも、人間と人工物が継続的な関係を築くための基盤的な部分に関する知見を得られた。特に、タスク遂行能力に関わらないインタラクションについて、社会関係の構築に影響を与えられ、一定の意識の誘導が可能であることが示唆された。これを利用して、より長期かつ継続的な関係構築の方法と、そのような関係における特徴を明らかにし、人間と自然なインタラクションを行いながら、社会の中に溶け込むことができる人工物の作成を目指す。今後は、人間の主観的な印象だけでなく、エージェントの行動モデルの理解を深めるための継続的なインタラクションの方策や、相互他者モデルの変化を一定程度誘導しながら主観的な相互理解を深める手法について開発を進める。

【学術論文・著書】

- 1) Ohmoto Y., & Nakaaki H. (2023). Improving the Engagement of Participants by Interacting with Agents who Are Persuaded During Decision-Making. In ICAART2023 (pp. 923-930).
- 2) Ohmoto, Y., & Kino, T. (2022). Improvement of Proactive Attitude by Alternating Enhancement of a Sense of Acceptance and Control. In 2022 IEEE International Conference on Agents (ICA) (pp. 48-53). IEEE.
- 3) Ohmoto, Y., Shimojo, S., Morita, J., & Hayashi, Y. (2022, June). Investigating Clues for Estimating Near-Future Collaborative Work Execution State Based on Learners' Behavioural Data During Collaborative Learning. In Intelligent Tutoring Systems: 18th International Conference, ITS 2022, Bucharest, Romania, June 29–July 1, 2022, Proceedings (pp. 343-349). Cham: Springer International Publishing.
- 4) Ohmoto, Y., Karasaki, J., & Nishida, T. (2022). Supporting the Adaptation of Agents' Behavioral Models in Changing Situations by Presentation of Continuity of the Agent's Behavior Model. In ICAART2022 (pp. 290-298).

【国際会議発表件数】

・ 4 件

【国内学会発表件数】

・ 5 件

量子情報科学

准教授 尾張 正樹 (OWARI Masaki)
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: 量子情報科学
e-mail address: masakiowari@inf.shizuoka.ac.jp
homepage: <https://lab.inf.shizuoka.ac.jp/masakiowari/index.html>



【 研究室組織 】

教 員: 尾張 正樹
修士課程: M2 (3名), M1 (3名)
博士課程: D1 (1名)

【 研究目標 】

本グループでは、数理解析と数値シミュレーションを用いて、量子コンピュータ科学における学術情報を蓄積すると共に、量子情報処理の新技术の開発を行い、又、これらの情報や技術を社会に発信することを最終目標としています。そのために、現在は以下のトピックに関する研究に取り組んでいます。

- (1) 量子通信技術の研究開発
- (2) 量子アルゴリズムの研究開発

【 主な研究成果 】

(1) 量子通信技術の研究開発

量子力学に従う物理系、すなわち量子系を用いた情報通信を行う事を量子通信と呼びます。現在盛んに開発が行われている量子コンピュータは、近い将来に、スタンドアローンの計算デバイスとして実用化されることが期待されています。一方で、インターネットの出現により現在の情報技術が飛躍的に発展したように、複数の量子コンピュータと、それらの間の量子通信により構成される量子インターネットの開発により、量子情報処理技術も飛躍的に発展することが期待されます。そのために、本研究室では様々な側面から量子通信技術を研究しています。

①量子ネットワーク符号

量子インターネットの基礎プロトコルとして、量子状態のマルチキャスト通信が不可欠です。量子力学では未知の量子状態の完全な複製が原理的に不可能であることが知られているため、マルチキャスト通信の目的によって、その目的を達成するのに最適なプロトコルが異なります。古典通信は、量子状態の送信よりも遥かに容易なタスクであるため、未知の状態の単一コピーの量子ネットワーク上でのマルチキャストを、ノード間の古典通信は自由に行ってよいという条件の下で取り扱う事は自然であると考えられます。ここでは、特に、非対称な最適ユニバーサルクローンを正確にマルチキャストするプロトコルに焦点を当てました。これらのプロトコルは、入力状態と出力状態の間の平均忠実度の点で最適かつ普遍的であるが、忠実度はターゲットノードに依存し得ます。これらのプロトコルの中では、より少ない通信資源を消費するプロトコルがより望ましいと考えられます。我々は、ネットワークの min-cut を達成するマルチキャストプロトコルを構築しました。このプロトコルは次のような構成になっています: まず、入力状態の非対称最適クローンをソースノードに2つ(3つ)作成します。次に、結果として得られた量子状態を、古典的な情報と圧縮された量子状態に分割します。圧縮された量子状態は、量子ネットワーク符号化を用いて2つのターゲットノードに送信します。最後に、ターゲットノードとソースノードから送信された古典情報の間で共有された少量のエンタングルメントを使用して、非対称クローンを古典情報通信と書くターゲットノート上の量子操作とを用いて再構築します。

②連続量量子暗号

情報セキュリティへの量子情報処理技術の応用は、量子通信技術の重要な一分野です。特に、量子状態を用いて秘密鍵配送を行う量子鍵配送(Quantum Key Distribution: QKD)は、実装に量子コンピュータが不要という意味で実現が容易であり、実際に、2010年頃までに実用化が達成されています。QKDプロトコルは、ランダムに生成された量子状態を受信者が観測するパートと、その結果共有された情報から安全な秘密鍵を古典情報処理により生成するパートに分かれます。この前半のパートで、量子状態の観測に用いられるデバイスが、離散値を出力するののかで、連続値を出力するののか、離散量 QKD と連続量 QKD とにクラス分けすることができます。現在、中心的に研究開発が進められているのは離散量 QKD です。しかし、連続量 QKD も現在の光通信デバイスをそのまま実験装置として利用可能であるという点で、実装が容易性であるという点で優れています。

連続量 QKD においては、ホモダイン検波と呼ばれる手法を用いて信号光を観測する必要があります。ホモダイン検波を行うためには、信号光以外に、位相の基準を与える参照光が必要です。通常、参照光は信号光と同じ光源を用いて作成され、信号光と同時に送信者から受信者に送られます。連続量 QKD の安全性の研究は、従来、信号光に対する攻撃を主として扱っており、参照光への攻撃を扱った研究の数は多くありませんでした。これらの数少ない既存研究では、参照光への攻撃に対処するために、受信者が独立したレーザー光源を持ち、その光源から得られたモードを送信者から送られた参照光と干渉させています。しかし、2つの独立なレーザー光源を1つの通信の中で用いる事は、技術的に高度であり、非常に高コストになる可能性が高いと考えられます。そこで、本研究室では、送信者が所持する単一のレーザー光源のみを用いて、参照光への攻撃に対する安全性を確保するための手法の研究を行いました。結果として、従来のホモダイン検波のセットアップにフォトディテクターを1つ追加するのみで、参照光への攻撃に対する安全性を確保することが可能であることを示しました。また、この新しいセットアップの原理実証実験を行いました。実証実験の結果、本手法の実用化のためには、実験におけるビームスプリッタの角度の不定性等に起因するノイズを考慮するために、現在の理論を拡張する必要があることが明らかになりました。

(2) 量子アルゴリズムの研究開発

これまでに、従来のコンピュータで実装可能なアルゴリズム(古典アルゴリズム)を遥かに超える性能を持つ量子コンピュータ上でのみ動作するアルゴリズム(量子アルゴリズム)が多数開発されています。本研究室においても、新しい量子アルゴリズムを開発することは、重要な目標の一つです。

近年、量子コンピュータを用いた自然言語処理、量子自然言語処理(Quantum Natural Language Processing: QNLP)が注目を集めています。特に、量子コンピュータのメモリは、テンソル積構造を持つため、量子回路に基づく量子情報処理は、コンパクト閉圏を用いて図式化することができます。したがって、コンパクト閉圏の構造を持つ、プレグループ文法や組み合わせ範疇文法を自然に量子回路に埋め込むことができます。この手法を用いる事で、パラメータ付きの量子回路を古典コンピュータで最適化する事で、文法を考慮した QNLP が実現できます。

これまで QNLP は英語に対する自然言語処理を中心として研究されてきました。言語毎に文法は異なるため、本研究では、QNLP における日本語に特有な問題を研究しています。特に、QNLP のための python ツールキット lambeq を用いて、日本語文を扱う研究を行っています。日本語文は、形態素解析を行うと英文より形態素の数が増えることがあります。形態素である単語にベクトルを割り当てる場合、単語の数が量子メモリの大きさに相当します。そこで lambeq に用意されている書き換え規則を適用することで、単語の数を減らし、ハードウェア資源の削減や計算時間の短縮を目指しました。lambeq でデフォルトで用意されている書き換え規則は英語に対するものだけです。したがって、本研究では日本語に対する有効な書き換え規則をいくつか提案しました。

【 今後の展開 】

量子通信については、本研究で提案した連続量 QKD の研究を発展させ、参照光への攻撃に対しても安全な連続量 NQKD の実用化を成し遂げたい。QNLP に関しては、様々な言語処理に QNLP を適応することで、QNLP が従来の機械学習を用いた古典情報処理に勝る性能を発揮できるタスクを明確にさせたい。

【 学術論文・著書 】

1) Yuichi Hirota, Masaki Owari (2022) Asymmetric Quantum Multicast Network Coding: Asymmetric Optimal Cloning over Quantum Networks, Applied sciences, 12(12),6163.

【 国内学会発表件数 】

・量子情報技術研究会など 計 3 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: <https://higo.msys.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 (2名)、M1 (3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。対象となる様々な現場の収録環境や話題、方言等を適切に考慮した音声言語処理技術を実現するため、対象となる収録音声の手がかりから深層学習や特徴表現学習等のアプローチで音声言語や環境の知識を低コストに反映する仕組みを実現する。

- (1) 方言音声を含む大規模な音声言語資料からの多様な日本語音声のカバーする特徴表現学習と、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に対して頑健で低コストな情報保障技術としての応用を目指した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) **音声特徴変換によるデータ拡張を併用した End-to-end 型音声認識モデルの収録環境適応**
音声認識モデルの学習に利用される高品質の書き起こし付き音声データを活用し、新しい環境で再生して再収録した少量データで音声認識モデルを環境適応する方法を提案した。音声特徴を実際の環境を近似するように変換するモデルによる学習用データ拡張と最先端の End-to-end 型音声認識モデルに基づく適応手法により、1 時間未満の再収録で顕著な環境適応の効果を示した [Nahar+ 2022]。
- (2) **自己教師あり学習モデルによる End-to-end 型音声認識モデルと収録環境適応**
大規模で汎用的な事前学習による深層学習モデルは自然言語処理や画像処理など関連分野では重要な基盤技術の一つとなっており、ラベルなしデータを大規模に利用できる自己教師あり学習 (SSL) がその鍵となっている。本研究では、音声分野でも近年注目され始めた大規模 SSL モデルの一つを実環境音声認識における環境適応の問題へ応用した。多言語・数万時間音声で学習された SSL モデルによる End-to-end 型音声認識モデルとして環境適応を行った結果、1 時間未満の少量データで環境適応するとき、上記 (1) の End-to-end 型音声認識モデル (Transformer を基本とした先端の End-to-end 型音声認識モデルの一つ) よりも改善の効果が極めて高いことを明らかにした [Nahar+ 2023]。

(3) 諸方言をカバーする End-to-end 型音声認識モデルと方言地方分類モデルとの共同学習

日本全国の方言を網羅する諸方言コーパスが国立国語研から 2022 年に公開されたが、国内の方言を網羅した音声認識研究例はまだほとんどない。当該コーパスは音声認識研究の目的ではないが、前記(2)の SSL モデルが多言語音声認識で効果を発揮することに注目し、このコーパスを利用した日本語諸方言音声認識モデルの研究開発を行った。SSL モデルを基本として方言地方分類(8 地方または 17 地方)との共同学習法等による改善を図った結果、既存の End-to-end 型モデルより高い認識精度を示すことを明らかにした [三輪+ 2023]。

(4) リアルタイム音声認識技術との連携によるライブ利用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、検索要求として与えるテキストからその発話区間を検出する音声検索語検出 (STD) 技術の改善と、Web 上のユーザインタフェースを含む字幕修正支援システムの改善を図った。ストリーミング向けの深層学習モデルと STD 技術に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により主観的な改善効果を得た。

(5) 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

前年度に引き続き、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研究開発を進めた。頭皮脳波 (EEG) センサーは装着が容易という利点がある一方、筋電や外部ノイズの影響が極めて大きく、複数チャンネルの信号から効果的に特徴を得る方法が確立されていない。今年度は EEG センサーの複数チャンネル信号に対して、畳み込みニューラルネットワークと注意機構の導入により想起音声の特徴表現学習の改善を図った。また、空間的な特徴を効果的に得るために、複数チャンネル間の相対位相特徴を表現する特徴表現を新たに考案した。これらの手法を導入した分類モデルは、共に予測精度を顕著に改善した。

【 今後の展開 】

音声言語知識の獲得や適応化のための基盤技術研究はまだ大きく進展の余地があり、継続して進める。特に大規模事前学習モデルを利用して実際の環境に適したモデルを低コストに実現する観点で身近な環境向けの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。

【 学術論文・著書 】

1) Raufun Nahar, Shogo Miwa, Atsuhiko Kai (2022) Domain Adaptation with Augmented Data by Deep Neural Network Based Method Using Re-Recorded Speech for Automatic Speech Recognition in Real Environment. Sensors, vol. 22, no. 24, 9945.

【 国内学会発表 】

- 1) R. Nahar, R. Suzuki, A. Kai, "Domain Adaptation for Improving End-to-end ASR Performance of Classroom Speech with Variable Recording Condition", IEICE Technical Report, SP2022-65, pp. 153-158, 2023/3.
- 2) 三輪祥吾, 甲斐充彦, "自己教師有り学習モデル XLSR と日本語諸方言コーパスを利用した諸方言音声認識モデル", 電子情報通信学会技術報告, SP2022-63, pp. 141-146, 2023/3.

自然言語処理とその応用

准教授 狩野 芳伸 (KANO Yoshinobu)
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: 自然言語処理、人工知能、対話システム
e-mail address: kano@inf.shizuoka.ac.jp
homepage: <http://kanolab.net/kano/>



【 研究室組織 】

教 員: 狩野 芳伸

【 研究目標 】

我々は、計算機で人間の言語を扱う技術である、自然言語処理の研究を行っている。大きく分けて、より人間に近い機構を持った言語処理とその延長としての対話システムの研究、および自然言語処理のさまざまな応用を二つの研究の柱としている。当面の主な研究テーマを以下に列記する。

- (1) より人間に近い機構を持った言語処理とその応用
- (2) 法律分野での応用: 文書の処理、司法試験の自動解答と裁判過程の自動化支援
- (3) 政治分野での応用: インターネット上の世論形成過程の推測
- (4) 医療分野での応用: 精神疾患の自動分類、電子カルテの処理

【 主な研究成果 】

(1) より人間に近い機構を持った言語処理とその応用

科研費挑戦的(開拓)「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」の代表者として、そうしたモデルの設計や実験を進めた。会話ゲーム「人狼」のプレイヤー人工知能化を目標とする人狼知能プロジェクトにおいて、オーガナイザーを務め、自然言語部門開催を担当、参加者としてもエージェントを作成した。成果は CoG 2022 で発表した。

(2) 法律分野での応用: 文書の処理、司法試験の自動解答と裁判過程の自動化支援

科研費基盤研究(S)「裁判過程における人工知能による高次推論支援」(研究代表者: 佐藤健先生)の研究分担者として、プロジェクトに参加している。これまでの司法試験の自動解答における研究を生かし、プロジェクト内の自然言語処理部分を担当するもので、論理学、議論学、法学の研究グループと共に自動判決支援を目指している。司法試験の自動解答を行う国際コンペティションタスク COLIEE においてオーガナイザーを務めるとともに、参加者としてシステム構築を行い、Task 4 にて首位の成績を収めた。また、NEDO プロジェクトに採択され、産学連携で法律文書処理に取り組んだ。

(3) 政治分野での応用: インターネット上の世論形成過程の推測

セコム科学技術振興財団 特定領域研究 情報セキュリティ分野「超スマート社会の「悪」の研究」の研究課題として「SNS における欺瞞とその広がり自動検出・推測と政治学・社会学的分析および予防的介入」が採択され、SNS 投稿を中心にその影響や内容の分析を進めた。

(4) 精神疾患の自動分類、電子カルテの処理

JST CREST 研究の継続発展課題として、科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 AIP 加速課題通常型「精神医学×メディア解析技術の展開: 精神疾患への介入の挑戦」(研究代表者: 佐藤真一先生)に主たる共同研究者として参画している。慶應義塾大学医学部精神医学講座では問診の録音を進めており、すでに世界最大規模の音声コーパスである。我々はセキュアな作業環境の整備と、録音の書き起こし、アノテーションガイドラインの策定、自動診断システムの更なる性能向上を進め、成果を論文発表した。また、SNS 投稿からメンタルヘルスに問題を抱えるユーザを分類する研究を行い、8割を超える性能を達成した。また、国立病院機構内で集約する数百万件の大規模電子カルテデータを自動処理し、副作用の自動抽出、パーソナライズド医療を目指している。この大規模電子カルテデータと模擬カルテデータを用いて、大規模医療言語モデルの

構築と、がん治療最適化のための腫瘍マーカー値予測の実験を行った。また、コロナ発症届の作成があまりに煩雑であるという社会的問題を受け、発症届の自動作成支援について分析を行った。

【 今後の展開 】

我々は上記のように、長期的な視点での人間に近い言語処理システムの構築と、自然言語処理技術の関連分野での応用を目指した研究を行っている。当面の今後の研究展開としては、進行中のプロジェクトである「法律文書処理」「人狼知能」「医療言語情報処理」「世論形成過程の推測」等を推進していきたい。

【 解説・特集等 】

- 1) Taishiro Kishimoto, Hironobu Nakamura, Yoshinobu Kano, Yoko Eguchi, Momoko Kitazawa, Kuo-Ching Liang, Koki Kudo, Ayako Sento, Akihiro Takamiya, Toshiro Horigome, Toshihiko Yamasaki, Yuki Sunami, Toshiaki Kikuchi, Kazuki Nakajima, Masayuki Tomita, Shogyoku Bun, Yuki Momota, Kyosuke Sawada, Junichi Murakami, Hidehiko Takahashi, Masaru Mimura. **Understanding Psychiatric Illness Through Natural Language Processing (UNDERPIN): Rationale, Design, and Methodology.** medRxiv, Cold Spring Harbor Laboratory Press. DOI:10.3389/fpsyt.2022.954703. 2022/12/1

【 国際会議発表件数 】

- ・ 4 件（うち査読あり 2 件）

【 国内学会発表件数 】

- ・ 1 1 件

【 招待講演件数 】

- ・ 2 件

【 新聞報道等 】

- 1) 狩野芳伸, 吉岡真治. AIは司法試験をどこまで解けるのか(GOLIEE) 法律言語解釈の現状と課題. NII Today 第 97 号. 2022/12.
- 2) 狩野芳伸. AI で法律文書解釈、静岡大 1 位 国際法律文書処理コンテスト. 朝日新聞. 2022/7/17

【 受賞・表彰 】

- 1) 1st rank, Task 4, Competition on Legal Information Extraction/Entailment (COLIEE) 2022. Masaki Fujita, Takaaki Onaga, Ayaka Ueyama and Yoshinobu Kano. 2022/6/13

【 外部資金獲得実績 】

- 1) セコム科学技術振興財団 特定領域研究 情報セキュリティ分野「超スマート社会の「悪」の研究」
「SNS における欺瞞とその広がり自動検出・推測と政治学・社会学的分析および予防的介入」
研究代表者 (2023 年度-2025 年度)
- 2) 文部科学省 科学研究費助成事業 基盤研究(B)
「SNS・新聞記事・議会議事録を用いた AI による世論形成過程と政治家の応答性の分析」
研究代表者 (2022 年度-2026 年度)
- 3) 文部科学省 科学研究費助成事業 挑戦的研究 (開拓)
「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」
研究代表者 (2021 年度-2023 年度)
- 4) 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 AIP 加速課題通常型
「精神医学×メディア解析技術の展開：精神疾患への介入の挑戦」
主たる共同研究者 (2022-2024 年度) (研究代表者：佐藤真一先生)
- 5) 文部科学省 科学研究費助成事業 挑戦的研究 (開拓)
「自然言語処理技術を用いた日英仏議会テキスト解析による国会の特質・変則性の解明」
研究分担者 (2020 年度-2023 年度) (研究代表者：野中 尚人 先生)

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 D2)

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を進める。

- (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た。走路識別のための画像情報として3次元線分と面要素に着目し、その認識パラメータを自動調整する方法を開発した。さらに、事前にユーザーが操縦により望ましい走路を教示するという問題設定のもとで、走路情報を手がかりに走路の判別を行う方法を開発した。

(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) S. Nakamura, Y. Kobayashi and T. Matsuura, Grid-Based Estimation of Transformation Between Partial Relationships Using a Genetic Algorithm, *Journal of Robotics and Mechatronics*, Vol. 34, No. 4, pp. 786-794, 2022.

【 国際会議発表件数 】

1) H. Yagi, Y. Kobayashi, D. Kato, N. Miyazawa, K. Hara and D. Usui, Object Pose Estimation Using Soft Tactile Sensor Based on Manifold Particle Filter with Continuous Observation, *Proc. of IEEE/SICE International Symposium on System Integration*, pp. 1-6, 2023.

2) W. Xiang, Y. Kobayashi and S. Azuma, Self-Supervised Learning Approach under Controller's Instruction for 3D Line Segment-Based Recognition of Semi-Unstructured Environment, *Proc. of IEEE/SICE International Symposium on System Integration*, pp. 1-6, 2023.

3) Y. Kobayashi and S. Nakamura, Transfer of Partial Information of Motor Controller Based on Estimation of Coordinate Transformation Parameters, *Proc. of The 33rd 2022 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science*, MA2-1-5, 2022.

4) D. Kato, H. Yagi, Y. Kobayashi, N. Miyazawa, K. Hara and D. Usui, Contact motion selection for flexible object opening position estimation by tactile information, *Proc. of ISCIE International Symposium on Stochastic Systems Theory and Its Applications*, Nara, Japan, 2022.

【 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5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(創造科技学院 D3 2022 秋修了)、Ihsan Ibrahim(創造科技学院 D3)

修士課程：M2 (5名)、M1 (4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安全化技術について、情報通信に関連したセキュリティ機構への応用、情報通信安全化の実現、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国際学会発表および論文誌にて)
- (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継続的な解析の知見を示した。(SMASH22 Summer 特別講演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) K. Watanabe and N. Fukuta "An Agent-based Approach for Preventing and Defusing Toxic Behaviors on Team Competition Games", Information Engineering Express, Vol.8, No.1, 2022. DOI:10.52731/iee.v8.i1.316
- 2) T. Kawazoe and N. Fukuta "On Implementing a Simulation Environment for a Cooperative Multi-agent Learning Approach to Mitigate DRDoS Attacks". In: R. Hadfi, R. Aydoğan, T. Ito, R. Arisaka (eds) Recent Advances in Agent-Based Negotiation: Applications and Competition Challenges. IJCAI 2022. Studies in Computational Intelligence, vol 1092. Springer, Singapore. DOI:10.1007/978-981-99-0561-4_2 (国際会議 IJCAI2022併設ワークショップACAN2022発表論文の出版)

【 国際会議発表件数 】

- 1)D. Das, I. Ibrahim, and N. Fukuta, "Observing and Understanding Agent's Characteristics With Environmental Changes for Learning Agents", Proc. 12th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI AAI2022 / SCAI2022), pp.424--429, 2022.
- 2)A. Kandel, I. Ibrahim, and N. Fukuta, "An Analysis of Educational Cloud Platforms using Multi-agent Learning", Proc. 12th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI AAI2022 / LTLE2022), pp.230--233, 2022.

他 合計 5 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 情報処理学会 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 7 件

【 招待講演 】

- 1)"Towards an Artificial Intelligence and IoT based Application for Digital Industry", Keynote Talk at the 1st International Conference on Smart Technology, Applied Informatics, and Engineering (APICS2022), Aug. 24, 2022. Surakarta, Indonesia. , 2022 年 8 月 24 日 (オンライン講演)
- 2)"エージェントシステム試作プラットフォーム MiLog の事例からみる環境進化にスケーラブルな長期的実装に関する一考察", SMASH22 Summer Symposium 特別講演, 2022 年 9 月 15 日, 浜松市

・その他, 国際会議 The 21st International Semantic Web Conference (ISWC2022), the 31th International Joint Conference on Artificial Intelligence(IJCAI2022), The Thirty-37th AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI2023)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

博士課程: D1 (2名)、M2 (1名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

計算機上に人間の認知のモデルを構築し、構築されたモデルを応用することで、人間の行動変容を引き起こすアプリケーションを開発することを目指している。令和4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) 音韻意識のモデルとの繰り返しの相互作用による個人の状態推定
- (3) 生理的な動機づけのモデルの表現と生体信号のモニタリングによる介入手法の検討
- (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

【 主な研究成果 】

(1) 生理的な動機づけのモデルの表現と生体信号のモニタリングによる介入手法の検討

知覚と運動の協調が求められる課題を継続することに対する最適な動機づけの維持手法を検討する計算機モデルを構築した。また、構築したモデルに対して、過剰な動機づけを防止する適応的な介入プログラムの効果を検討するシミュレーションを実施した。上記の状況と同じ課題を用いたオンライン実験(クラウドソーシングによる参加者募集)を実施した。結果、計算機モデルによって表現されるのと類似した過剰な動機づけによる成績の低下を行動指標から確認できた。



図 1. 生体信号を利用した動機づけ調整のフィードバックシステム

(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

回想法は、過去の記憶の回想に基づくメンタルヘルスケアである。この方法の効果には個人差があり、個別化されたサポートが求められている。この研究では、認知アーキテクチャである Adaptive Control of Thought-Rational (ACT-R) に基づく個人の記憶の想起の計算モデリングを利用した。ACT-R の記憶モデルとユーザの内部状態を結合することで、個人の記憶の回想を方向づけることが期待された。本研究では、記憶モデルとの繰り返しをとみなインタラクションを通じてユーザの内部状態を推定する手法が提案された。ユーザのライフログを含むモデルは、ユーザに写真としての記憶項目(刺激)を提示し、その刺激に対するユーザの反応

を受け取り、それに基づいてモデルの内部パラメータを調整した。これらのプロセスを繰り返すことにより、モデルの内部状態がユーザの内部状態を反映したものに变化していく。提案手法の実現可能性を確認するために、本モデルを組み込んだシステムを利用した際のユーザの発話を分析した。その結果、この方法がユーザの発話からモデルの内部状態（記憶検索パラメータ）を推定できることが確認された。また、システム利用中のユーザの気分の変化を推定する手法が可能であることを確認した。これらの結果は、人間の内部状態を推定するための対話的推定の実現可能性を裏付け、最終的には記憶や感情の想起を誘発する能力に貢献すると考えられる。

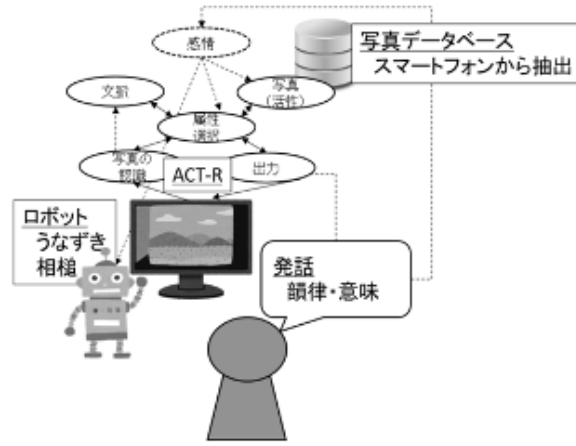


図 2 対話に基づく回想法システム

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

- 1) J. Morita, Y. Kano “Effects of Self-experience and Situational Awareness on Empathic Help to Virtual Agents”, HAI '22: International Conference on Human-Agent Interaction. (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) J. Nishikawa, K. Nagashima, R. Yoneda, J. Morita, T. Terada, “Representing Motivation in a Simple Perceptual and Motor Coordination Task based on a Goal Activation Mechanism”, Proceedings of the 10th annual conference on advances in cognitive systems, 102-120 (2022).
- 4) S. Sakai, J. Morita, “Estimating Personal Model Parameters from Utterances in Model-based Reminiscence”, The 10th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII) (2022).
- 5) 森田 純哉, 小嶋 暁, 金野 武司, 橋本 敬, 新規な記号コミュニケーションシステムの 形成に及ぼす自閉傾向の影響, 認知科学 29/4 557-574 (2022)
- 6) K. Nagashima, J. Nishikawa, R. Yoneda, J. Morita, T. Terada, “Modeling optimal arousal by integrating basic cognitive components”, Proceedings of the 20th International Conference on Cognitive Modeling, 196-202 (2022).
- 7) J. Nishikawa, J. Morita, “Estimating phonological awareness with interactive cognitive models: Feasibility study manipulating participants' auditory characteristics”, Proceedings of the 20th International Conference on Cognitive Modeling, 203-209 (2022).

【 国内学会発表件数 】

- ・ HAI シンポジウム、日本認知科学会、人工知能学会全国大会など 18 件

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
修士課程: M2 (4名) M1 (2名)
博士課程: D3 (1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高速に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性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

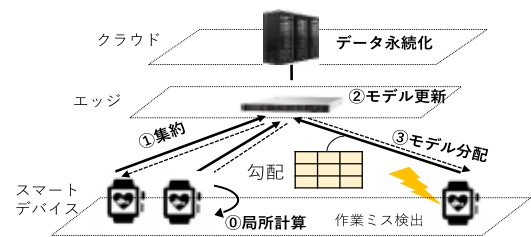


図 2. 連合学習のフレームワーク

【今後の展開】

分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。ナノ秒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】

- 1) Thanapol Phungtua-eng, Yoshitaka Yamamoto, Shigeyuki Sako: “Elastic Data Binning for Transient Pattern Analysis in Time-Domain Astrophysics”, The 38th ACM/SIGAPP Symposium on Applied Computing, pp. 342-349, 2023
- 2) Keisuke Nakamura, Yoshitaka Yamamoto, Masafumi Nishimura, Yuki Shiono, Reiki Shirasawa, Takayuki Nakano, Takahiro Aoki: Tackling over-smoothing on temporal convolutional networks for operating work segmentation, 2023 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing, pp. 1-4, 2023 (NCSP'23 Student Paper Award)

【国内学会発表件数】

・人工知能学会全国大会など 計 11 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・博士課程：D1 (2名)、M2 (1名)、M1 (4名)

【 研究目標 】

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

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

【 主な研究成果 】

(1) 呼吸アーチファクト低減による機能性食品摂取時の自律神経活動の評価の試み～心電図からの多種類の呼吸推定法の比較～

本研究では、機能性食品(GABA)摂取による自律神経活動(ANS)への影響を1チャンネル心電計で調べるために、心電図からの呼吸推定(EDR)法を基に心拍変動性成分(HRV)に含まれる呼吸の影響を低減し、低減前後の比較・検討を行った。また、多種類のEDR法で機能性成分GABA摂取時の心電図を調べ、GABA摂取時のANS評価を調べる上で最も適切なEDR手法を検討した。各EDR法から推定した呼吸数と実呼吸数を比較した結果、人工知能のLSTMによるEDR法で推定した呼吸数が最も実呼吸数と一致した。また、心電図から推定した呼吸数から異常な呼吸($\pm 2\sigma$ 以上の呼吸数)を検出し除去することで、HRVから呼吸の影響を低減した。呼吸の影響を低減した結果、HRVの呼吸周波数帯域に変化を示した。以上より、機能性成分GABAの神経生理学的效果をより詳細に調べる上で、呼吸の影響を低減する必要がある。多種類のEDR法により心電図のみで低減可能であることが示された。今回検討したEDR法の内、LSTMを用いた手法が機能性成分GABA摂取前後のANS評価研究で最も有効であることが示唆された。

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

1) Proposal of a Pseudo-Electrocardiogram Model Incorporating Heart Rate Variability and QT-Interval Variability, and Its Application, (T.Ueyama, A.Yoshino, H.Nakamura, Y.Okita), IEEJ TRANSACTIONS ON ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING, Vol.17, Issue.5, pp713-721, (2022)

【 国際・国内学会発表件数 】

- ・ 国際栄養学会 2 件
- ・ 日本栄養・食糧学会 3 件
- ・ 日本生体医工学会 2 件
- ・ 日本生理人類学会 1 件

(4) ナノマテリアル部門

部門長 昆野 昭則

1. 部門の目標・活動方針

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

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

2. 教員名と主なテーマ

- ・ 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
- ・ 坂元尚紀：機能性セラミックスのナノ構造と物性
- ・ 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2022年度の主な研究成果を以下に記す。詳細は各教員の報告を参照。

- ・佐藤教員 ヒドラジド化学を基盤とするペプチド・タンパク質合成手法の開発を行った。難溶性ペプチド可溶化法を新たに開発し、論文発表した。
- ・奥谷教員 電磁波と物質の相互作用を利用し、酸化インジウムや酸化スズといった透明導電膜や、多孔質酸化チタンの膜の形成を試みた。さらに、これらの膜を組み合わせ、色素増感太陽電池へ応用した。
- ・立岡教員 Mg₂Si 及び MnSi_{1.7} ナノシート束を作製した。ともに液相成長条件下にて組成分布の均質なナノシート束を得る事が出来た。
- ・昆野教員 炭素材料を正孔輸送材料とするペロブスカイト太陽電池において、ペロブスカイト層形成時に導電性高分子 PEDOT:PSS を添加することで、太陽電池の変換効率を向上させることができた。

(2) 招待講演

- ① 佐藤浩平, “ヒドラジドの反応特性を利用するペプチド・タンパク質合成法の開発” 大阪大学蛋白質研究所セミナー, 2023年3月
- ② 奥谷昌之, “マイクロ波加熱を利用した透明導電膜の作製と色素増感太陽電池への応用” 第5回 JEMEA 若手サマースクール in 静岡, 2022年9月
- ③ 間瀬暢之, “ファインバブル有機化学:10年間でできるようになったこと” 第18回ファインバブル国際シンポジウム 2022年12月
- ④ N. SAKAMOTO, “Evaluation of in-plane and out of plane orientation of epitaxial thin films using STEM moiré”, 7th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology – ICONN 2023
- ⑤ H. Tatsuoka, “Synthesis of Si-based nanostructures from CaSi₂ crystals using metal chloride powder, vapor and aqueous solution, Sixth Asian School-Conference on Physics and Technology of Nanostructured Materials, 2022. 4

(3) 受賞等

- ・奥谷昌之 2022年 Journal of the Ceramic Society of Japan 優秀論文賞
- ・佐藤浩平 第54回若手ペプチドの夏の勉強会、ポスター発表部門優秀賞（指導学生の受賞）
- ・間瀬暢之 第11回 JACI/GSC シンポジウム GSC ポスター賞（指導学生の受賞）
- ・坂元尚紀 日本セラミックス協会 電子材料部会 第42回電子材料研究討論会 奨励賞（指導学生の受賞）
- ・坂元尚紀 日本セラミックス協会 第35回秋季シンポジウム グリーン・プロセッシングセッション 優秀賞（指導学生の受賞）

(4) その他、研究に関する特記事項

- ・佐藤浩平 教員特別研修として、米国ペンシルベニア大学で客員研究員として活動した(2022年3月～2023年2月)

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：Teguh Firmansyah (創造 D3、9 月修了)、鄭家亘 (創造 D1)

修士課程：M2 (3 名)、M1 (2 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) 弾性表面波 (SAW) デバイスによる液滴搬送面上に金微粒子を用いた局在表面プラズモン共鳴 (LSPR) センサを集積化すると、液滴を計測できるデジタル式マイクロ流体システムが実現できる。これまで、SAW より液滴内部に放射される縦波の減衰に伴う液体温度変化が LSPR センサに影響を与えるとして検討していた。しかし、実験の再現性が低く、理論的に予測される温度による屈折率変化と実験結果が一致しなかった。蒸留水と超純水の比較により、蒸留水では放射された縦波により気泡が発生し、その気泡が LSPR 測定に影響を与えていることを明らかにした。
- (2) 橋梁などのヘルスマonitoring用 SAW デバイス設計を、有限要素法と高周波回路シミュレータの組合せにより行い、本目的を達成するための現時点で最適な構造を見いだした。
- (3) 弾性表面波センサを用いた物性値推定に機械学習を取り入れ、その有効性を確認した。また、新しい測定法について検討した。その結果、比較的安価な小型ネットワークアナライザは測定システムとして有望であることが確認できた。
- (4) マイクロストリップのセンサ応用ならびに LSPR センサとの集積化についてシミュレーションによりその可能性について検討した。解析に基づいてマイクロストリップ線路センサと LSPR センサの集積化を行い、液体計測に使用できることを確認した。

【学術論文】

- 1) S. Baba and J. Kondoh, “Damage evaluation of fixed beams at both ends for bridge health monitoring using a combination of a vibration sensor and a surface acoustic wave device,” Engineering Structures, Vol. 262, 114323 (2022)

【国際会議発表件数】

- ・ The International Conference on Microwave Acoustics & Mechanics (IC-MAM)での Keynote など計 5 件

【国内学会発表件数】

- ・ The 43rd Symposium on Ultrasonic Electronics など計 1 1 件

有機—無機ハイブリッド太陽電池の高性能化

教授 昆野 昭則 (KONNO Akinori)
光・ナノ物質機能専攻 (副担当: 工学部 電子物質科学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)
専門分野: 光電気化学、有機電気化学
e-mail address: konno.akinori@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://cheme.eng.shizuoka.ac.jp/~konnolab/index.html>



【 研究室組織 】

教 員 : 昆野 昭則

博士課程 : D1 (1名)

修士課程 : M2 (3名)、M1 (2名)

【 研究目標 】

我々は、シリコン太陽電池に替わる低コスト次世代型太陽電池として期待されている有機—無機ハイブリッド太陽電池である色素増感型太陽電池およびペロブスカイト太陽電池の高性能化を目的として研究を行なっている。実用化へ向けての課題である高効率化および固体化を実現するための研究を展開している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) ヨウ化銅をはじめとするp型半導体を用いる色素増感およびペロブスカイト太陽電池の固体化と高効率化
- (2) 色素増感太陽電池用多孔質電極の開発

【 主な研究成果 】

(1) ペロブスカイト型太陽電池における変換効率向上

従来の色素増感太陽電池用色素は、金属錯体をはじめとする有機系色素であり、多孔質酸化チタン表面に単分子光吸収層を形成させることで高効率な電荷分離を実現している。一方で、色素によっては、単分子層吸着制御の困難さや、多孔質層の厚膜化等の問題があった。これに対して、近年光吸収効率が大きくかつ単分子制御を必要としない無機系色素や量子ドットを用いる太陽電池が注目されている。これら無機系色素と当研究室で実績を有するヨウ化銅をはじめとするp型半導体電解質を組合せた、完全固体型色素増感太陽電池を作製し、変換効率 20%を目指した高効率化を図る。成果は以下の通り。ペロブスカイト太陽電池に種々の高分子材料を添加することで生じるペロブスカイト結晶粒径の増大やペロブスカイト結晶と高分子の間での化学結合による不動態化によってペロブスカイト太陽電池の高効率化を目指して実験を行った。非導電性の高分子 PEG の添加においては、針状の結晶成長の抑制やペロブスカイト結晶の粒径の増大が確認できたが、高分子材料を添加したペロブスカイト層は粉体材料である正孔輸送層のアセチレンブラックとの界面において電気的な接触を妨げることが推察された。そこで、導電性高分子 PEDOT:PSS の添加効果について検討した。その結果、高分子の凝集をある程度防ぐことで均一な表面被覆と高い発光強度をもつペロブスカイト層を製膜することに成功し、 V_{oc} , J_{sc} , FF とともにこれまでより高い値を得ることができた。

(2) 先染め酸化亜鉛ナノ粒子を用いる複合色素増感太陽電池の開発

色素増感太陽電池 (DSSC) は、基板上に多孔質の酸化物半導体膜を形成し、その基板を色素溶液に浸し色素吸着を行う。しかし、この作製法では色素吸着に時間がかかるため、DSSC のフレキシブル化に伴う roll to roll 製法導入による高速・高効率というメリットが失われてしまう。この問題を解決するために、本研究では太陽電池の性能低下の原因の一つである電荷再結合を抑制することによる先染め色素増感太陽電池の性能向上を目的として、酸化グラフェン (GO) や還元型酸化グラフェン (rGO) をはじめとする導電性材料の作製、およびフォトリソグラフィーへ導入することによる色素増感太陽電池への応用について研究した。種々の GO, rGO の添加効果の検討から、rGO-電解液界面における電荷再結合が性能低下の要因であることが示唆された。そのため、rGO ができる限り電解液と接触しないような rGO の導入方法を試みる必要がある。そこで、rGO を ITO と ZnO 層の間に導入する実験を行った。結果として、rGO を利用したセルとしては、初めて J_{sc} の向上を達成することができた。その一方で、フィルファクターは減少してしまったため変換効率の向上はできなかったが、rGO を添加することの可能性を見出すことができた。

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書等 】

- 1) A. B. Ganganboina, I. M. Khoris, A. Konno, T.-C. Li, A. Okamoto and E. Y. Park (2023) CdSe-Co₃O₄@TiO₂ nanoflower-based photoelectrochemical platform probing visible light-driven virus detection, *Microchimica Acta*, 190, 46.

【 国内学会発表件数 】

- ・電気化学会、有機電子移動化学討論会など 5 件

有機低分子・高分子凝集体の構造と物性

教授 久保野 敦史 (KUBONO Atsushi)
光・ナノ物質機能専攻 (主担当:工学部 電子物質科学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)
専門分野: 機能性有機材料、高分子薄膜
e-mail address: kubono.atsushi@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~takubon/>



【 研究室組織 】

教 員: 久保野 敦史、松原 亮介 (工学領域電子物質科学分野・助教)

博士課程: D2 (1名)

修士課程: M2 (5名)、M1 (2名)

学 部 生: B4 (5名)

【 研究目標 】

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

- (1) 真空蒸着有機薄膜における高次構造形成機構素過程の解析
- (2) 蒸着重合法による高分子薄膜の作製と特性評価 (防食性、圧電性、電気特性など)
- (3) リエントラント液晶の粘弾性評価
- (4) 色素蒸着膜の高次構造制御と光学物性評価
- (5) 複雑表面への防汚性付与

【 主な研究成果 】

(1) 真空蒸着を用いた分子配向・積層構造制御 (分子の積木細工)

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

(2) 蒸着重合ポリアゾメチン薄膜における光配向

蒸着重合により様々なポリアゾメチン薄膜を作製したところ、成膜中の偏光紫外光により分子が配向し、熱処理と共に配向性が変化することを明らかにした。また、成膜中に偏光方向を変化させることで、面内の分子配向が膜厚とともに変化させることを試みた。

(3) 蒸着重合ポリ尿素被膜によるタンパク吸着抑制

蒸着重合ポリ尿素薄膜の表面に共有結合でポリエチレングリコール鎖を被覆することにより、タンパク質付着を抑制できることが明らかになった。また、下地の強固なポリ尿素薄膜が、酸やアルカリによる洗浄に対する耐性を向上させることを明らかにした。

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

- 1) Effect of incident molecular temperature on the elementary processes in thin film growth of long-chain molecules during vacuum deposition (Ryosuke Matsubara, Kiyoshi Hagihara and Atsushi Kubono), Japanese Journal of Applied Physics Vol. 62, No. 1, pp. 010907 (2023).
- 2) 水晶振動子マイクロバランスと放射光X線回折による有機半導体薄膜成長過程のin-situ解析 (松原亮介, 久保野敦史), 電子情報通信学会論文誌 C Vol. 3106-C, No. 4, pp. 147-153 (2022).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、高分子学会、液晶学会、繊維学会など 15 件

【 招待講演件数 】

- 1) 電気学会 1 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 D2), Ye Li (創造科技院 D3),
Yalei Huang (創造科技院 D3)

修士課程 : M2 (4名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

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

- (1) シリサイド系半導体の成長方法の開発と系統的な物性の解明
- (2) シリサイド系半導体薄膜・バルク結晶及びナノ構造体の作製と赤外光電デバイス及び熱電発電素子への応用
- (3) Si 系及び酸化物系の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 及び MnSi_{1.7} ナノシート束の構造評価とともに、結晶品質と組成分布の均質性の向上を試みた。MgCl₂/Mg 液相成長条件下にて組成分布の均質な Mg₂Si ナノシート束を得る事が出来た。また、CaSi₂ 粉末を MnCl₂ とともに 800℃、10 時間の熱処理を施す事により、組成分布の均一な MnSi_{1.7} ナノシート束を得た (APAC-Silicide 2022)。CaCl₂ 生成は CaSi₂ からの Ca の脱離を促すが、シリサイド生成後は液相 CaCl₂ として存在し、ソース粉末や Mn を液相内に閉じ込めナノシートへの Mn の均一な拡散を促す役割を担っている事が分かった。それらのナノシート束では、ある特定の結晶方位関係をもつドメインが層状に積層している構造が認められた。また、MnSi_{1.7} ナノシート束からは可視光領域にバルクではみられない発光が得られた。

(2) Mg₂SiO₄/MgO コンポジットの微細構造及び発光特性評価

Mg₂SiO₄/MgO コンポジットナノシート束を作製し、ナノ構造生成のメカニズムを明らかにした。また、この粉末から 5.1 eV 付近に半値幅が広く強い CL 発光ピークが観測された (ISCSI-

IX)。MgO ナノフレークを $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 生成を介して作製した。環境保全、医療など新しい応用が期待できる。

【 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シリケート、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や MgO はじめ酸化物やシリサイドの作製も行い、それらの環境、医療分野への応用を試みていきたい。

【 学術論文・著書等 】

1) Synthesis of $\text{MnSi}_{1.7}$ nanosheet bundles from CaSi_2 crystal powders using MnCl_2 in molten salt, F. Komeda, S. Itoh, Y. Shimura, N. Takahashi, and H. Tatsuoka, Jpn. J. Appl. Phys. 62, SD1021-1-9 (2023).
他 3 件

【 国際会議発表件数 】

・ APAC-Silicide 2022 など 8 件

【 国内学会発表件数 】

・ 2022 年 第 83 回応用物理学会秋季学術講演会など 5 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://wvp.shizuoka.ac.jp/hirakawa/>



【 研究室組織 】

教 員：平川 和貴
博士課程：長谷川 仁子 (創造科技院 D3、社会人)
修士課程：M2 (2名)、M1 (3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。光治療の他、光毒性防護における分子進化を明らかにすることを目標としている。ビタミンの誘導体や植物由来の色素において、光毒性抑制作用のメカニズムを実験と理論研究で研究している。さらに貴金属ナノ粒子の自発的複合化現象の解明を目標としている。調製した新規ナノ粒子の触媒への応用も研究している。現在の主な研究目標を以下に列記する。

- (1) 酸素に依存しないがん光治療用電子移動光増感剤の開発
- (2) がん組織選択的に作用する光増感剤の開発
- (3) DNA や RNA を選択的に不活化する光増感剤の開発
- (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 を利用した活性制御

副作用なく、がんを選択的に治療できる光増感剤を開発する目的で、ポルフィリンを中心に励起状態の失活と回復に基づく活性の OFF→ON 制御を研究してきた。これまでに引き続き、弱酸性条件でほぼ完全に活性制御 (OFF→ON) する研究を推進した。さらに次の項目 (2) のメカニズムと同時に用いることで二重スイッチとなる光増感剤を開発した。

(2) 光増感剤の活性制御 2：会合体形成とターゲット認識による活性制御

がん光治療用薬剤候補として、上記の研究でポルフィリンの P(V) 錯体を用いている。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。また、水溶性と疎水性を併せもつため、これを利用し、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ができる。当該年度は、pH の変化でプロトン化による水溶性向上を利用し、励起状態の OFF→ON 制御に脱会合による制御を加えることでさらに精密な OFF→ON 制御に成功した。

(3) 水溶性コロールや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 (光治療) 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、水溶性のカチオン性フタロシアニンの作用機序を明らかにした。また、ポルフィリンやフタロシアニンと異なり、非対称の構造をもつ類似化合物の水溶性コロールを同様に評価した。コロールは、光吸収に対する特徴や副作用をポルフィリンやフタロシアニンよりも引き起こしにくい可能性を見出した。

(4) マンガンポルフィリンの光化学的および電気化学的物性評価と触媒への応用

ポルフィリンの多くは、芳香環を対称の部位に結合することで安定化しているが、芳香環ではなく、アルキル基を結合した珍しいポルフィリンを共同研究者から入手できた。そのマンガン錯体を用いて、光吸収特性、発光測定、酸化還元電位におけるアルキル基の効果を明らかにした。さらに、活性酸素除去を指標にして触媒活性におけるアルキル基の効果を評価した。

(5) 葉酸および植物由来色素の光毒性防護効果

ビタミンの一種である葉酸や須峪物由来色素であるベルベリンは、光励起状態を効果的に失活することで光毒性を防いでいる。そのメカニズムを分子構造の視点から探求し、実験とシミュレーションによって新たな説を提唱した。

(6) 貴金属ナノ粒子の自発的複合化

銀ナノ粒子と金/白金のコア-シェル型二元ナノ粒子の自発的複合化で生成した三元ナノ粒子の過酸化水素分解反応における触媒作用を評価した。

【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。また、光毒性防護における分子進化、新たな多元貴金属ナノ粒子の調製と触媒活性評価の研究を同時進行する。

【学術論文・著書】

- 1) Kazutaka Hirakawa, Ayano Katayama, Shinya Yamaoka, Takahisa Ikeue, and Shigetoshi Okazaki, "Photosensitized protein damage by water-soluble phthalocyanine zinc(II) and gallium(III) complexes through electron transfer and singlet oxygen production", *Chemical Physics Letters*, 802, 139764, (2022).
- 2) 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).
- 3) 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).
- 4) Kazutaka Hirakawa, Ayano Katayama, Shinya Yamaoka, and Shigetoshi Okazaki, "Mechanism of photosensitized protein damage by zinc phthalocyanine", *Photomedicine and Photobiology*, in press.
- 5) Kazutaka Hirakawa, Mikiho Ito, and Shigetoshi Okazaki, "Activity control of electron transfer-photosensitizer P(V)porphyrin through self-association", *日本レーザー医学会誌*, in press.
- 6) Keisuke Santo, Kentaro Uchida, Keisuke Fujimoto, Toshiyasu Inuzuka, Kazutaka Hirakawa, Tetsuya Sengoku, and Masaki Takahashi, Synthesis of Highly Emissive Fluorophores Based on Multiply Stacked Anthracene Arrangement, *European journal of Organic Chemistry*, e202201479 (2023).
- 7) Kazutaka Hirakawa, Satoki Matsui, and Shigetoshi Okazaki, "Fluorination of tetraphenylporphyrin zinc complex enhances the protein photodamaging activity through electron transfer mechanism", *Photomedicine and Photobiology*, in press.

【国内学会発表件数】

・第32回日本光線力学学会学術講演会(招待講演)・第18回日本脳神経外科光線力学学会・第44回日本光医学・光生物学会、2022年光化学討論会、第103日本化学会春季年会など11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)

修士課程: M1 (1名)

【 研究目標 】

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

また、ナノテクノロジーの発展により、新しい非晶質材料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。令和4年度の具体的な研究テーマは以下のとおりである。

- (1) TEMPO 酸化セルロースナノファイバー表面におけるカルボン酸金属塩の局所構造・電子状態と蓄電性の関係 (東北大福原グループとの共同研究)
- (2) アモルファスアルミナ/アモルファスチタニア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) Mg-TM-RE 合金中の長周期構造で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)

【 主な研究成果 】

- (1) TEMPO 酸化セルロースナノファイバーを電極界面材に用いた新たな蓄電材料について、蓄電効果の鍵となる、カルボン酸金属塩の電子状態と構造について金属イオンの価数による依存性を明らかにし、Na イオンがもっとも高い蓄電性を示す根拠を示した。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。2)

- (2) 第一原理分子動力学計算により、アモルファスアルミナ表面の構造と電子状態を明らかにし、アモルファスアルミナを電極界面にもつ蓄電材料の蓄電性についての理論的裏付けを行った。1)
- (3) 特異な長周期積層構造をもつ Mg 合金の構造発現メカニズムを解明することを目的として、構造の前駆体となる不純物クラスターの Mg 合金中での相互作用について、第一原理計算を用いて包括的にあきらかにした。

【 今後の展開 】

- (1) TEMPO 酸化セルロースナノシートの高い蓄電性については、最近、金属イオン付近の水分子が関わるが見いだされた。金属イオン周辺に 1 ~ 複数個の水分子を配位させた TEMPO 酸化セルロースナノシートの構造と電子状態を明らかにし、蓄電材料としてふさわしい機構をもつセルロースナノファイバーF の開発へとつなげる。
- (2) Mg-Zn-Y 長周期積層構造合金中の溶質クラスター前駆体として、これまでの Zn-Y ダイマー間の相互作用について、これまでの 2 体相互作用エネルギーに加え、3 体、4 体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。
- (3) Al 合金の相転移に関する基本的な描像を理解するために、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) Amorphous alumina supercapacitors with voltage-charging performance, M. Fukuhara, T. Yokotsuka, T. Hashida, K. Yamaguchi, N. Fujima, Europhysics Letters 141, 36003-1-5 (2023).
- 2) Amorphous cellulose nanofiber supercapacitors with voltage-charging performance, M. Fukuhara, T. Yokotsuka, T. Hashida, T. Miwa, N. Fujima, M. Morita, T. Nakatani, F. Nonomura, Scientific Reports 12, 5619-1-6 (2022).

【 国際学会発表件数 】

- ・ ICCF-24, July 25-18 2022, Mountain View, USA 1 件

【 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://wvp.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 (創造科技院 D3)
Arun Manna Kumar (創造科技院 D2)
修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)
学 部 生：B4 (4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のシフトが望まれています。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 】 その他 4 件

- 1) "Synthesis of benzylated amine-substituted xanthone derivatives and their antioxidant and anti-inflammatory activities" Wong, K. W.; Teh, S. S.; Law, K. P.; Ismail, I. S.; Sato, K.; Mase, N.; Mah, S. H., *Arch. Pharm.* **2023**, 356 (1), e2200418.
<https://doi.org/10.1002/ardp.202200418>
- 2) "Do Ultrafine Bubbles Work as Oxygen Carriers?" Kakiuchi, K.; Kozuka, T.; Mase, N.; Miyasaka, T.; Harii, N.; Takeoka, S., *Langmuir* **2023**, 39 (4), 1354-1363.
<https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.2c01209>
- 3) "Hydrazide-Mediated Solubilizing Strategy for Poorly Soluble Peptides Using a Dialkoxybenzaldehyde Linker" Tanaka, S.; Narumi, T.; Mase, N.; Sato, K., *Chem. Pharm. Bull.* **2022**, 70 (10), 707-715.
<https://doi.org/10.1248/cpb.c22-00501>
- 4) "Design, synthesis, and bio-evaluation of novel triterpenoid derivatives as anti-HIV-1 compounds" Takeuchi, R.; Ogihara, K.; Fujimoto, J.; Sato, K.; Mase, N.; Yoshimura, K.; Harada, S.; Narumi, T., *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **2022**, 69, 128768.
<https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2022.128768>
- 5) Sato, K.; Ueda, J.; Kon, T.; Nakamura, Y.; Fujimoto, J.; Narumi, T.; Takeda, K.; Mase, N. In Microwave flow chemistry: Single-mode system for kg-scale organic synthesis, 2022 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC), 29 Nov.-2 Dec. 2022; 2022; pp 169-171.
- 6) "Late-stage solubilization strategy to overcome solubility challenges using peptide hydrazide" Sato, K.; Tanaka, S.; Tsuda, S.; Narumi, T.; Yoshiya, T.; Mase, N., *Pept. Sci.* **2022**, 58th, 27-28.
- 7) "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>
- 8) "Electrodeless hydrogen production from seawater using femtosecond laser pulses" Kuwahara, A.; Mizushima, Y.; Matsui, M.; Kozuka, T.; Mase, N., *RSC Adv.* **2022**, 12 (15), 9304-9309.
<https://doi.org/10.1039/d2ra01337a>
- 9) 間瀬暢之, 第5章 化学物質の合成経路探索・反応条件最適化への活用事例用, 8節 フロー合成の反応条件最適化への機械学習の活用. In ケモインフォマティクスにおけるデータ収集の最適化と解析手法 ~組成予測や化学構造の生成、合成経路探索や反応条件最適化、毒性評価~, 技術情報協会: 2023.

【 国内学会発表件数 】 その他 2 2 件

- 1) Nobuyuki Mase 「Microwave flow chemistry: Single-mode system for kg-scale organic synthesis」 2022 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC 2022)、WE3-F6、パシフィコ横浜(横浜市)、2022/11/30

【 招待講演件数 】 その他 6 件

- 1) 間瀬暢之「ファインバブル有機化学：10年間でできるようになったこと」第18回ファインバブル国際シンポジウム ~ファインバブルの未来~、慶應義塾大学三田キャンパス、2022/12/21

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：電子工学研究所)
(副担当：工学部 電子科学物質科及び大学院総合科学技術研究科)
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：マークルーズ・アロキア・ジェニーシャ (創造科技院 D2、国費)
 カンナン・グナセカラン (創造科技院 D2、国費)
修士課程：M2 (2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ー層に関する研究
- (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。今年度はフェイズフィールド法を用いた計算機シミュレーションで薄膜成長過程における自発的な超格子構造の生成を再現することに成功した。このシミュレーションはルチル構造を有する $\text{VO}_2\text{-TiO}_2$ 系でも成功しつつある。

(2) シリコン基板上にエピタキシャル成長する新しいバッファー層に関する研究

シリコン基板上にエピタキシャル成長させた YSZ や CeO_2/YSZ および NdSZ バッファー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) 多孔質基板を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やポーラスアルミナを基板に用い、この上にセラミックス薄膜を作製することで新しい機能性セラミックスの創成を目指している。例えば、低温 (約 350°C) で駆動する薄膜 SOFC や、分子量の異なる VOC を分離検出可能な新しい半導体式ガスセンサーの創成を目指している。このガスセンサーが実用化すると、呼吸を用いることで乳がんの早期発見が可能になると期待される。

【 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) “Development of next generation ASLIB - tasks to be solved and their approaches”

- Hisao Suzuki, Takahiko Kawaguchi, Naonori Sakamoto, Naoki Wakiya, Tomoya Ohno, Tomoya, Shigeto Hirai, *Taikabutsu*, **74**, 292-297 (2022).
- 2) “Preparation and phase transition temperature control of VO₂ nano-particles by micro-emulsion method from molecular-designed precursors”
Hisao Suzuki, Takahiko Kawaguchi, Naonori Sakamoto, Naoki Wakiya, Takashi Arai, Shigeto Hirai, Tomoya Ohno, *Funtai oyobi Funmatsu Yakin (J. Jpn. Soc. Powder Metallurgy)*, **69**, 496-502 (2022).
 - 3) “Copolymerization effect on the synthesis of Li₂FeSiO₄/C nanocomposites by chemical solution deposition”
Jeevankumar Padarti, Tarunateja Jupalli, Kenji Imura, Shigeto Hirai, Takahiko Kawaguchi, Naonori Sakamoto, Naoki Wakiya, Hisao Suzuki, Tomoya Ohno, *J. Ceram. Soc. Jpn.*, **130**, 770-774 (2022).
 - 4) “Hybrid amorphous soft magnetic composites with ultrafine FeSiBCr and submicron FeBP particles for MHz frequency power applications”
Wangchang Li, Shipeng Xiao, Wanxia Li, Yao Ying, Jing Yu, Jingwu Zheng, Liang Qiao, Juan Li, Wakiya Naoki, Junke Wu, Shenglei Che, *J. Magn. Magn. Mater.*, **555**, 169365/1-10 (2022).
 - 5) “Preparation and characterization of epitaxially grown YSZ thin films on porous silicon substrates for SOFC applications”
Haruki Zayasu, Takahiko Kawaguchi, Hiroki Nakane, Nobuyoshi Koshida, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, Naonori Sakamoto, Naoki Wakiya, *J. Ceram. Soc. Jpn.*, **130**, 464-470 (2022).

【 国際会議発表件数 】

- 1) Naonori Sakamoto, Yuki Nakano, Takahiko Kawaguchi, Naoki Wakiya, "Evaluation of crystallinity of nanoparticles using high resolution TEM image", ICCCI2022, November 15, 2022, Fujiyoshida

【 国内学会発表件数 】

- 1) M. Arockia Jenisha, S. Koda, T. Kawaguchi, N. Sakamoto, N. Wakiya, "Spontaneous superlattice thin film formation of (La, Sr)CoO₃ by dynamic aurora PLD for thermoelectric application", The 7th International Symposium on Biomedical Engineering (ISBE 2022), 2022 年 11 月 25 日 (オンライン)
 - 2) K. Gunasekaran, Kentaro Zushi, Takahiko Kawaguchi, Naonori Sakamoto, Naoki Wakiya, "CuO thin film deposited on MgO substrate at different temperatures by dynamic aurora pulsed laser deposition method", The 7th International Symposium on Biomedical Engineering (ISBE 2022), 2022 年 11 月 25 日 (オンライン)
 - 3) 飯塚 理乃, 川口 昂彦, 坂元 尚紀, 鈴木 久男, 脇谷 尚樹, “ダイナミックオーロラ PLD 法による薄膜成長時のスピノーダル分解におよぼす基板の影響に関する計算機シミュレーション”, 日本セラミックス協会第 35 回秋季シンポジウム, 2022 年 9 月 14 日 (徳島大)
 - 4) 尾形 薫, 川口 昂彦, 坂元 尚紀, 鈴木 久男, 脇谷 尚樹, “MgAl₂O₄ 基板上にペロブスカイト構造酸化物のエピタキシャル成長を可能とするバッファー層の探索”, 日本セラミックス協会第 35 回秋季シンポジウム, 2022 年 9 月 14 日 (徳島大)
- ・ 他 17 件

【指導学生の受賞】

- ・ 修士課程学生 : 2 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 (1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) Masayuki Okuya, Kosuke Suzuki, Kyosuke Toda, Naoma Konishi, and Kanta, Naito, “Microwave heating to form porous TiO₂ layer on high-haze FTO film for dye-sensitized solar cell” Mater. Sci. Semicond. Process., Vol. 163, 107582 (2023).
- 2) 奥谷昌之, 小西直磨, “マイクロ波加熱を利用した金属酸化物薄膜の形成と色素増感太陽電池への応用” 日本電子材料技術協会会報, Vol. 53, pp.14-19 (2022).
- 3) 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).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 計 5 件

機能性セラミックスのナノ構造と物性

准教授 坂元 尚紀 (SAKAMOTO Naonori)
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: 無機材料科学、電子顕微鏡
e-mail address: sakamoto.naonori@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
修士課程: M2 (2名)、M1 (2名)

【研究目標】

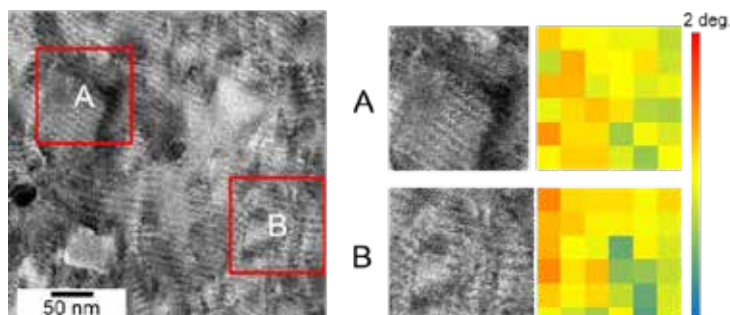
我々は機能性ナノマテリアル(主にセラミックス薄膜)の合成(セラミックスプロセッシング)と構造(結晶構造、微構造、ナノ構造および電子構造)が物性に与える影響の解明を行っている。このうち、脇谷は主に気相法(PLD法)による合成を行っている。主な研究テーマを以下に記す

- (1) 透過型電子顕微鏡によるナノマテリアルの構造解析に関する研究
- (2) 低環境負荷プロセスによる無機ナノ構造の構築と物性に関する研究

【主な研究成果】

(1) 透過型電子顕微鏡によるナノマテリアルの構造解析に関する研究

単結晶基板の結晶方位を反映して成長するエピタキシャル成長は高品質な単結晶としての性質を活用するために重要な手法の一つであるが、作製されるエピタキシャル薄膜中にはある程度の結晶配向度の乱れ(格子揺らぎ)が存在し、この結晶配向度は強誘電体、導電体、超伝導体などの薄膜の物性に大きく影響を与える因子の一つであることが知られている。格子揺らぎは薄膜と基板の界面における格子不整合度や熱膨張係数差に起因して発生し、膜厚の増加とともに変化することが経験的に知られており、一般に厚膜化することにより配向性が向上することが多いが、その詳細は明らかになっていない。従来、エピタキシャル薄膜中の結晶配向度に対して100nm~1 μ mのスケールで評価することはXRDやTEMを使った手法では困難であった。本研究では新たな手法として、STEMモアレ法を利用した解析手法を提案し、測定精度を定量的に調査した。STEMモアレ法では結晶格子縞とSTEM走査線によって形成されるモアレ縞が結晶格子の基板方位からのずれを視覚的に評価できることに着目しこの手法により結晶格子揺らぎを数百nm四方の視野範囲内で評価可能であること、Si基板上のイットリア安定化ジルコニア薄膜の膜厚増加に伴って刃状転位の数が減り、配向度が向上すること、薄膜中の刃状転位密度と格子揺らぎに相関があることなどの新しい知見が得られた。本手法は他の系の薄膜中における格子揺らぎの評価にも適用可能であり、新しい薄膜配向度評価手法としての発展が期待される成果である。今後は本手法を格子不整合度の異なるエピタキシャル膜に適用することで、格子不整合度と格子揺らぎ、薄膜微構造や欠陥構造との関係を明らかにしていきたい。



(左) Si 基板上イットリア安定化ジルコニア(YSZ)エピタキシャル薄膜のSTEMモアレ像(Plan-view)。(右) 転位線密度の低い箇所(A)は転位線密度の高い箇所(B)に比べて結晶格子の揺らぎ角が大きいことが明らかとなった。⁽¹⁾

1) N. Sakamoto, *et al.*, *J. Ceram. Soc. Jpn.*, submitted

(2) 低環境負荷プロセスによる無機ナノ構造の構築と物性に関する研究

近年、層状化合物の水溶液中での処理による単相剥離によって得られるナノシートに関する研究が注目を集めている。ナノシートは厚さ約1~2nm、広さ数 μm オーダーの非常にアスペクト比の高い二次元ナノ構造体であり、ナノシート構造特有の物性が発現することから、新規のナノ物質を創製する技術として注目され、研究が盛んにおこなわれている。ナノシートの応用としては高イオン伝導性、光触媒活性などのほかに、シード層としての活用が期待されている。ナノシートをシード層として基板の上に堆積することにより、従来は単結晶基板を用いることでしか実現できなかった薄膜の配向制御を基板の種類によらず形成可能となることが期待される。今年度の研究では、一般に広く利用されているPt電極薄膜の配向性制御を目的として、ペロブスカイト型ナノシートの白金(Pt)薄膜へのシード層としての効果を調査した。3種類の層状ペロブスカイト化合物からナノシートを剥離、製膜し、これらのナノシートをシード層としてPt薄膜を製膜したところ、比較的Pt{001}配向、Pt{022}配向が促進されることが明らかとなった。このことから、ナノシートとPtの格子不整合度がPt薄膜の結晶成長に大きく影響することが示唆された。このことはナノシートのPt薄膜に対する格子不整合度がPt層の配向性に大きく影響を与えることを示している。今年度の実験条件では白金薄膜の製膜条件に改善の余地があることから、今後は実験装置を改良し、強誘電体薄膜などの分極方位である{001}完全配向を目指してさらに研究を進めていく予定である。

【今後の展開】

セラミックス材料のナノ構造の構築と活用、および物性との関係解明を念頭に、国内外の他機関との共同研究を進展させ、材料科学の発展に貢献したい。

【学術論文・著書】

1) "Preparation and characterization of epitaxially grown yttria-stabilized zirconia thin films on porous silicon substrates for solid oxide fuel cell applications", Haruki Zayasu, Takahiko Kawaguchi, Hiroki Nakane, Nobuyoshi Koshida, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, Naonori Sakamoto and Naoki Wakiya, Journal of the Ceramic Society of Japan, 30 [7] 464-470 2022

【国際会議発表件数】

1) "Evaluation of crystallinity of nanoparticles using high resolution TEM image", Naonori Sakamoto, Yuki Nakano, Takahiko Kawaguchi, Naoki Wakiya, ICCCI2022, 2022.11.15., Highland Resort Hotel & Spa, Yamanashi, Japan

【国内学会発表件数】

1) “STEM モアレによるYSZ/Si エピタキシャル薄膜の配向性評価”、横井 壮太郎、川口 昂彦、脇谷 尚樹、鈴木 久男、坂元 尚紀、日本セラミックス協会第35回秋季シンポジウム、徳島大学常三島キャンパス、2022年9月14日（優秀賞を受賞）

2) “STEM モアレを活用したエピタキシャル薄膜の面内・面外配向度評価”、横井壮太郎、川口昂彦、脇谷尚樹、鈴木久男、坂元尚紀、第42回電子材料研究討論会、東京工業大学すずかけ台キャンパス、2022年11月11日（奨励賞を受賞）

他17件

【新聞報道等】

1) 静岡新聞、中日新聞（2022.6.27）「光の性質テーマに工作 浜松、科学の奥深さ体感」

【指導学生の受賞】

・修士課程学生：4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 (2名)、M1 (1名)
 博士課程：D1 (1名)

【 研究目標 】

我々は、結晶成長技術を基盤とするナノ材料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材料の創製から、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) プリント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。

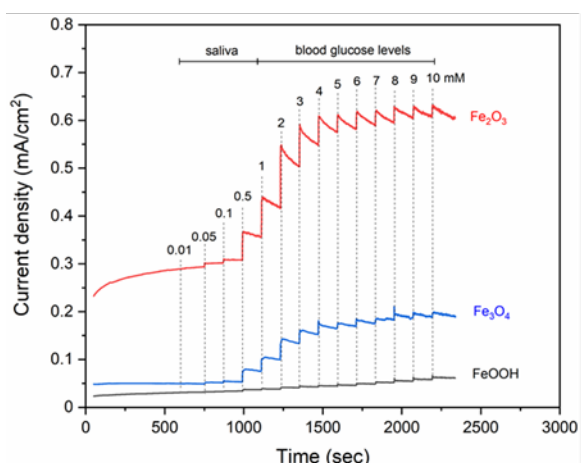


図1. 連続攪拌グルコース滴定による電流応答

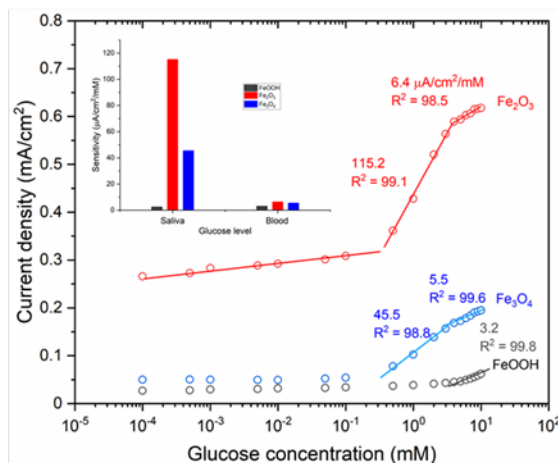
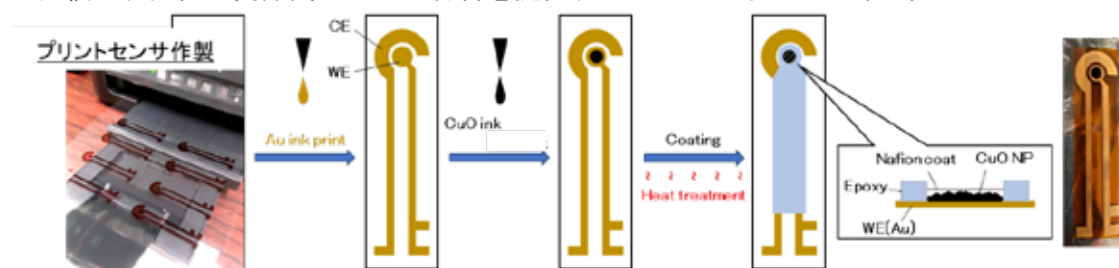


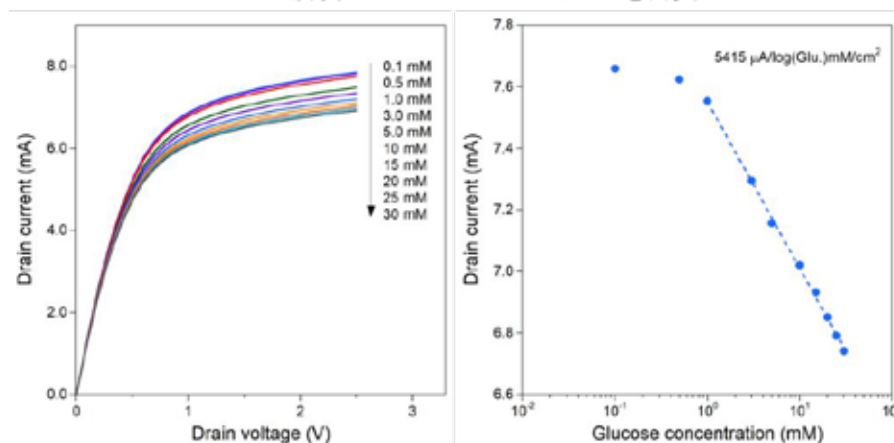
図2. グルコース濃度に対する感度曲線
 内挿図はグルコースレベル別の感度比較

(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。

【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 (1名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

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

種々の添加物との共存下でのキサンタンの性質を明らかにして有効に活用する。

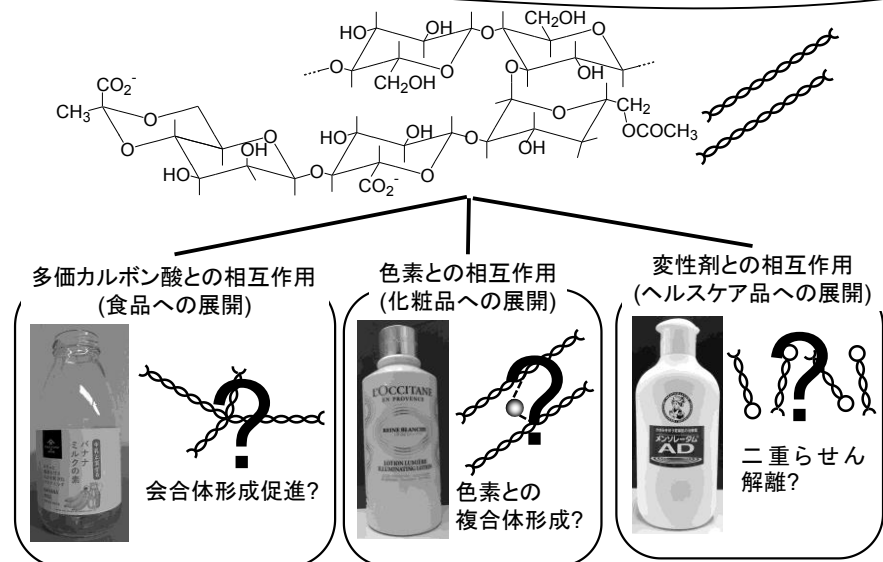


図1 種々の添加物との共存下でのキサンタンの構造変化

再性体を形成することを示した。2022 年度は主に色素との共存下でキサンタンが示す構造変化や、キサンタンが微生物で分解された際の構造変化を調べ、招待講演1件と国内学会で発表を行った。

(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。2022年度にはゲル作製時の冷却条件によるゲルの構造・物性を調べ、国内学会で発表を行った。また、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に関して、学術雑誌に投稿・掲載が受理されている。

(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。2022年度は主に塩基、尿素、界面活性剤などの、水素結合を破壊する低分子を添加した水溶液中における高分子間会合体の構造・物性を調べ、国内学会で発表を行った。

【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。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。

ポリエチルオキサゾリンが形成する会合体は尿素などの水素結合を切断する低分子を加えた溶液に対して、高分子濃度を上げることでゲル化を試みて、高分子間会合体の用途を拡大させられないか検討したい。

【学術論文・著書】

- 1) “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.
- 2) “基礎高分子科学演習編第2版” 松田靖弘 (pp. 20-26), 高分子学会編, 東京化学同人, 2023年1月.

【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15件
- ・“増粘多糖類キサントンのらせんの巻き戻りによる集合状態の変化” 22-1 高分子基礎物性研究会 ○松田 靖弘 オンライン発表 (招待講演) (2022年6月6日)
- ・“微生物により分解されたキサントンの構造と物性の変化” 2022年度繊維学会年次大会 ○高橋佑衣乃, 久野航裕, 新谷政己, 松田靖弘 オンライン発表 (2022年6月9日)
- ・“ポリ乳酸ゲルの作製条件が結晶系とモルフォロジーに及ぼす影響” 第35回 東海支部若手繊維研究会 ○田村海斗, 石間駿一, 松田靖弘 オンライン発表 (2022年12月3日)
- ・“水素結合の変化によるポリエチルオキサゾリンの高分子間会合体の制御” 2022年度高分子基礎物性研究会・高分子計算科学研究会・高分子ナノテクノロジー研究会 合同討論会 ○恵美 皓斗, 小椎尾 謙, 松田 靖弘 オンライン発表 (2022年12月8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 (3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.

Key purposes of our research are single-electron tunneling at practical temperatures and implementation of fundamental band-to-band tunneling mechanisms in nanoscale silicon devices and related structures. For that, experiments that cover nanodevice fabrication and temperature-dependent electrical characterization are combined with first-principles simulations. From different perspectives, we analyze 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) Single-electron tunneling at room temperature via a few-dopant clusters :

Coupling of a few dopants (such as a few phosphorus (P) donors) can allow the formation of QDs with higher tunnel barriers as compared to a single P-donor. We have just reported a breakthrough operation at room temperature by the mechanism of single-electron tunneling (SET) and demonstrated the possibility of clusters of P-donors to work as suitable QDs for such operation (Appl. Phys. Express **15**, 065003 (2022)).

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

We continue to explore the new properties of nanoscale silicon tunnel diodes by fabrication of well-controlled devices and characterization at low temperatures. Basic results have been presented in the 67th JSAP Fall Meeting (Tohoku Univ., 2022.9).

【 今後の展開 】

Further studies of silicon nanodevices (transistors and diodes) in different regimes of concentration are required for exploring new physics. In addition, hybrid devices will be investigated, integrating either carbon nanotubes or other materials.

【 学術論文・著書 】

1) H. Mu, D. Smith, T. Katkus, D. Gailevičius, M. Malinauskas, Y. Nishijima, P. R. Stoddart, D. Ruan, M. Ryu, J. Morikawa, T. Vasiliev, V. Lozovski, D. Moraru, S. H. Ng, and S. Juodkazis, Polarisation Control in Arrays of Microlenses and Gratings: Performance in Visible-IR Spectral Ranges, **Micromachines**, vol.

14, no. 4, pp. 798-1-19 (2023.3).

- 2) P. Yadav, S. Chakraborty, D. Moraru, and A. Samanta, Inelastic Cotunneling in the Coulomb-blockade transport of donor-atom transistors, **Journal of Vacuum Science and Technology B**, vol. 41, no. 1, pp. 012208-1-17 (2023.1).
- 3) P. Yadav, S. Chakraborty, D. Moraru, and A. Samanta, Variable-Barrier Quantum Coulomb Blockade Effect in Nanoscale Transistors, **Nanomaterials**, vol. 12, no. 2, pp. 4437-1-12 (2022.12).
- 4) R. S. Singh, K. Takagi, T. Aoki, J.-H. Moon, Y. Neo, F. Iwata, H. Mimura, and D. Moraru, Precise Deposition of Carbon Nanotube Bundles by Inkjet-Printing on a CMOS-Compatible Platform, **Materials**, vol. 15, no. 14, pp. 4935-1-9 (2022.7).
- 5) T. Teja Jupalli, A. Debnath, G. Prabhudesai, K. Yamaguchi, P. Jeevan Kumar, Y. Ono, and D. Moraru, Room-Temperature Single-Electron Tunneling in Highly-Doped Silicon-on-Insulator Nanoscale Field-Effect Transistors, **Applied Physics Express**, vol. 15, no. 6, pp. 065003-1-4 (2022.5).

【 国際会議発表件数 】

- 1) 7th **International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN)**, R. S. Rohit, H. Kawanishi, T. Kaneko, K. Takagi, T. Aoki, Y. Neo, H. Mimura, M. Shimomura, and D. Moraru, Inkjet-printed Carbon Nanotubes on Silicon Nano-gaps: An Analysis of Electrical Characteristics (virtual, SRM Institute of Science and Technology, Chennai, India) (2023.3).
- 2) 14th **International Conference on Physics of Advanced Materials (ICPAM-14)**, R. S. Singh, K. Takagi, T. Aoki, J. Moon, Y. Neo, F. Iwata, H. Mimura, and D. Moraru, Deposition and manipulation of carbon nanotube bundles on a CMOS-compatible platform (virtual/on-site, Dubrovnik, Croatia) (2022.9).
- 3) **IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop (SNW 2022)**, R. S. Singh, K. Takagi, T. Aoki, J. H. Moon, Y. Neo, F. Iwata, H. Mimura, and D. Moraru, Evaluation of Deposition and Characterization of Low-Density Carbon Nanotube Networks on CMOS-compatible Platform (virtual, Honolulu, USA) (2022.6).
- 4) **IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop (SNW 2022)**, T. Kaneko, T. T. Jupalli, and D. Moraru, Evaluation of Single-Electron Tunneling Operation in High-Concentration Codoped Si Nano-Transistors (virtual, Honolulu, USA) (2022.6).

計 13 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 第 83 回応用物理秋季学術講演会 etc.

計 3 件

【 招待講演件数 】

- 1) **Plenary Talk: 14th International Conference on Physics of Advanced Materials (ICPAM-14)**, D. Moraru, Single-charge tunneling functionalities in co-doped silicon nanostructures for dopant-based electronics (virtual/on-site, Dubrovnik, Croatia) (2022.9).
- 2) **Invited Talk: 29th International Conference on Amorphous and Nanocrystalline Semiconductors (ICANS-29)**, D. Moraru and T. T. Jupalli, Transport of electrons one by one through dopants in thin-Si devices (virtual/on-site, Nanjing, China) (2022.8).

計 4 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 D3)

修士課程：M2 (1名)、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) ペプチドC末端構造の合成後期変換法の開発
- (2) ペプチドヒドラジドの新規合成法の開発
- (3) キャッチ&リリースによるペプチド精製法の開発
- (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) 合成化学を基盤とする高機能酵素の創製

【 主な研究成果 】

(1) ペプチドC末端構造の合成後期変換法の開発

糖尿病治療薬であるインスリンに代表されるペプチド医薬品は、ごく微量で強力な薬理活性を示すために広く利用されてきた。とくに近年は、低分子医薬、抗体医薬に続く新しいモダリティとして中分子医薬が注目されていることも相まって、ペプチド医薬開発を加速する手法が求められている。シードペプチドの活性や動態の改善を目指したペプチドライブラリを構築する際、末端構造の誘導体化はデファクトスタンダードである。ペプチド合成終盤に修飾可能なN末端の誘導体化は容易である一方で、C末端誘導体は合成序盤に構造多様化の分岐点が存在するため同一ペプチド配列で異なるC末端構造を持つペプチドを得るには、異なる固相担体を用いてそれぞれ独立に合成する必要があった。

合成経路の終盤、すなわちペプチド鎖構築後に修飾・誘導体化できれば、同一ペプチド配列の多数の類縁体に直接アクセス可能となる。すなわち、C末端誘導体にアクセスするにはペプチド鎖構築後に利用可能なC末端選択的分子変換法の開発が求められる。そこで今回は、ペプチドC末端構造の合成後期多様化を目指し、無保護ペプチドヒドラジドを鍵中間体とする分子変換に取り組んだ。

種々条件検討の結果、ヒドラジドからカルボン酸誘導体およびアミド誘導体に変換可能な最適反応条件を特定した。抗菌ペプチドの一つである modelin-5 誘導体の合成に本手法を適用し、カルボン酸体とアミド体を共通前駆体のヒドラジドから合成した。前駆体を含めた3種類のペプチドの大腸菌 W3110 株に対する抗菌活性を評価したところ、アミド体がカルボン酸体よりも高い抗菌活性を示し既知の結果を再現した。一方、ヒドラジドはアミド体よりもさらに高い抗菌活性を示すことが明らかとなった。

(2) ペプチドヒドラジドの新規合成法の開発

ペプチドヒドラジドは容易に合成可能で、かつ高い化学選択性を示すことからタンパク質化学合成における重要中間体として汎用されている。しかし、HPLC による反応追跡や精製時にしばしばピークテーリングが起こることが問題となる。これまでのペプチドヒドラジドを用いる研究結果を精査する中で、アルキルヒドラジドは対応するフリーヒドラジドと比較してピークテーリングが低減されていることを見出した。これまでのペプチドヒドラジド合成はフリーヒドラジドを直接合成するものだったことから、アルキルヒドラジドとして合成することができればその後の HPLC を用いた取り扱いが容易になると着想した。

新たなペプチドヒドラジド合成用リンカーとしてジアルコキシベンジル型リンカーを設計した。このリンカーは最終脱保護条件を選ぶことで、フリーヒドラジドとアルキルヒドラジドを作り分けることが可能だった。また、合成したアルキルヒドラジドはフリー体と比較して良好なピーク形状を示した。

【 今後の展開 】

ヒドラジド化による modelin-5 誘導体の抗菌活性向上の分子機構解明を目指す。また、新規ペプチドヒドラジド合成用リンカーを生理活性タンパク質合成に適用する。さらに、その他のヒドラジド化学を基盤するペプチド・タンパク質合成手法に関する研究も引き続き推進し、これら手法の有用タンパク質プローブ開発への展開を通してペプチド・タンパク質科学に貢献する。

【 学術論文・著書 】

- 1) K. Sato, J. Ueda, T. Kon, Y. Nakamura, J. Fujimoto, T. Narumi, K. Takeda, N. Mase, “Microwave flow chemistry: Single-mode system for kg-scale organic synthesis”, 2022 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC), 22511901 (2023).
- 2) S. Tanaka, T. Narumi, N. Mase, K. Sato, “Hydrazide-mediated solubilizing strategy for poorly soluble peptides using a dialkoxybenzaldehyde linker” Chemical and Pharmaceutical Bulletin, 70, 707–715 (2022).
- 3) K. W. Wong, S. S. Teh, K. P. Law, I. S. Ismail, K. Sato, N. Mase, S. H. Mah, “Synthesis of Benzylated Amine-Substituted Xanthone Derivatives and Their Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities”, Archiv der Pharmazie, 356, 2200418 (2022).
- 4) T. Matsuzaki, D. Terutsuki, S. Sato, K. Ikarashi, K. Sato, H. Mitsuno, R. Okumura, Y. Yoshimura, S. Usami, Y. Mori, M. Fujii, S. Takemi, S. Nakabayashi, H. Y. Yoshikawa, R. Kanzaki “Low Surface Potential with Glycoconjugates Determines Insect Cell Adhesion at Room Temperature” The Journal of Physical Chemistry Letters, 13, 9494–9500 (2022).
- 5) R. Takeuchi, K. Ogihara, J. Fujimoto, K. Sato, N. Mase, K. Yoshimura, S. Harada, T. Narumi “Design, synthesis, and bio-evaluation of novel triterpenoid derivatives as anti-HIV-1 compounds” Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 69, 128768 (2022).

【 国内学会発表件数 】

・ 第 59 回ペプチド討論会、日本化学会第 103 春季年会など 19 件

【 招待講演件数 】

- 1) 大阪大学蛋白質研究所セミナー～蛋白質に挑戦する化学～ (2023. 3. 2)

【 受賞・表彰 】

- 1) 田中晶子 (D3)、第 54 回若手ペプチド夏の勉強会 ポスター発表部門優秀賞 (2022. 8. 8) 「ヒドラジドを共通中間体とするペプチドカルボン酸及びペプチドアミドの合成」

(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は徐々に回復の途上にあるものの、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の国々が具体化・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一方で、ドイツに見られる様に再生利用エネルギーを社会の主エネルギーとする社会構築への挑戦も続いているものの、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。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。そのような中で、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、『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 先導研究プログラム 未踏チャレンジ2050、R1 年～R5 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『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』(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、H30 年度～R4 年度)、がベテランおよび若手教員により進められており、これらの成果を広く世界と地域に還元し、イノベーションの創出を目指すものである。

2. 教員名と主なテーマ

- ・ 二又 裕之：微生物生態系の原理解明とエネルギー生産
- ・ 大岩 孝彰：精密な機械の実現を目指して
- ・ 桑原不二朗：多孔質体理論を用いた熱及び物質移動
- ・ 孔 昌一：超臨界流体物性測定およびナノ炭素材料の創製
- ・ 真田 俊之：分散性混相流の微細構造解明と産業応用
- ・ 島村 佳伸：先進複合材料の強度と破壊、金属疲労
- ・ 野口 敏彦：先進的な回転電気機械と電力変換に関する研究開発
- ・ 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
- ・ モベディ モクタダ：Heat transfer enhancement and thermal energy storage

- ・朝間 淳一：モータ工学に関する研究
- ・岡島いづみ：亜臨界・超臨界流体利用技術の開発
- ・菊池 将一：表面改質を用いた多機能金属材料の開発
- ・藤井 朋之：先進材料の開発とその強度と破壊
- ・本澤 政明：機能性流体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
- ・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 65 件以上、国内学会発表 175 件以上を発表した。また論文数 88 編以上を発表した。研究代表として科研費基盤 A を 1 件、基盤 B を 4 件、基盤 C を 6 件、挑戦的開拓を 1 件、挑戦的萌芽を 3 件、JST さきがけ 1 件、企業との共同研究 33 件以上、また大型の研究費である NEDO から 2 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 63,600 千円、それ以外の獲得研究費は約 1,233,000 千円(研究期間総額として)である。

招待講演(合計 11 件以上)

- ・国際会議招待講演2件(島村佳伸)
- ・本澤政明, 粘弾性流体・磁気機能性流体の流体機能と新たな応用への展開, 日本機械学会第 5 回機能性流体工学研究会, 仙台, (2022-8) (本澤政明)
- ・蓄電性バイオミネラルから見た微生物生態系とは由井嵐、林稜也、安池一貴、窪野一郎小暮敏博、田代陽介、二又裕之 日本微生物生態学会 2022 年 11 月 1 日(北海道札幌市 札幌コンベンションセンター)(二又裕之)
- ・Invited talk:Tomoyuki Fujii, Mechanical properties of Ti-based composites and FGMs fabricated via spark plasma sintering, 3rd International Conference on Nanomaterials and Advanced Composites (NAC 2022), 2022. (藤井朋之)
- ・受賞記念講演, 藤井朋之, パルス通電加圧焼結の緻密化プロセスの解明と新奇生体材料の創製 (Elucidation of densification process of pulsed electric current sintering and development of novel biomaterials), 第 24 回高柳健次郎記念シンポジウム, 浜松市, 2022. (藤井朋之)
- ・真田俊之, 音波照射による細管からの気体排出現象, 化学工学会第 53 回秋季大会. (真田俊之)
- ・T. Sanada, Nodule Deformation of PVA Roller Brushes on a Rotating Plate and its Relation to Cross Contamination, 37th Cleaning Technology Symposium, Korea. (真田俊之)
- ・菊池将一、微粒子ピーニングを利用した“加熱しない”窒化プロセス、日本溶射学会 第2回合同支部講演会、オンライン、2022 年 9 月 2 日。(菊池将一)
- ・菊池将一、高輝度放射光を用いた周期構造制御金属のマルチスケール損傷計測、静岡大学ナノマテリアル応用研究会(Nano-MAP) 第 20 回委員会、浜松市、2022 年 12 月 15 日。(菊池将一)
- ・2022 年度 先端精密技術研究会基調講演会(野口 敏彦)
- ・第 42 回 2022 モータ技術シンポジウム(野口 敏彦)

報道

- ・多様な電動機器 開発へ 連携協定 飯豊町と静岡大研究所(野口敏彦)

(2) 国際連携

- ・日本学術振興会 二国間共同研究 インドとの共同研究(二又裕之)

(3) 受賞 下記を含む合計22件以上

- ・2022年電気学会産業応用部門優秀論文発表賞 松浦 皓平(野口 敏彦)
- ・2022年電気学会産業応用部門優秀論文発表賞 山田 幹太(野口 敏彦)
- ・生物工学会中部支部例会 優秀発表賞 本荘雅宏、鈴木研志、斎藤保久、武田和宏、木村元彦、石澤秀紘、田代陽介、二又裕之 複合系の好適制御のために: Dry & Wet 解析から見えてきた三菌株の安定的共存系の仕組み 2022年9月22日 愛知県名古屋市(名古屋大学)(二又裕之)
- ・日本機械学会フェロー賞(松本悠汰)、Best Presentation Award(中野幸佑)、(真田俊之)
- ・岡本晃太, 令和4年度, 日本設計工学会武藤栄次郎賞. (松井信)
- ・藤田佳佑, 中澤謙太, 藤原弘, 菊池将一, 令和4年度日本材料学会疲労部門委員会論文賞(菊池将一)
- ・化学工学会第53回秋季大会 超臨界流体部会シンポジウム学生賞、“亜臨界水によるナイロン6のモノマー化”藤井美月(修士2年)2022年9月14-16日(岡島いづみ)

4. 今後の展開

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

微生物生態系の原理解明とエネルギー生産

教授 二又 裕之 (FUTAMATA Hiroyuki)
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: グリーン科学技術研究所
グリーンエネルギー研究部門)
専門分野: 環境微生物生態工学
e-mail address: futamata.hiroyuki@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://cheme.eng.shizuoka.ac.jp/wordpress/futamatalab/>



【 研究室組織 】

教 員: 二又 裕之
博士課程: 本莊 雅宏 (創造科技院 D3)
修士課程: M2 (2名)、M1 (3名)
学 部 生: B4 (4名)

【 研究目標 】

研究目標は以下の通りである。

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

【 主な研究成果 】

(1) 微生物の細胞内外への電子授受機構の理解とエネルギー生産への応用

硫酸還元細菌 (SRB) は嫌気環境下の代表的な微生物であり、地球規模の炭素・硫黄循環に寄与し金属腐食の原因微生物でもある。そのため、本微生物代謝を理解することは生態学的・工学的に重要である。近年、SRB の細胞外電子伝達 (EET) 能が報告されているが、詳細な機構は未だ不明である。これまでに我々は、汽水湖底泥から *Cupidesulfovibrio* sp. HK-II 株を分離し、ポジティブ電位 (0 V [vs. SHE] より正) において EET 可能であることを見出してきた。本研究では、HK-II 株のより詳細な EET 機構解明を目的とし諸々の解析を実施した。RNA-seq 解析の結果、硫酸還元条件を対照として EET 条件 (アノード電位 +0.2 および +0.4 [V vs. SHE]) 下では特に 3 種の *pilA* の極高転写が確認された。機能的系統解析の結果、HK-II 株の *PilA* は導電性のある *Geobacter* の *PilA*、一般的な T4aP および T2SS とは異なっていた。また、*PilA* 配列を基に AlphaFold2 による構造予測を行った結果、*Geobacter* の *PilA* とは異なる構造を示した。以上の結果は、HK-II 株は新規の導電性線毛を介して EET を可能とし、SRB が一般的な嫌気環境下において導電性物質を用いた生存戦略を進化させてきたことを示唆している。

微生物の物質変換能力の向上と制御はバイオテクノロジーの進展に必須である。近年様々な導電性物質による嫌気条件下での物質変換能力の向上が報告されているが、根幹たる微生物と導電性物質の関係性は依然不明である。そこで本研究では硫酸還元細菌 *Cupidesulfovibrio* sp. HK-II 株により生成される蓄電性鉱物 (RBM) を用い、嫌気微生物生態系への影響を評価した。汽水湖底泥を接種源、乳酸および RBM を添加した系 (RBM 系) および RBM 無添加系 (Control 系) を構築し、経時的に有機酸、水素およびメタンを測定した。数十世代にわたり継代回分培養を行った結果、両培養系とも乳酸分解に伴いプロピオン酸と酢酸が蓄積した。さらに生成された酢酸の消費に伴うメタン生成が確認され、Control 系と比較し RBM 系の酢酸消費、メタン生成速度は 2.1 ± 0.41 倍であった。CTC を添加し蛍光顕微鏡観察を行った結果、RBM 上で微生物の呼吸活性が確認された。アンプリコンシーケンス解析の結果、両培養系の群集構造は異なり、RBM 系の群集構造の形成には *Acetobacterium* 属および *Metanosaeta* 属の寄与が示唆された。さらに *Metanosaeta* 属と同調的増加を示す微生物が複数種見出され、RBM 上で複数の微生物種による電気共生系の形成に基づく嫌気代謝の向上が示唆された。

(2) 微生物生態系の形成機構の解明とリデザインに向けた挑戦

本研究では、地球規模での物質循環から環境浄化・ヒトの健康に至るまで、様々な領域で関与している微生物生態系の制御を最終目的とし、その形成メカニズムの解明を目的としている。自然界における微生物生態系は、多種多様な微生物が相互に作用しつつ構成されており、また、それ故に形成メカニズムを直接的に取り扱うことは現時点において極めて困難である。その為本研究では、3種類の微生物を混合し人工モデル微生物生態系を構築し、その形成メカニズムの解明を目指した。数理的解析では、ロトカ・ヴォルテラ方程式を基に三菌株の共存可能性を検討した。相互作用が存在しない場合のシミュレーションでは最も競争力の強い菌株の単独優占化が示され競争排除則に一致した。次に、相互作用を組み込んだシミュレーションを行った。各菌株培養上清が他菌株の増殖に及ぼす影響を実験的に評価することで各相互作用を決定し、各値をランダムに設定するモンテカルロシミュレーションを行った。その結果、シミュレーションの約5割で共存が成立し、近接した共存解であっても相互作用は多様であり、相互作用の変化に依存した菌数の変化が示唆された。

合成微生物群集における相互作用の解析では、三菌株の混合培養系より培養上清を回収し各菌株の比増殖速度へ及ぼす影響を評価した。その結果、三菌株混合培養系において時間経過に伴う微生物間相互作用の変化が観察された。そこで、相互作用を加味した各菌株の競争力 (J_i 値) を計算した。理論的には共存の成立時、各菌株の J_i 値が一致すべきにも関わらず、混合培養系では各菌株が異なる値を示した。ここで興味深いことに、混合培養系では経時的に各菌株の J_i 値が相互作用に依存した変化を示し、時間経過に伴う競争に有利な菌株の入れ替わりが見られた。これは、混合培養系における経時的な競争関係の変化を示唆しており、この変化による三菌株の共存が推測された。これら数理的解析および合成微生物群集における相互作用解析から、合成微生物群集における相互作用の変化が示された。本研究より、複合微生物群集における競合微生物の共存には、微生物間相互作用の変化に基づく競争関係の変化が重要であると考えられる。

【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】 下記1編

1) Masaya Hayakawa, Maho Tokuda, Kensei Kaneko, Koichiro Nakamichi, Yukie Yamamoto, Tatsuya Kamijo, Honoka Umeki, Ryo Yamada, Mitsuya Mori, Kosuke Yanagiya, Ryota Moriuchi, Masahiro Yuki, Hideo Dohra, Hiroyuki Futamata, Moriya Ohkuma, Kazuhide Kimbara, Masaki Shintani. 2022. A long time unnoticed-self-transmissible plasmids widely distributed among different environments in Japan. Appl. Environ. Microbiol. aem.01114-22

【 国内学会発表 】

- ・招待講演：5件
- ・学会発表：日本微生物生態学会など29件

【 受賞・表彰 】 下記を含む5件

1. 生物工学会中部支部例会 優秀発表賞 本荘雅宏、鈴木研志、斎藤保久、武田和宏、木村元彦、石澤秀紘、田代陽介、二又裕之 複合系の好適制御のために：Dry & Wet 解析から見えてきた三菌株の安定的共存系の仕組み 2022年9月22日 愛知県名古屋市（名古屋大学）

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
e-mail: oiwa@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://ars.eng.shizuoka.ac.jp/~oiwa/>



【 研究室組織 】

教 員: 大岩孝彰
博士課程: 1名 (創造科技院)
修士課程: M2 (1名, 内 ABP 1名), M1 (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: $10^{-7} \sim 10^{-9}$ (ナノ)] で加工や計測を行うための手法は開発途上にある。このように精密な加工機や測定機を実現するためには、正確に運動し高剛性なメカニズムが必要となるが、現実には機械要素の運動誤差や内・外乱 (力・振動・熱) などのために、運動精度の向上は非常に困難である。本研究室では、アッペの原理に代表される精密機械の基本原則を遵守しつつ適切な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適用し、キャリブレーション(校正)に関する研究、ジョイントとリンクの運動誤差&熱的伸縮の補正、およびフレーム部の弾性変形と熱的変形の補正などに関する研究を行っている。

(3) 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(科研費 基盤C一般)。

(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) 大岩孝彰, 青山京太郎, 朝間淳一: 変位縮小機構と電磁アクチュエータを用いた高速・高分解能インチワーム, 日本機械学会論文集, Vol. 88, No. 911, 2022. [DOI: 10.1299/transjsme.22-00040]

【 解説・特集等 】

- 1) 大岩孝彰：パラレルメカニズムを用いた小形三次元座標測定機，精密工学会誌，88 巻 9 号 (2022. 9) pp. 663-667.
- 2) 大岩孝彰：特集「精密位置決め技術の最新動向と位置決め機器の設計活用法」Part1：最新の精密位置決め技術 総論 精密位置決め技術の動向と基礎技術，機械設計，日刊工業新聞社，66 巻 10 号 (2022. 9) pp. 8-12.

【 受賞・表彰 】

- ・精密工学会フェロー認定 (2023 年 3 月 15 日)

【 その他 】

- ・科研費 基盤C 研究代表者 継続 1 件
- ・企業との共同研究 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実に関する研究
- (3) 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) 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。

【 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

兼担・教授 孔 昌一 (KONG Chang Yi)
 環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 工学部 化学バイオ工学科及び、
 大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)
 専門分野: 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

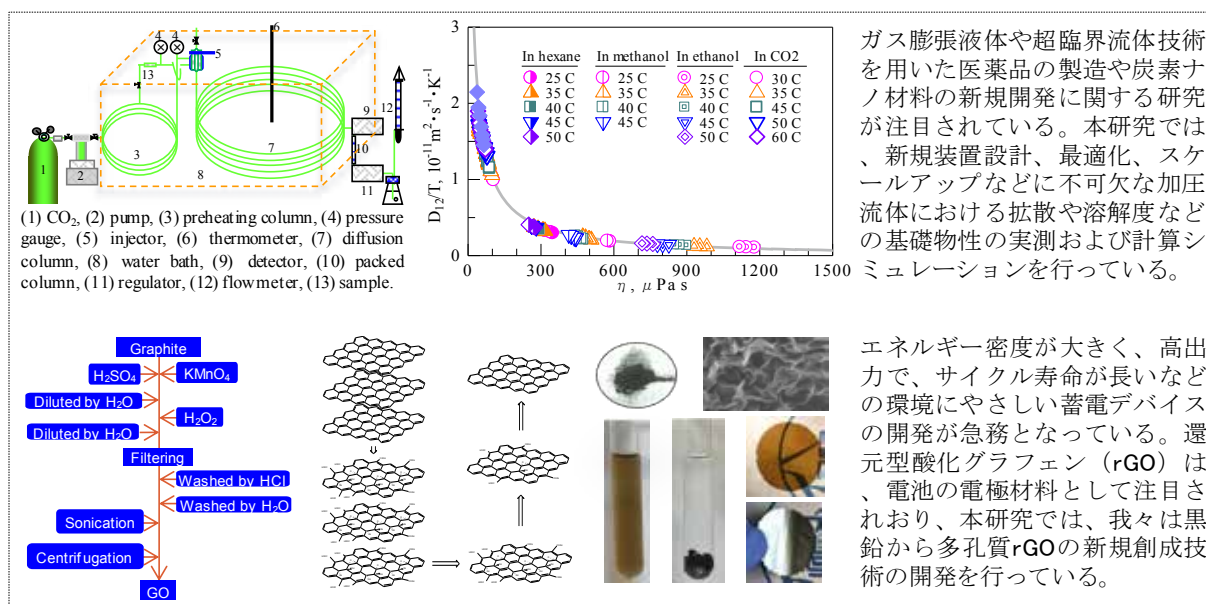
博士課程: FANFBO YAO (創造科技院 D2)、GUOXIAO CAI (創造科技院 D2)、

修士課程: 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・臨界圧力を越えた流体は、超臨界流体であり、有害な有機溶媒や溶媒性能が物足りない有機媒体の代わりとして期待され、その応用分野は近年急速に広がりつつある。本研究室では、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 GIR 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。そして、環境に優しいマイクロ波や亜臨界水熱処理法を用い、多孔質還元型酸化グラフェンの創成技術の開発に成功した。

【 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) Extraction of Rice Bran Oil Using CO₂-Expanded Hexane in the Two-Phase Region, I. Okajima, K. Ito, Y. Aoki, C.Y. Kong, T. Sako, *Energies*, 15, 2594, 2022.
- 2) Determination of diffusivities of triolein in pressurized liquids and in supercritical CO₂, G. Cai, W. Katsumata, I. Okajima, T. Sako, T. Funazukuri, C.Y. Kong, *Journal of Molecular Liquids* 354, 118860, 2022.
- 3) Measurements and correlation of infinite dilution binary diffusion coefficients for Cr (acac)₃ in high temperature supercritical carbon dioxide, M. Yamamoto, N. Onodera, J. Sakabe, C.Y. Kong, T. Funazukuri, *Fluid Phase Equilibria*, 560, 113502, 2022.
- 4) Measurements of binary diffusion coefficient for platinum (II) acetylacetonate in high temperature supercritical carbon dioxide by the chromatographic impulse response method, E. Iwata, N. Onodera, J. Sakabe, C.Y. Kong, T. Funazukuri, *The Journal of Supercritical Fluids* 190, 105736, 2022.
- 5) A multi-functional Ru Mo bimetallic catalyst for ultra-efficient C₃ alcohols production from liquid phase hydrogenolysis of glycerol, G. Cai, W. Xiong, S. Zhou, P. Liu, Y. Lv, F. Hao, H. Luo, C.Y. Kong, *Chinese Journal of Chemical Engineering* 51, 199, 2022.

【 特許 】

- ・特願：2022-186366（出願日：2022年11月22日）、還元型酸化グラフェン及びその製造方法、孔昌一、ヤオ ファンボ（整理番号：22028KU104）。

【 国際会議発表件数 】 他 1 件

- 1) G. Cai, K. Harasaki, S. Sugiura, T. Sako, T. Funazukuri, C. Y. Kong, Densities of pressurized ethanol by MD simulation, 7th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN 7th, Virtual Conference), March 27-29, 2023 (CL59).

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 D3)、笠井 雄真 (創造科技院 D3)
修士課程: M2 (4名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

気泡や液滴の詳細挙動といった混相流の微細構造を解明し、産業への応用を目標としている。応用分野として、化学プラントや蒸気発電プラントが挙げられる。また基礎研究を行うだけでなく、これらの研究で培った知見を活かして、様々な実用的な流体工学問題に取り組む。さらに流体の物理的作用を積極的に使用し洗浄液無しの技術の確立に向けた基礎研究と実際の洗浄工程への応用に挑戦する。主に次の研究テーマに取り組んでいる。

- (1) 複数気泡挙動、気泡境界層のモデリング
- (2) 高速噴霧群による形成液膜構造の解明
- (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) 液膜厚さや圧力測定法の開発

【 主な研究成果 】

(1) 音波照射による先端の封じられた細管からの気体排出

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、その際の気体排出メカニズムについて調査した。その結果、音波によって気柱が分裂すること、その後分裂した入り口付近の気泡の振動が他の気泡の移動を誘起すること、さらに、合体時のキャピラリー波の伝播が排出に重要な役割を果たしていることを明らかにした。

(2) 光導波路を用いた混相流計測技術開発

フィルム型やファイバー型の光導波路を用いて、混相流計測の技術開発を行った。フィルム型光導波路では、液滴の衝突や蒸発試験を行い、非常に高速な現象である液滴衝突や時間スケールの長い液滴蒸発現象を、非常に高精度で計測可能なことを示した。またファイバー型光導波路を用いて液膜計測に挑戦し、二流体噴霧直下などの複雑な状況での測定を実現した。その結果、二流体ジェットでは、照射直下では比較的厚い液膜が、また遠方ではより薄い液膜が形成されていることを明らかにした。さらに、ファイバー型光導波路の先端形状を工夫することで、非常に測定が困難な圧力についても、より感度よく測定できる可能性を示した。

(3) 相対運動を行う PVA ブラシのジュールの接触軌跡解析

クロスコンタミネーションの現象解明のため、ブラシノジュールの変形挙動を接触画像および横からの撮影にて詳細観察した。さらにウエハー上のブラシ接触状況を示す接触マップを製作した。その結果、ブラシ/ウエハーの相対速度が負でかつ半径の大きな領域で、ブラシが単に押し付けられるようなスタンプ状の接触が発生することが分かった。さらに相対速度が負の領域であっても接触の初期はスタンプと同等であることがわかり、これらの領域は再汚染の領域と酷似していた。さらに実際の軌跡は幾何学計算により算出した軌跡よりも小さくなった。洗浄の際にはこれらの領域を防ぐような回転数の設定が望ましいことを提案した。

【 今後の展開 】

流体力学的な作用と化学的作用をより効率的に使用できる洗浄技術開発を行う。二流体ジェット法で形成した液膜や特殊な高分子ブラシがスクラブする際の表面での液体の攪拌効果について検討する。引き続き光計測を行うベースとして、計算流体力学の知見を加える。また CFD 計算を用いて、浄水器の設計をより短期間で行うなど、様々なテーマを遂行する予定である。

【 学術論文・著書 】

- 1) Y. Miyachi, H. Furuichi, T. Sanada, Y. Mizushima, Multipoint gas-liquid phase detection method based on a thin-film optical waveguide, *Review of Scientific Instruments*, Vol. 93 (6), 065107 (2022).
- 2) R. Adachi, K. Kobayashi, H. Fujii, T. Sanada, M. Watanabe, Wetting failure in the early stage of water drop impact on a smooth solid surface, *Physics of Fluids*, Vol. 34 (6), 062116 (2022).
- 3) M. Kurashita, A. Fukunaga, T. Sanada, C. Takatoh, Evaluation of friction characteristics between PVA sponge and solid materials using surface free energy measurements, *Japanese Journal of Applied Physics* 61 (SJ), SJ1009 (2022).
- 4) Y. Jinbo, Y. Mizushima, T. Sanada, Three-dimensional Numerical Simulation of Liquid Film Formation and the Distribution of Cleaning Solutions on a Rotating Disk, *Journal of Photopolymer Science and Technology*, Vol. 35 (4), 359-364 (2022).
- 5) S. Suzuki, Y. Mizushima, S. Hamada, R. Koshino, A. Fukunaga, T. Sanada, Nodule contact path of polyvinyl acetal roller brushes on a rotating plate and its relation to cross contamination, *Microelectronic Engineering*, Vol. 269, 111917 (2023).
- 6) 松本悠汰, 水嶋祐基, 真田俊之, 液体中での音波照射による閉端孔内に存在する複数気柱の排出, 混相流, Vol. 37 (1), 103-109 (2023).
- 7) Y. Kasai, Y. Jinbo, H. Kamikawa, T. Sanada, CFD Modeling of Adsorption Rate Prediction for Granular Activated Carbon Packed Bed, *Journal of Chemical Engineering of Japan*, Vol. 56 (1) 2172980 (2023).
- 8) H. Furuichi, K. Katono, Y. Mizushima, T. Sanada, The Effects of Curved Gas-Liquid Interface on Light Reflectance Liquid Film Measurement for an Optical Waveguide Film, *Nuclear Science and Engineering*, 1-11 (2023).

【 国際会議発表件数 】

- 1) T. Sanada, Gas Removal from Closed-End Small Holes using Pressure Fluctuation, 1st European-American-Japanese Two-Phase Flow Group Meeting, October 23-27, 2022, France
他 6 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 20 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を繊維基材に用いた複合材料の創製に関する研究
- (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の細径化と熱処理がそのカーボンナノチューブ単体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を繊維基材に用いた複合材料の創製に関する研究

湿式紡績で製造可能なセルロースナノファイバー系を繊維強化プラスチックの繊維基材として用いる方法についての検討を実施した。

(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やセルロースナノファイバーといったナノ繊維を強化材とし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、ナノ繊維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) Nucleation of Stress Corrosion Cracking in Aluminum Alloy 6061 in Sodium Chloride Solution: Mechanical and Microstructural Aspects, Tomoyuki Fujii, Tatsuro Sawada, Yoshinobu Shimamura, Journal of Alloys and Compounds, 938(25), 168583 (2023)
- 2) 焼結スパーサー法によるポラス鋼の作製とその機械的性質, 藤井朋之, 齋藤嵩, 島村佳伸, 材料, 71(12), 969-975 (2022)
- 3) 高強度鋼の超高サイクルねじり疲労強度に及ぼす平均ねじり応力の影響, 島村佳伸, 林佑亮, 杵淵雅男, 種子島亮太, 杉谷和哉, 三大寺悠介, 藤井朋之, 菊池将一, 東郷敬一郎, 材料, 71(12)
- 4) Effect of Annealing and Diameter on Tensile Property of Spinnable Carbon Nanotube and Unidirectional Carbon Nanotube Reinforced Epoxy Composite, Naoki Tokumitsu, Yoshinobu Shimamura, Tomoyuki Fujii, Yoku Inoue, Journal of Composites Science, 6(12), 389 (2022)
- 5) Micromechanical Approach to Predict Mechanical Properties of Particulate-dispersed Composites with Dissimilar Interfacial Phases, Tomoyuki Fujii, Keiichiro Tohgo, Takahiro Omi, Yoshinobu Shimamura, Journal of Composites Science, 6(12), 356 (2022)
- 6) Strain Concentration of Double-edge Hole Ductile Composites in the Full Range of Deformation by Digital Image Correlation, Sanjay Kumar, Chang-Mou Wu, Po-Chun Lin, Jieng-Chiang Chen, Yoshinobu Shimamura, Express Polymer Letters, 16(10), 1038-1051 (2022)
- 7) Accelerated Axial Fatigue Testing of CFRP Quasi-isotropic Laminate by Using Ultrasonic Fatigue Testing Machine (Letter to the Editor), Yoshinobu Shimamura, Takuya Hayashi, Tomoyuki Fujii and Keiichiro Tohgo, Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures, 45(8), 2421-2424 (2022)
- 8) Standardization of an Ultrasonic Fatigue Testing Method in Japan (Technical note), Yoshiyuki Furuya, Yoshinobu Shimamura, Masahiro Takanashi, Takeshi Ogawa, Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures, 45(8), 2415-2420 (2022)
- 9) Uniform Porous and Functionally Graded Porous Titanium Fabricated via Space Holder Technique with Spark Plasma Sintering for Biomedical Applications, Tomoyuki Fujii, Ryo Murakami, Naoto Kobayashi, Keiichiro Tohgo, Yoshinobu Shimamura, Advanced Powder Technology, 33(6), 103598 (2022)

【 国際会議発表件数 】

- 1) Effect of Cellulose Nanofiber Concentration of Hydrogel and Diameter of Injection Nozzle on Processability of Cellulose Nanofiber Yarn by Wet Spinning, Yoshinobu Shimamura, Hiroki Kondo and Tomoyuki Fujii, The 3rd International Conference on Nanomaterials and Advanced Composites (NAC 2022), (2022), Tokushima, Japan (Invited)
- 2) Density and Tensile Property of Cellulose Nanofiber Yarn Produced by Wet-Spinning, Yoshinobu Shimamura, Hiroki Kondo, Tomoyuki Fujii, Keiichiro Tohgo, The 11th International Conference on Green Composites (ICGC-11), (2022), Changwon, Korea (Invited)

ほか4件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本材料学会 4 件
- ・ 日本機械学会 2 件
- ・ 強化プラスチック協会 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: 工学部機械工学科および
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

修士課程: M2 (2名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

塑性加工における精密な数値解析のための、材料挙動の精密な評価、損傷・破壊を考慮した解析手法の確立、工具損傷の実験的検出・予知技術の確立を目指している。また、各種塑性加工用潤滑剤の潤滑性能評価手法についての研究を行っている。

- (1) 異方損傷モデルによる冷間鍛造における延性破壊の予測手法の開発
- (2) 難加工材の温・冷間鍛造におけるトライボロジー評価
- (3) 箔材のせん断加工における工具の摩耗進行状況の評価

【 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) 難加工材の温・冷間鍛造におけるトライボロジー評価

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。

(3) 箔材のせん断加工における工具の摩耗進行状況の評価

鉄系アモルファスならびにフェライト系ステンレスの極薄板材の連続打抜き加工時の工具摩耗の進行を調査した。工具の摩耗進行曲線を、加工工程の物理的プロセスパラメーターを引数とする関数で表現することを試みた。

【 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) K. Yoshida, T. Honke, Y. Yamazaki, K. Hayakawa, H. Nakanishi: Adjustment of crystal orientations and application to crystal plasticity simulation of cup drawing, International Journal of Material Forming, 15 (2022), 1-15, <https://doi.org/10.1007/s12289-022-01713-4>
- 2) G. Nishi, Y. Kubota, K. Hayakawa, T. Nakamura: Evaluation of Tribological Characteristics of Titanium

Alloy by Cold and Warm Forward Rod-Backward Can Combined Extrusion Test, Journal of the Japan Society for Technology of Plasticity, 63-742 (2022), 145-150 (in Japanese), <https://doi.org/10.9773/sosei.63.145>

- 3) A. Watanabe, K. Hayakawa, S. Fujikawa: An Anisotropic Damage Model for Prediction of Ductile Fracture during Cold-Forging, metals, 12-11 (2022), No.1823, <https://doi.org/10.3390/met12111823>
- 4) K. Mu, M. Nikawa, K. Hayakawa, H. Shima, M. Yamashita: Effect of Powder Mold Release Agent on Aluminum Alloy Melt Under Gravity Casting Conditions, International Journal of Automation Technology, 16-6 (2022), 888-896, <https://doi.org/10.20965/ijat.2022.p0888>
- 5) S. Athithya, K. Jibri, P. Mohamed, S. Harish, K. Hayakawa, Y. Kubota, H. Ikeda, Y. Hayakawa, M. Navaneethan, J. Archana: Probing an enhanced anisotropy Seebeck coefficient and low thermal conductivity in polycrystalline Al doped SnSe nanostructure, AIP Advances, 13-1 (2022), No. 015311, <https://doi.org/10.1063/5.0134959>

【 国際会議発表件数 】

- ・ 15th World Congress on Computational Mechanics, 1 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本塑性加工学会 2022 年度春季講演会 1 件
- ・ 日本機械学会 年次大会 1 件
- ・ 第 73 回塑性加工連合講演会 1 件

【 受賞・表彰 】

- ・ 浜松いわた信用金庫産学連携大賞 2023 年 3 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://wpp.shizuoka.ac.jp/fluidmech-lab/>



【 研究室組織 】

教 員 : 福田 充宏、本澤 政明(工学領域 准教授)

修士課程 : M2 (5名)、M1 (7名)

学 部 生 : B4 (7名)

【 研究目標 】

冷凍空調システムは生活や工業プロセスになくはならないものであるが、サイクルに使用されている冷媒は地球温暖化係数が大きいもの(フロン冷媒)が多く、また冷凍空調システムで消費されているエネルギーの削減は社会的に大きな課題である。研究室では、以下のようなテーマで冷凍空調システムの高効率化に関する研究を行っている。このような研究をしている公的な研究機関は少なく、当該分野への人材輩出や国内外の企業との共同研究より実績を上げていく。

- (1) 冷凍空調サイクルの心臓部である圧縮機の性能向上や圧縮機内部の流動状態の解明
- (2) 膨張機によるエネルギー回収
- (3) 冷媒が溶解した冷凍機油の物性値計測
- (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) 冷媒圧縮機内の油中冷媒溶解度および液面センサの開発

冷媒圧縮機では、潤滑やシールのために冷凍機油が用いられるが、冷凍機油は一般的に冷媒と相溶性を持つため、冷媒の溶解が冷凍機油の特性に大きな影響を及ぼす。また、圧縮機の信頼性を確保するために、圧縮機内の油面レベルの検出も望まれている。本研究では、PVE油/R32混合物について、比誘電率・表面張力および屈折率に注目し、実用的な温度、冷媒溶解度範囲において物性値測定を行った。また、圧縮機における冷媒溶解度測定と油面計測に用いる物性値として比誘電率に注目し、二重円筒形電極を提案した。2対の二重円筒形電極を圧縮機給油口高さに合わせて設置することにより、冷媒溶解度測定と油面計測が可能であることを示した。

(2) 冷媒圧縮機内におけるショート現象に関する基礎研究

キガリ改正によるHFC冷媒削減に対応するため、HF0冷媒の使用が検討されているが、HF0 1123は高温・高圧下で高い着火エネルギーを与えると、自己分解反応により急激な圧力上昇を引き起こすため、自己分解反応のトリガとなり得る冷媒圧縮機内のモータ巻き線のショートについて明らかにする必要がある。本研究により、アーク放電が継続する場合にはその総放電エネルギーにより不均化反応が発生する可能性があること、インバータ圧縮機では保護回路の作動により不均化反応が発生する可能性が低いことが分かった。また、エナメル線が通電による加熱で劣化してショートにいたる過程を再現し、電位差が高い部分でショートが発生した場合には放電現象が観察され、不均化反応に寄与するエネルギーが不均化を発生させるのに十分な

大きさであることが分かった。

(3) スクロール圧縮機の転覆挙動の検討

スクロール圧縮機は、一對の渦巻きの片方を旋回させることにより圧縮を行うもので、圧縮室内の圧力により旋回スクロールが固定スクロールから離れてしまうことを転覆と呼び、圧縮機の性能が低下する。本研究ではモデル実験により、中間圧力室の状態が転覆挙動に及ぼす影響を実験的に調べた。中間圧力室が気体の場合には、転覆が起きる圧力になると急激にすきまと漏れが大きくなり、その後振動する現象が観察されたが、油の場合には、すきまおよび漏れが徐々に大きくなるといった現象が観察された。

【 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) Wannarat Rakpakdee, Suphakorn Tuntarungsri, Mongkol Pornnattawut, Masaaki Motozawa, Mitsuhiro Fukuta, Weerachai Chaiworapuek, Experimental evaluation of heat transfer performance of double vertical coils and shell heat exchanger with altered inlet configuration under low-frequency ultrasound, Applied Thermal Engineering, Vol.223, 120003(2023).
- 2) Wannarat Rakpakdee, Masaaki Motozawa, Mitsuhiro Fukuta, Weerachai Chaiworapuek, Characteristics of heat transfer and flow resistance of magnetic fluid flow through porous media combined with magnetic field effect, Experimental Thermal and Fluid Science, Vol.144, 110851(2023).
- 3) Wannarat Rakpakdee, Mongkol Pornnattawut, Masaaki Motozawa, Mitsuhiro Fukuta, Weerachai Chaiworapuek, Experimental study on thermal and friction characteristics of liquid flow across a heating cylinders under low-frequency ultrasound, International Journal of Heat and Mass Transfer, Vol.196, 123288(2022).
- 4) Wannarat Rakpakdee, Masaaki Motozawa, Mitsuhiro Fukuta, Mongkol Pornnattawut, Weerachai 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, Vol 178, 107604(2022).

【 国際学会発表件数 】

International Compressor Engineering Conference 等 4 件

【 国内学会発表件数 】

2022 年度日本冷凍空調学会年次大会等 8 件

【 招待講演件数 】

- 1) 企業での工学講座 1 件
- 2) 国家試験検定講習会 2 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) 加溶媒分解によるプラスチックのリサイクル
- (2) バイオマスからのエネルギー資源生成
- (3) 含油バイオマスからの油分抽出

【 主な研究成果 】

(1) 加溶媒分解によるプラスチックのリサイクル

近年、海洋プラスチック問題が取り上げられることが増えてきたが、浜辺に放置された廃漁網もその一因として挙げられる。そこで、高温高压の液体水である亜臨界水を用いた漁網のケミカルリサイクルについて検討を行っている。本年度は漁網の材料であるポリアミドについて加水分解・モノマー原料化を行い、モノマーやオリゴマーなどの水溶性成分として回収するための亜臨界水条件を明らかにし、反応速度上昇に適した触媒等の検討を進めた。また漁網は用途によって複数の素材を組み合わせることもあることから、各プラスチック素材の分離・回収につなげるための検討を進めている。

また、昨年度に引き続き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) 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、炭化や油化、ガス化といった化学反応が必要である。特に海洋バイオマスは含水率が高いこと等から、本研究室では亜臨界水や超臨界水等の水を反応場とした炭化物生成、油分生成および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。バイオマスからのエネルギー資源生成に関しては、海洋バイオマス以外のバイオマスに関する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(3) 含油バイオマスからの油分抽出について、超臨界二酸化炭素や二酸化炭素膨張液体を抽剤とした、米糠やヒマワリ種子等の含油率の高いバイオマスからの不純物の少ない油分抽出条件の確立や抽出速度解析及び抽出モデルの確立等を行う。

【 学術論文・著書 】

- 1) M. M. Gervas, I. Okajima, K. Ito, Y. Aoki, C. Y. Kong, T. Sako, “Influence of Extraction and Pretreatment Conditions on the Yield, Solubility, and Quality of Rice Bran Oil Extracted with CO₂-Expanded Hexane”, *BioEnergy Research*, <https://doi.org/10.1007/s12155-022-10542-x> (2023)
- 2) I. Okajima, K. Ito, Y. Aoki, C. Y. Kong, Takeshi Sako, “Extraction of Rice Bran Oil Using CO₂-Expanded Hexane in the Two-Phase Region”, *Energies*, 15, 2594 (2022)
- 3) 岡島いづみ (2022) 「亜臨界・超臨界流体による廃プラスチックリサイクルへの取り組み」 *AndTech 環境配慮型材料 技術トレンドレポート vol. 4 第1章第4節* 37-43
- 4) 岡島いづみ (2022) 「バイオマス化学変換」 朝倉書店 *超高压力の科学・技術事典 VI章第3節第9項* 207-218 344-347

【 解説・特集等 】

- 1) 岡島いづみ、“亜臨界・超臨界流体を用いた廃プラスチックのリサイクル”(総説「特集 プラスチックのリサイクルの現状と容器包装リサイクルへの展開」)、*日本包装学会誌*、31、5、303-310 (2022)
- 2) 岡島いづみ、“超臨界流体による CFRP からのマトリクス樹脂の除去技術”(特集「CFRP リサイクルの高度化と今後の展望」)、*月刊ファインケミカル*、52、2、32-36 (2023)

【 国内学会発表件数 】

- ・ 化学工学会第 53 回秋季大会、化学工学会第 88 年会など 8 件

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://www.shizuoka.ac.jp/researcher/exc/kikuchi/>



【研究室組織】

教員: 菊池 将一

博士課程: D2 (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。これまで種々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、元素拡散相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、形成された窒化層が鋼の疲労特性に及ぼす影響についても検討を加え、疲労特性が改善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、より高強度な粉末との複合化も検討して「強い相が弱い相を取り囲む 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、これまでの処理システムの問題点（被処理面がダメージを受ける）を解決し、構造用金属材料の疲労特性に及ぼす窒化層の影響評価に着手することができた。今後は、窒化処理条件が疲労特性に及ぼす影響を系統的に検討し、疲労特性改善指針の明確化を目指す。

【 学術論文・著書 】

- 1) M. Hayama, S. Kikuchi and J. Komotori, Evaluation of the compressive residual stress relaxation behavior in situ X-ray stress measurement, ISIJ International, Vol.62, No.4, pp.758-765 (2022).
- 2) K. Minamizawa, J. Arakawa, H. Akebono, K. Nambu, Y. Nakamura, M. Hayakawa and S. Kikuchi, Fatigue limit estimation for carburized steels with surface compressive residual stress considering residual stress relaxation, International Journal of Fatigue, Vol.160, pp.106846 (2022).
- 3) S. Kikuchi, S. Suzuki, H. Ito, K. Fujita and K. Nakazawa, Effect of a heterogeneous nitrogen diffusion phase on four-point bending fatigue properties in commercially pure titanium, Materials Transactions, Vol.63, No.7, pp. 1046-1054 (2022).
- 4) M. Ijiri, N. Okamoto, S. Okamoto, T. Ogi, S. Kikuchi and T. Yoshimura, Characteristics of oxide film formed on cavitation-treated steel surface in water, Journal of Materials Research and Technology, Vol.19, pp.1897-1905 (2022).
- 5) Y. Nakai, D. Shiozawa, S. Kikuchi, H. Saito, T. Nishina, H. Kobayashi, T. Makino and Y. Neishi, Inclusion orientation dependent flaking process in rolling contact fatigue observed by laminography using ultrabright synchrotron radiation X-ray, Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures, Vol.45, No.8, pp.2200-2214 (2022).
- 6) K. Nakazawa, T. Ohashi, S. Saiki and S. Kikuchi, Local oxynitriding of magnesium alloy AZ31 by atmospheric-pressure plasma treatment at room temperature, Journal of Magnesium and Alloys, Vol.10, No.7, pp.1878-1886 (2022).
- 7) 羽山元晶, 牧悠介, 菊池将一, 小茂鳥潤, 浸炭焼入れを施した SCM420H 鋼の疲労過程における残留オーステナイトおよび残留応力の変化挙動, 鉄と鋼, Vol. 108, No. 11, pp. 891-899 (2022).
- 8) K. Fujita, K. Nakazawa, H. Fujiwara and S. Kikuchi, Effect of grain size on fatigue limit in CrMnFeCoNi high-entropy alloy fabricated by spark plasma sintering under four-point bending, Materials Science and Engineering A, Vol.857, pp.144121 (2022).
- 9) Y. Nakai, S. Kikuchi, D. Shiozawa, I. Nakazawa, K. Fujita, M. O. Kawabata and K. Ameyama, Misorientation measurement in tensile test of bimodal harmonic structured stainless steel by diffraction contrast tomography using ultrabright synchrotron radiation X-ray, Procedia Structural Integrity, Vol.43, pp. 221-227 (2023).
- 10) H. Zhou, Z. Liu, S. Kikuchi and K. Shibamura, Analysis of fatigue performance of austenitic stainless steels with bimodal harmonic structures based on multiscale model simulations, Materials & Design, Vol.226, pp.111657 (2023). 他 5 編

【 解説・特集等 】

- 1) 菊池将一, 放電プラズマ焼結を援用した生体用バイモダル窒化チタンの創製, チタン, Vol. 70, No. 2, 130-135 (2022). 他 4 編

【 国際会議発表件数 】

・ ICMR2022, December 8, 2022 など 計 1 2 件

【 国内学会発表件数 】

・ 日本材料学会第 71 期学術講演会など 計 2 1 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 (4名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

安全・安心の社会への貢献を目指して、材料の強度と破壊の研究に取り組んでいる。汎用金属における破壊や腐食挙動の解明、粉末冶金法による先進材料・複合材料の開発等、主に次の研究テーマに取り組んでいる。

- (1) ステンレス鋼における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) 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ポーラスチタンに対してチタン繊維による一方向強化により、生体骨と同程度の剛性と天然骨を上回る強度を発現することが分かったが、その強度向上メカニズムは不明なままであったため、本年は損傷発達過程のその場観察することでその機構を解明した。

(2) アルミニウム合金における応力腐食割れ進展特性の評価

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。塩水中では、き裂面に腐食生成物が堆積することでき裂架橋構造を形成することから、き裂進展が抑制されることが分かった。

【 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) Yoshinobu Shimamura, Tomoyuki Fujii, Po-Wei Su, Yoku Inoue, Evaluation of the effect of diameter of multi-walled carbon nanotube on the tensile strength using sonication-induced fragmentation, *Modern Physics Letters B*, (2023), Article number: 2340015
- 2) Tomoyuki Fujii, Tatsuro Sawada, Yoshinobu Shimamura, Nucleation of stress corrosion cracking in aluminum alloy 6061 in sodium chloride solution: Mechanical and microstructural aspects, *Journal of Alloys and Compounds*, **938** (2023), Article number: 168583
- 3) 島村佳伸, 林佑亮, 杵淵雅男, 種子島亮太, 杉谷和哉, 三大寺悠介, 藤井朋之, 菊池将一, 東郷敬一郎, 高強度鋼の超高サイクルねじり疲労強度におよぼす平均ねじり応力の影響, *材料*, **71** (2022), pp. 976-982
- 4) 藤井朋之, 齋藤嵩, 島村佳伸, 焼結スパーサー法によるポーラス鋼の作製と機械的性質の評価, *材料*, **71** (2022), pp. 969-975
- 5) Naoki Tokumitsu, Yoshinobu Shimamura, Tomoyuki Fujii, Yoku Inoue, Effect of annealing and diameter on tensile property of spinnable carbon nanotube and unidirectional carbon nanotube reinforced epoxy composite, *Journal of Composites Science*, **6** (2022), Article number: 389
- 6) Tomoyuki Fujii, Keiichiro Tohgo, Takahiro Omi, Yoshinobu Shimamura, Micromechanical approach to predict mechanical properties of particulate-dispersed composites with dissimilar interfacial phases, *Journal of Composites Science*, **6** (2022), Article number: 356
- 7) Yoshinobu Shimamura, Takuya Hayashi, Tomoyuki Fujii, Keiichiro Tohgo, Accelerated axial fatigue testing of CFRP quasi-isotropic laminate by using ultrasonic fatigue testing machine, *Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures*, **45** (2022), pp. 2421-2424
- 8) Tomoyuki Fujii, Ryo Murakami, Naoto Kobayashi, Keiichiro Tohgo, Yoshinobu Shimamura, Uniform porous and functionally graded porous titanium fabricated via space holder technique with spark plasma sintering for biomedical applications, *Advanced Powder Technology*, **33** (2022), Article number: 103598

【 国際会議発表件数 】

- ・ 3rd International Conference on Nanomaterials and Advanced Composites (NAC 2022)等、 13件

【 国内学会発表件数 】

- 日本材料学会等、 13件

レーザーを用いた宇宙工学への応用

准教授 松井 信 (MATSUI Makoto)
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当:工学部 機械工学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)
専門分野: 高温気体力学、プラズマ応用、宇宙推進工学
e-mail address: matsui.makoto@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://ars.eng.shizuoka.ac.jp/~matsui/index.html>



【 研究室組織 】

教 員: 松井 信

修士課程: M2 (5名)、M1 (6名)

【 研究目標 】

我々は、“プラズマ”と“レーザー”をキーワードとして大気圏突入時の高温気体力学、宇宙推進工学及びエネルギー工学への貢献を目的としている。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 半導体レーザー及びファイバレーザーを用いたレーザー維持プラズマの生成
- (2) 衝撃波管/膨張波管気流診断
- (3) レーザーアブレーションによるアルミナ還元法の開発

【 主な研究成果 】

(1) 高出力半導体レーザー及びファイバレーザーを用いたレーザー維持プラズマの生成

本年度は半導体レーザーを用いたアルゴンを用いたレーザー維持プラズマの生成条件について、集光レンズのF値依存性を検証した。その結果、F値が小さいほど生成しきい値が下がり、しきい値はレーザー強度で決まることがわかった。また本年度に導入した1kWファイバレーザーを用いて同様の実験を行い、生成しきい値、発行分光法による温度測定を行い半導体レーザーとの結果を比較した。

(2) 衝撃波管/膨張波管気流診断

マルチパスセルを用いた高感度レーザー吸収分光法を開発し、JAXA宇宙科学研究所に設置されている膨張波管気流診断を行い、温度測定に成功した。衝撃波管に関してはマルチパスレーザー干渉計を用いて衝撃波前方のプリカーサー領域の電子密度測定を試みた。また一酸化炭素の再結合係数計測に向けて衝撃波管にノズルを装着し、ノズル内での赤外輻射測定システムを開発した。

(3) レーザーアブレーションによるアルミナ還元法の開発

1kW半導体レーザーを用いてアブレーションさせることでアルミナ粉体の還元を行った。本年度はタングステンコイルによりアルミナを予加熱することで還元率の向上を試みた。

【 今後の展開 】

これまでは宇宙工学分野におけるプラズマの生成、診断の研究を中心に行っているが、最近ではグリーンエネルギー分野へのプラズマ応用へと幅を広げており今後も他分野との融合を進めていく予定である。そのためには現在工学研究科、グリーン科学技術研究所内の他、東京大学、宇宙航空研究開発機構(JAXA)と共同研究を進めているが今後は民間、海外機関とも積極的に進めていく。

【 学術論文・著書 】

- 1) Okamoto, K., Ishikawa, K., and Matsui, M., “Generation of Argon Laser-Sustained Plasma using

Diode Laser,” Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology (Accepted:7 Feb 2023).

- 2) Takano, S., Ishikawa, K., and Matsui, M., “Trajectory Optimization and Cost Estimation of Laser Propulsion Systems Considering Transmission Losses by Atmospheric Turbulence,” Journal of Spacecraft and Rockets, Vol. 60, No. 2, 2023, pp. 499-507.
- 3) Ishiguro, K., Uesugi, K., Oishi, R., and Matsui, M., “Investigation of the Effect of SiO₂ and Si Content on Plume Temperature for Alumina Reduction in Lunar Regolith Using Laser Diode Ablation,” Frontier of Applied Plasma Technology, Vol. 15, No. 1-2, 2022, pp.7-12.
- 4) 桑原彬, 松井信, 水嶋祐基, “ナノ秒パルスレーザーにより生成されたアブレーションプラズマの並進温度と柱状密度測定,” プラズマ応用科学, Vol. 30, No. 1, 2022, pp. 65-70.
- 5) Matsui, M., Kobayashi, R., and Yasui, T., “Enhancement Limit of Sensitivity in Laser Absorption Spectroscopy using a Multipass Cell composed of Spherical Concave Mirrors,” Measurement Science and Technology, Vol. 33, 2022, 115203.

【 国際会議発表件数 】

- ・ Tsuchikawa, S., Tokuda, S., Gunji, K., Watanabe, H., Cho, S., Ohkawa, Y., and Matsui, M., “Operation Characteristic of 100 W class Hall Thruster using Carbon Dioxide,” 30th Annual Meeting of IAPS, Ariston Hotel Kobe (兵庫県・神戸市), March 31- April 3, 2023.

他 7 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 石黒幹太, 松井信, “1 kW 級半導体レーザーによる粉体アルミナ還元の高効率化の検討,” 2022 年度アルミエネルギーサイクル研究会, 日本エクスクロン.

他 19 件

【 受賞・表彰 】

- 1) 小林隆, 松井信, 山田和彦, “マルチパスレーザー吸収分光法における膨張波管窓の感度向上への影響評価と時間分解気流診断,” プラズマ応用科学, Vol. 29, No. 1, 2021, pp. 15-21, 第 20 回プラズマ応用科学論文賞.
- 2) Takano, S., Okamoto, K., Homme, Y., and Matsui, M., “Investigation of Generating Conditions of Fiber Laser-Sustained Plasma using various F-number,” 11th Asian Joint Conference on Propulsion and Power, Kanazawa Cultural Hall, Student Award.
- 3) 石川建, 高柳大樹, 野村哲史, 板橋恭介, 清水義仁, 松岡雅也, 藤田和央, 松井信, “高速自由飛行模型周りの多点分光計測手法の開発,” 2022 年度衝撃波シンポジウム, 産業技術総合研究所, 若手プレゼンテーション賞.
- 4) 岡本晃太, 日本設計工学会武藤栄次郎賞.
- 5) 高野成一郎, 岡本晃太, 本目大和, 松井信, “レーザー維持プラズマのエネルギー収支の検証,” レーザー学会学術講演会第 43 回年次大会, ウィンクあいち, 優秀ポスター発表賞.
- 6) 高野成一郎, 岡本晃太, 松井信, “レーザー推進の実現に向けたレーザー維持プラズマにおける F 値が及ぼす影響,” 第 54 回流体力学講演会, アイーナ: いわて県民情報交流センター, 第 54 回流体力学講演会学生優秀賞.

流体機能の応用・現象解明に関する研究

准教授 本澤 政明 (MOTOZAWA Masaaki)
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 工学部 機械工学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)
専門分野: 流体工学、非ニュートン流体、流体機能
e-mail address: motozawa.masaaki@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/fluidmech-lab/>



【 研究室組織 】

教 員 : 本澤 政明
博士課程 : なし
修士課程 : M2 (3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、ある流れの条件下で特有の機能を発現する流体が存在する。例えば、片栗粉と水の混合液であるダイラタント流体はせん断を与えると粘度が大きくなる性質を持ち、「液体の上を走れる」流体としてメディアでも取り上げられているし、ある種の界面活性剤溶液は、「粘性と弾性を併せ持つ」性質を持ち、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広く知られている。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、現象解明に関する基礎研究・応用研究に取り組んでいる。加えて、福田研究室と共同で冷凍空調関係の研究にも取り組んでいる。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
 - ・ 極小隙間における耐圧性・流動特性
- (2) 磁性ナノオイル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
 - ・ 磁性ナノオイルのレオロジー特性・トライボロジー特性
 - ・ 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) 磁性ナノロッド分散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
 - ・ 磁化計測と発熱特性
- (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・伝熱特性
 - ・ 粘弾性流体へのカーボンナノチューブ添加流体における熱流動特性

【 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る伝熱抑制もみられた。そこで、磁性流体の濃度、ミニチャンネルの高さ、磁場印加強度を種々変化させ、磁場下における伝熱促進／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）磁性ナノオイルを用いた冷媒圧縮機の高効率化

本研究では、潤滑油に磁性ナノ粒子を添加した磁性ナノオイルを用いて、冷媒圧縮機の高効率化を目指して、漏れ－摩擦のモデル試験、潤滑特性、冷媒混合物の物性計測を行った。冷媒圧縮機の高効率化を達成するためのコンセプトとして、潤滑油となる磁性ナノオイルを冷媒圧縮機内の摺動部へ局所的に保持し、冷媒漏れの低減と摺動部の摩擦の同時低減を実現することを提案した。冷媒圧縮機摺動部を模擬したモデル試験機における漏れ・摩擦評価、磁性ナノオイル自体の摩擦評価では、摺動部に磁性ナノオイルを保持することで一部で耐圧性の向上（漏れの低減）が見られ、摩擦についても無磁場下の状態より摩擦低減がみられる試験ナノオイルが見いだされた。また、磁性ナノオイル／冷媒混合物の物性として、熱伝導率・比誘電率・粘度の測定を行った。ベースオイル／冷媒混合物と比較して、磁性ナノオイル／冷媒混合物の方が比誘電率・粘度は大きくなり、冷媒溶解度を大きくするに従い、その物性値は冷媒単体の値に近づく傾向が見られた。加えて、磁場印加による物性変化・異方性も計測された。

【 学術論文・著書 】

- 1) W. Rakpakdee, M. Motozawa, 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, 16pages. (責任著者)
- 2) W. Rakpakdee, S. Tuntarungsri, M. Pornnattawut, M. Motozawa, M. Fukuta, W. Chaiworapuek, Experimental evaluation of heat transfer performance of double vertical coils and shell heat exchanger with altered inlet configuration under low-frequency ultrasound, *Applied Thermal Engineering*, 223 (2023), 120003, 16pages.
- 3) W. Rakpakdee, M. Motozawa, M. Fukuta, W. Chaiworapuek, Characteristics of heat transfer and flow resistance of magnetic fluid flow through porous media combined with magnetic field effect, *Experimental Thermal and Fluid Science*, 144 (2023), 110851(責任著者)

【 国際会議発表 】

- 1) M. Motozawa, Y. Mizuno, M. Fukuta, Experimental Study on Heat Transfer Enhancement / Suppression Phenomena in Laminar Magnetic Fluid Flow in Mini-channel, *International Symposium on Applied Electromagnetics & Mechanics 2022 (ISEM2022)*, Thessaloniki(online), (2022-6).
- 2) T. Kikuchi, M. Motozawa, M. Fukuta, Basic Study on Application of Magnetic Nano-oil to Scroll Compressor - Measurement of Friction and Leakage -, *2022 Purdue Conferences, 26th International Compressor Engineering Conference*, Purdue, (2022-7).
- 3) S. Hara, M. Fukuta, M. Motozawa, Y. Hagiwara, A. Inaba, H. Nishijima, Study on Quality Measurement Using Multiple Small Holes, *2022 Purdue Conferences, 19th International Refrigeration and Air Conditioning Conference*, Purdue, (2022-7).
- 4) G. Lee, M. Fukuta, M. Motozawa, R. Kimura, R. Tsujita, Surface Tension, Oil Level and Density Measurement of Oil/Refrigerant Mixture by Maximum Bubble Pressure Method, *2022 Purdue Conferences, 26th International Compressor Engineering Conference*, Purdue, (2022).

【 国内学会発表件数 】

日本機械学会・日本冷凍空調学会・日本 AEM 学会など 計 8 件

(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29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 : 生物機能を利用した有用物質生産に関する研究
- ・ 木村洋子 : 持続的な熱ストレスに対する細胞応答の解析
- ・ 小谷真也 : 微生物の産生する生理活性物質
- ・ 鈴木雅一 : 脊椎動物の環境適応機構と内分泌現象
- ・ 竹之内裕文 : 哲学の可能性を追究し、広く実現する——生、死、環境、農、食をめぐる
- ・ 轟 泰 司 : アブシシン酸制御剤の創出と応用
- ・ 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

- ・ 茶山和敏：母乳中免疫関連物質の機能性研究、老化による腸管免疫機能の低下に関する研究
- ・ 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：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
- ・ 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

昨年末で河岸洋和先生、瀧川雄一先生が定年退職となり、2名減となった。さらに田代陽介先生のナノマテリアル部門への転部門の審議を行い、了承された。一方で理学領域から後藤寛貴先生の兼担の審議を行い、了承された。このように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9回国際シンポジウム The 9th International Symposium toward the Future of Advanced Research at Shizuoka University 2023 (ISFAR-SU2023) が、令和5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。発表者以外にも多くの学生からのアクセスがあった。今回は創造科学技術大学院との連携を目指している Bangladesh Institute of Nuclear Agriculture (BINA)の所長(バングラデシュでは研究所長は Director General と称され、略して DG と呼ばれる)である Mirza Mofazzal Islam 博士を招待した。講演ではゲノム解読により麦の生産性に関わる有用遺伝子の選択に関する研究が紹介された。学生からは6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及び 農学部
応用生命学科、大学院総合科学技術研究科 応用生物化学コース)

専門分野: 植物生理学

e-mail address: hara.masakazu@shizuoka.ac.jp

homepage: <https://www.agr.shizuoka.ac.jp/abc/envplant/index.html>



【 研究室組織 】

教 員: 原 正和

修士課程: M2 (2名)

【 研究目標 】

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 】

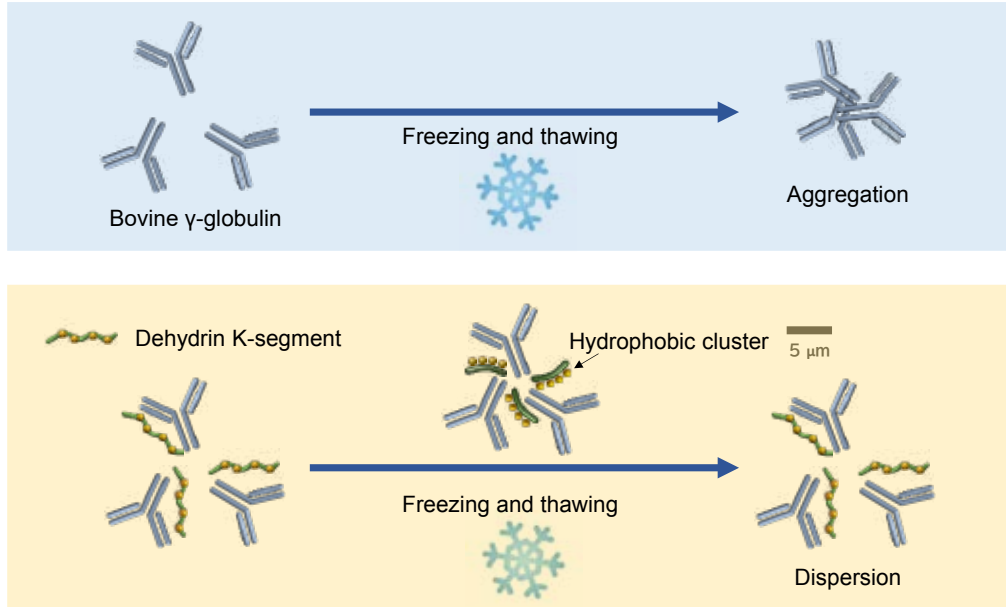
(1) 植物の低温ストレスタンパク質の機能研究

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、植物固有の LEA タンパク質である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、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、さらには特定の疎水性アミノ酸が活性発現に不可欠であることを見出しました。そして、デハイドリン全体としてはひらひらとしつつも、活性ドメインでは疎水性アミノ酸が溶液に対して疎水面を形成し、この部分が凍結感受性酵素の変性凝集を防いでいる可能性を指摘してきました。また、私たちが普段食べているダイコンの中に天然変性タンパク質がたくさん含まれており、優れた凍結保護活性を示すことを報告しました。このタンパク質もまた保護活性に疎水性クラスターを要するため、凍結保護タンパク質には共通した配列特性があると考えています。この特性を利用すれば、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、デハイドリンが免疫グロブリンというタンパク質の凍結凝集を効果的に抑止することを報告しました。免疫グロブリンは優れた効果を示すバイオ医薬品として開発が進められていますが、その保存性には課題があります。現状では、高濃度の保護剤を加える必要がありますが、将来はデハイドリンの働きをミミックした技術によって、添加剤を極力減らした製剤の開発が可能になるかもしれません。



デハイドリンの保存配列 K-segment による免疫グロブリンの凍結保護作用

近年、医薬品に占めるタンパク質製剤の割合が増えていますが、タンパク質製剤には不安定なものが多く、凍結保存中に失活してしまうものも少なくありません。私たちが研究している凍結保護ペプチドは、ごく低濃度でタンパク質を保護することができる点で、グリセリンなどの一般的な保護剤とは異なります。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, HTLEs) 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。先行資材は、本年度農業関連のベンチャー企業によってインドへ展開されることになりました。

【 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) Honami Osuda, Yui Sunano, Masakazu Hara (2023) Freeze-thaw-induced aggregation of bovine gamma globulin was efficiently inhibited by an intrinsically disordered plant protein dehydrin. *Food Hydrocolloids for Health*, 3, 100108.
- 2) 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*: 211, 112286.

【 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 生物化学コース)
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 ハッサン アリ (創造科技学院 D3、私費)、ムリチュンジョイ アーチャジー (創造科技学院 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 (創造科技学院 D3、私費)、エムディー フォハッド ホセイン (創造科技学院 D2、国費)、ウンメ ハビバ ム スタリー (創造科技学院 D2、私費)、ラザイン タンビール (創造科技学院 D1、私費 環境リーダー)、シャオカット アハメド (創造科技学院 D1、バングラデシュ政府国費)、ムハマド マクスデュール ハサン (創造科技学院 D1、私費 環境リーダー)

修士課程: M2 (4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なっている。最近では卵成熟誘起ホルモン受容体として同定されたステロイド膜受容体の構造、機能の解明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 】

(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

昨年度開発し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応用し、サンゴ礁海水中に存在するステロイド膜受容体反応性の天然有機化合物の分離精製を進めた。この物質はウミウチワという海藻が分泌するものが再有力候補と考えられたため、分離対象をウミウチワに絞り、日本産ウミウチワを水槽中で育成し、その間に分泌される物質を濃縮することとした。HPLC 精製の結果、2つの物質の精製に成功した。これらはいずれもステロイド膜受容体にアンタゴニストとして作用する物質であることが分かった(論文 2)。この内、一つについては NMR による化学構造の決定に成功し、既知物質ではあったが世界初のステロイド膜受容体のアンタゴニストとして特許出願した(特願 2023-79187)。

(8) 内分泌かく乱物質の多世代にわたる後発影響の原因究明

我々はこれまでにビスフェノール A がその暴露を受けた次世代の魚の生殖能力に悪影響をもたらすことを示し、その悪影響が孫世代、ひ孫世代にまで伝搬することを実験的に証明している。今回はビスフェノール A がどの程度低濃度でも同様の作用を引き起こすのかどうか、その精子の運動能への影響についても調べた。さらに我々が用いている経口投与方法でどの程度のビスフェノール A がサカナの体内に取り込まれているのかをアイソトープラベルしたビスフェノール A を用いたトレーサー実験により調べた。その結果、飼料に混ぜた約 5%のみが体内に取り込まれ、多くは水中に拡散していることが明らかになった(論文 1)。したがって計算上の投与量の約 1/20 量という微量で多世代にわたる後発影響を及ぼしていたことが明らかになった。

【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。

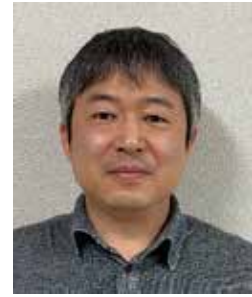
排卵誘導遺伝子候補として選択できた遺伝子群についてもゲノム編集法による遺伝子ノックアウトフィッシュの作出により同定を目指す。

【学術論文・著書等】

- 1) Mst. Habiba Mostari, Md. Mostafizur Rahaman, Mst. Afroza Akhter, Md. Hasan Ali, Tomohiro Sasanami, Toshinobu Tokumoto (2022) **Transgenerational effects of bisphenol A on zebrafish reproductive tissues and sperm motility.** *Reproductive Toxicology*, 109, 31-38. April 2022 Available online 2 March 2022 <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2022.02.005>
- 2) Mrityunjoy Acharjee, Md. Hasan Ali, Md. Maisum Sarwar Jyoti, Md. Rezanujjaman, Md. Maksudul Hassan, Md. Rubel Rana, Md. Forhad Hossain, Shinya Kodani and Toshinobu Tokumoto (2023) **The antagonistic activity of *Padina arborescens* extracts on mPR α .** *Natural Product Research*, 37:11, 1872-1876, DOI: 10.1080/14786419.2022.2120873 June

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://wvp.shizuoka.ac.jp/plant-lipid/>



【 研究室組織 】

教 員 : 粟井 光一郎

学術研究員 : Devi Bentia Effendi

博士課程 : Idris Maliki (創造科技学院 D3)、Arif Agung Wibowo (創造科技学院 D2)
Muhammad Fathur Ramadhan、Rahayu Dian Eka Putri (創造科技学院 D1)

修士課程 : M2 (1名)、M1 (2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) 南極から単離されたシアノバクテリアの低温耐性能の解析

酸素発生型光合成を行なうバクテリアであるシアノバクテリアは、地球上のあらゆる環境に生息している。南極などの極低温環境も例外ではなく、氷床上や、コケなどの他の生物に着床して生育する種がみられる。これらの低温で生育する株は、大きく好低温型と耐低温型に分かれる。前者は低温でよく生育する一方、温度が上がると生育が阻害される。後者は低温でも死滅することがないが、生育の至適温度はより高い。糸状性シアノバクテリアの一種、*Nostoc* sp. strain SO-36 は南極の昭和基地付近で 30 年以上前にコケの表層から単離された株で、耐低温性であると予想されていたが、実験的な証明はされていなかった。我々は、まずこの株がどちらのタイプであるかを明らかにするため、低温 (10°C) および多くのシアノバクテリアの生育が見られる 30°C での培養を行った。その結果、低温では生育は見られないものの死滅することはないこと、また 30°C で生育することがわかった。このことから、この株が耐低温型であることがわかった。また、窒素源のない培地で生育すること (窒素固定能を持つこと)、低温では細胞外に多糖類を蓄積し、クロロフィルやカロテノイドなどに色素含量が低下することを見出した。蓄積した多糖類が特殊なものかを調べるため、全ゲノム解析を行い、合成を担う酵素や排出を担うトランスポーターに特異的なものがないかを調べたが、低温感受性の株と比べ大きな違いは見られなかった。ゲノム配列データを用いて近縁種との系統関係を調べたところ、糸状性シアノバクテリアのうち、コケなどの他の生物と共生する種の一群と近縁であることがわかった。今後、これら近縁種の中で低温感受性のものと比較することで、*Nostoc* sp. strain SO-36 の低温耐性機構を明らかにしたい。(Effendi et al (2022) J Plant Res)。

(2) 光合成膜を増強したシアノバクテリアでのエネルギー生産増強

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、有用物質のプラットフォームとして近年注目を集めている。効率よく物質を生産するためには、細胞当たりの光合成活性が高く、エネルギー物質である ATP の生産効率の高い株が求められる。そこで、光合成を行なうチラコイド膜を増やすことで、ATP の生産効率を上げられないかと考えた。我々は以前、チラコイド膜を構成する膜脂質の合成経路をシアノバクテリア型から植物型に置き換えることに成功していたが、この株では細胞当たりの膜脂質含量が増加しており、チラコイド膜が増えていることが予測された (Apdila et al (2020) Plant Cell Physiol)。そこで、まずこの株の詳細な解析を行ったところ、分裂が若干阻害されているようであり、細胞が長くなっていることがわかった。また、電子顕微鏡により内部構造を調べたところ、チラコイド膜が不均一に存在していることがわかった。さらに、ATP 合成について調べたところ、ATP 合成酵素の含量が増加し、ATP 含量を増加していることがわかった。それに付随して、シアノバクテリアの貯蔵物質であるグリコーゲンの含量も増加していた。これらの結果から、この株では細胞内に貯蔵する物質の合成が増強されていることが明らかとなり、有用物質生産のプラットフォームとして有効であると考えられた。(Kondo et al (2023) Sci Rep)。

【 今後の展開 】

本年度は上記の他に、ユーグレナがリン欠乏条件で特異的に蓄積する脂質を明らかにしている。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) Effendi DB, Sakamoto T, Ohtani S, Awai K and Kanesaki Y (2022) Possible involvement of extracellular polymeric substrates of Antarctic cyanobacterium *Nostoc* sp. strain SO-36 in adaptation to harsh environments. J Plant Res. 135: 771-784.
- 2) Kondo K, Yoshimi R, Apdila ET, Wakabayashi K, Awai K and Hisabori T (2023) Changes in intracellular energetic and metabolite states due to increased galactolipid levels in *Synechococcus elongatus* PCC 7942. Sci Rep 13: 259.

【 国際学会発表件数 】

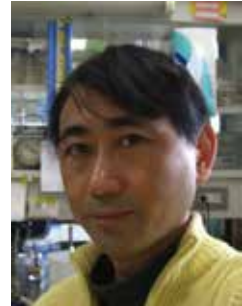
- ・ 24th International Symposium on Plant Lipids など 計 2 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 第 34 回植物脂質シンポジウムなど 計 9 件

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
学術研究院: Most Naoshia Tasnin (R4.10~)
博士課程: Most Naoshia Tasnin (創造科技院 D3)
修士課程: M2 (2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) 飢餓誘導性のマイクロオートファジーの分子基盤の解明

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マイ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、このマイ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見出した(Rahman et al. 2018)。これまで、マイクロオートファジーの場となる液胞の状態がマイクロオートファジーに与える影響に関しては不明であった。今年度、液胞が断片化している状態の方がマイクロオートファジー活性を促進する一方で、マクロオートファジーには影響しないことを見出し報告した(下記文献1)。その過程で、液胞断片化を任意に制御する系を開発した。これらはマイ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となる。

(2) ヌクレオファジーと核小体リモデリングの分子基盤の解明

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。マイ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、細胞周期によってそれらの因子のヌクレオファジーと核小体リモデリングコンデンシンにおける必要性がどのように変化するかを検証した。その結果、間期G1期の細胞においては、Cdc14とHmo1がそれらに必要とされる一方で、コンデンシンは必要ないことが示された。ヌクレオファジーは神経細胞等の分裂を行わない間期細胞内の浄化に重要であり認知症

に關与すると予想される。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。

【 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) Tsuneyuki Takuma and Takashi Ushimaru* (2022) Vacuolar fragmentation promotes fluxes of microautophagy and micronucleophagy but not of macroautophagy. **Biochem Biophys Res Commun.** 2022 Jul 23;614:161-168. doi: 10.1016/j.bbrc.2022.05.021.
- 2) Yuri Takeichi, Tsuneyuki Takuma, Kotaro Ohara, Most Naoshia Tasnin, and Takashi Ushimaru* (2022) Interphase chromosome condensation in nutrient-starved conditions requires Cdc14 and Hmo1, but not condensin, in yeast. **Biochem Biophys Res Commun.** 2022 Apr 20;611:46-52. doi: 10.1016/j.bbrc.2022.04.078. PMID: 35477092

【 国内学会発表件数 】

- ・ 酵母遺伝学フォーラム第 55 回研究報告会、 6 件

【 国際学会発表件数 】

- ・ 10th International Symposium on Autophagy、 2 件

【 招待講演件数 】

- ・ 第 45 回日本分子生物学会年会（2022. 12. 1） 1 件

生物機能を利用した有用物質生産に関する研究

教授 加藤 竜也 (KATO Tatsuya)
バイオサイエンス専攻 (主担当：グリーン科学技術研究所
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： 生物工学
e-mail address: kato.tatsuya@shizuoka.ac.jp



【 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)
博士課程：Indra Memdi Khoris (創科技院 D3、私費)、Jirayu Boonyakida (創科技院 D3、私費)、
Muthuraman Krishna Raja (創科技院 D1、国費)
修士課程：M2 (5名)、M1 (2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

今年度は、ブタロタウイルスワクチン開発を目的として、ブタロタウイルス構造タンパク質 VP6 と VP7 をカイコ幼虫で発現させた (研究業績 1)。VP6 は N 末端側に Strep-Tag II 配列を付加させることで発現させてカイコ脂肪体から精製し、カイコ幼虫 1 頭当たり 330 µg で精製タンパク質が得られた。精製した VP6 を透過型電子顕微鏡で観察したところ、直径数十 nm の粒子を形成することが確認された。また VP7 は、N 末端側にある自身のシグナル配列を削除し、カイコ 30k6G タンパク質のシグナル配列と Strep-Tag II 配列を付加した形でカイコ幼虫で発現させた。カイコ幼虫体液から、カイコ幼虫 1 頭あたり 49 µg の精製タンパク質が得られた。

その他にも、イヌパルボウイルス VP2 タンパク質からなるウイルス様粒子 (Virus-like particle, VLP) をカイコ幼虫で発現させると同時に、SpyTag/SpyCatcher システムと SnoopTag/SnoopCatcher システムを用いて複数のタンパク質の VP2 VLP 表面への提示に成功している (研究業績 2)。また Gag タンパク質からなるラウス肉腫ウイルス様粒子表面上への、A 型インフルエンザウイルス由来ヘマグルチニンの提示にも成功した (研究業績 4)。さらに HRV 3C protease 切断サイトを含む組換えタンパク質を発現させる際に、カイコ幼虫内でそのタンパク質とともに HRV 3C protease を共発現させることで、in vivo (カイコ幼虫体内) でプロテアーゼで切断された組換えタンパク質

を得ることに成功している（研究業績 5）

（4）カイコに感染する *Cordyceps militaris* に関する研究

Cordyceps militaris はカイコに感染し、子実体を形成する。*C. militaris* のカイコ幼虫体内増殖時の遺伝子発現を、RNA-seq を用いて解析を行った（研究業績 3）。*C. militaris* の複数の遺伝子クラスターの大幅な発現が認められた。特にカテコール分解に関する遺伝子クラスターの発現が認められ、感染後期にカイコ幼虫クチクラ層に存在するフェノール性物質の分解に関与していることが示唆された。

【 今後の展開 】

現在までに様々な組換えタンパク質生産法は確立されてきている。その中でも、現在研究を行っているカイコを用いた組換えタンパク質生産法は、カイコの持つ高タンパク質生産能は突出しており、またカイコの飼育のしやすさから、組換えタンパク質の大量生産に非常に向いていると考えられる。しかし、現在までに広く利用されているとはいえ、より簡便に利用していくためには更なる改良が必要とされる。これらのカイコを利用した組換えタンパク質生産法の課題を解決していくとともに、生産した組換えタンパク質やウイルス様粒子、バキュロウイルス粒子を様々な分野に応用していくことを考えている。

さらにカイコに感染して子実体を形成するサナギタケ *Cordyceps militaris* やリボフラビン生産菌である *Ashbya gossypii* に関する研究も進めていく。

【 学術論文・著書 】

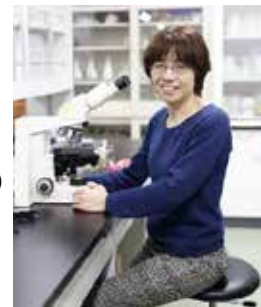
- 1) **Kato T***, Kakuta T, Yonezuka A, Sekiguchi T, Machida Y, Xu J, Suzuki T, Park EY. “Expression and purification of porcine rotavirus structural proteins in silkworm larvae as a vaccine candidate.” Mol. Biotechnol. 65(3), 401-409, 2023 年 3 月
- 2) Xu J, Sekiguchi T, Boonyakida J, **Kato T**, Park EY*. “Display of multiple proteins on engineered canine parvovirus-like particles expressed in cultured silkworm cells and silkworm larvae.” Front. Bioeng. Biotechnol. 11, 1096363, 2023 年 2 月
- 3) **Kato T***, Nihimura K, Misu S, Ikeo K, Park EY. “Changes of the gene expression in silkworm larvae and *Cordyceps militaris* at late stages of the pathogenesis.” Arch. Insect Biochem. Physiol. 111(4), e21968, 2022 年 12 月
- 4) Goffar MG, Deo VK, **Kato T**, Park EY*. “Dual display hemagglutinin 1 and 5 on the surface of enveloped virus-like particles in silkworm expression system.” Protein Expr. Purif. 197, 106106, 2022 年 9 月
- 5) Xu J, Nakanishi T, **Kato T**, Park EY*. “In vivo enzymatic digestion of HRV 3C protease cleavage sites-containing proteins produced in a silkworm-baculovirus expression system.” Biosci. Rep. 42(6), BSR20220739, 2022 年 6 月

【 国内学会発表件数 】

- ・ 第 74 回日本生物工学会大会 1 題（トピックス集掲載）
- ・ 日本農芸化学会 2023 年度大会 1 題

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 (2名)、M2 (3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 (NPC) の局在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 (論文投稿中)。

さらに NPC の熱ストレスによる局在変化については、熱ストレスにより核外に放出される NPC と核膜にクラスターになる NPC を見出しているが、これらの変化がユビキチン・プロテアソーム系 (UPS) の分子の変異株において強められることがわかり、UPS が NPC の品質管理に重要な役割を果たしている結果が得られた。

【 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については、ユビキチンがどのように局在変化に関係しているかを解明する。

【 国内学会発表件数 】

- ・ 6 件

【 査読付き論文数 】

- ・ 1 件

微生物の産生する生理活性物質

教授 小谷 真也 (KODANI Shinya)
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: 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)
JSPS 特別研究員 PD: (1名)
博士課程: D1 (1名)
修士課程: M1 (2名)
学 部 生: B4 (2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

バクテリア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。また、合成遺伝子も活用した。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。hazakensin、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) Acharjee, M.; Ali, M. H.; Jyoti, M. M. S.; Rezanujjaman, M.; Hassan, M. M.; Rana, M. R.; Hossain, M. F.; Kodani, S.; Tokumoto, T., The antagonistic activity of *Padina arborescens* extracts on mPRalpha. *Nat Prod Res* 2022, 1-5.
- 2) Hoshino, K.; Hamauzu, R.; Nakagawa, H.; Kodani, S.; Hosaka, T., Unique Physiological and Genetic Features of Ofloxacin-Resistant *Streptomyces* Mutants. *Appl Environ Microbiol* 2022, 88 (3), e0232721.
- 3) Kaweewan, I.; Ijichi, S.; Nakagawa, H.; Kodani, S.*, Heterologous production of new lanthipeptides hazakensins A and B using a cryptic gene cluster of the thermophilic bacterium *Thermosporothrix hazakensis*. *World J Microbiol Biotechnol* 2022, 39 (1), 30.
- 4) Takahashi, M.; Shinohara, S.; Hamada, M.; Tamura, T.; Dohra, H.; Kodani, S.; Nakagawa, Y.; Kokubo, S.; Hayakawa, M.; Yamamura, H., *Streptomyces pacificus* sp. nov., a novel spongiicolazolicin-producing actinomycete isolated from a coastal sediment. *J Antibiot (Tokyo)* 2023, 76 (2), 93-100.
- 5) Thetsana, C.; Ijichi, S.; Kaweewan, I.; Nakagawa, H.; Kodani, S.* Heterologous expression of a cryptic gene cluster from a marine proteobacterium *Thalassomonas actiniarum* affords new lanthipeptides thalassomonasins A and B. *J Appl Microbiol* 2022, 132 (5), 3629-3639.
- 6) 小谷真也, ATP-grasp リガーゼによって生産される環状ペプチド
化学と生物 60/10 518-526, 2022 年

【 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 2件

哲学の可能性を深く追求し、広く実現する ——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://wwp.shizuoka.ac.jp/philosophy/>



【 研究室組織 】

教 員：竹之内 裕文
博士課程：D3 (1名)、D1 (1名)
修士課程：M2 (2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) コンパッション都市—公衆衛生と終末期ケアの融合、慶應義塾大学出版会、監訳、令和4年10月、1-108, 145-174, 281-327 頁
- 2) いのちと霊性—キリスト教講演集、教友社、令和5年2月、186-230 頁
- 3) 心に鍼を入れられて 2022 死とともに生きることを学ぶ—いくつかの出会いと別れを通して、世の光4月号、令和4年4月、22-23 頁
- 4) 心に鍼を入れられて 2022 対話を通して生と死を学ぶ—死生学カフェという試み、世の光5月号、令和4年5月、22-23 頁
- 5) 心に鍼を入れられて 2022 死生を支え合うコミュニティを作る—コンパッションに導かれて、世の光6月号、令和4年6月、22-23 頁

【 新聞報道等 】

- 1) 朝日新聞 (2022. 5. 6)
- 2) 静岡新聞 (2022. 5. 6)
- 3) 静岡新聞 (2022. 10. 9)
- 4) 図書新聞 (2023. 2. 4)

【 国際学会での発表 】

1) Hirobumi Takenouchi, What does it mean to be ‘compassionate’? From the perspectives of a Japanese philosopher, 7TH PUBLIC HEALTH PALLIATIVE CARE INTERNATIONAL CONFERENCE、ベルギー、2022年9月

【 研究助成 】

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）（基盤研究（C）） 令和4年度～令和7年度
「死生を支え合うコミュニティの思想的拠り所の究明——対話とコンパッションを糸口に」

【 社会貢献活動・講師・研究会 】

- 1) 講演「弱さのちからが生み出すつながり コンパッションにささえられるまちを考える」、第8回オレンジクロスシンポジウム（オンライン）、令和4年7月15日
- 2) 講演「死生を支えあうコミュニティのデザイン 手がかりとしての『対話』と『コンパッション』」、第3回日本緩和医療学会東北支部学術大会第25回東北緩和医療研究会、令和4年10月1日
- 3) 静岡市在宅医療市民公開講座、「対話を通して、『人生の終わり方』について考える」、令和4年10月15日、講師
- 4) 富士市住宅医療介護連携推進講演会、「ホームとコミュニティで死生を支え合う 『コンパッション』と『対話』の力」、令和4年11月5日、講師
- 5) 『世の光』オンラインサロン「死・喪失とともに生きることを学ぶ」、日本バプテスト女性連合主催、令和4年11月23日、講師
- 6) ふくおか在宅ホスピスを進める会主催研修会、「ホームとコミュニティで死生を支え合う 『対話』と『コンパッション』の力～」、令和4年12月17日、講師
- 7) 【島藺進氏による私塾】新たなケアの文化とスピリチュアリティ、「第5回コンパッション都市に向けて」、令和4年12月22日、講師
- 8) 福岡市南区医師会多職種連携研修会、「老、病、死、喪失を受けとめ、助け合う 『コンパッション』に支えられたコミュニティをめざして」、令和5年3月17日、講師
- 9) だいでんケアネットワーク市民公開講座「思いやりのあるまちづくり～支えあいを考える」、令和5年3月21日、講師
- 10) 死生学カフェ（4月23日、7月23日、10月22日、1月28日）主宰（代表）
- 11) 哲学塾（6月4日、9月3日、12月3日、3月4日、ZOOMによるオンライン開催）主宰（代表）
- 12) 風待ちカフェ（第1回5月28日、第2回11月12日、伊豆まつぎ荘）主宰
- 13) 2030松崎プロジェクト・ワークショップのオーガナイザー兼ファシリテーター（令和4年5月29日、6月5日、中間発表会11月20日）、松崎町環境改善センター
- 14) 松崎町まちづくりアドバイザー（令和4年2月～現在）
- 15) ユニバーサル・ホスピスマインドチャンネル（エンドオブライフケア協会）「コンパッション都市とユニバーサルマインド 竹之内裕文×小澤竹俊」
(<https://www.youtube.com/watch?v=3NZhuRc1HoM>)

6月から9月までグラスゴー大学に客員教授として滞在した。Public Health Palliative Care International (PHPCI) と Compassionate Communities UK (CC-UK) のリーダーたちと連携関係を築くことができた。2023年7月に開催されるCC-UKのシンポジウムに招待されている。また現在、単著『農と食を支える哲学・思想』を執筆中であり、2023年度には刊行できる見通しである。

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://plant-chemistry-su.labby.jp/>



【 研究室組織 】

教 員：轟 泰司

修士課程：M2 (3名)、M1 (2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 を異種発現し、酵素試験系を構築した。ABA2 がキサントキシン酸、キサントキシナルコール、1', 4'-ジオール ABA を酸化することを初めて証明し、ABA 生合成代謝に関する新たな知見を得ることができた (論文準備中)。現在、ABA を母核構造した ABA2 阻害剤の創出を検討している。

(3) ABA 配糖体の合成と加水分解に関わる酵素の阻害剤創出

植物における ABA 内生量は、配糖体への代謝ならびに配糖体の加水分解による微調節を受けているが、その詳細な役割と機構は明らかにされていない。ABA の配糖体化を阻害する化合物 ABPAM、ABA 配糖体の加水分解を阻害する化合物 ABTz2Glc(OAc)4 を創出することに成功した。現在、それぞれの酵素の異種発現と酵素試験系の構築を検討している。

(4) 強力かつ実用的な非アゾール型 ABA 代謝酵素阻害剤の創出

ABA の不可逆的な代謝不活性に関わる ABA 8'-水酸化酵素 CYP707A の阻害剤として、我々はすでにアゾール型の Abz-E3M を創出済みであるが、アゾール化合物特有の副作用が原因で実用化には至っていない。そこで、非アゾール型で Abz-E3M の活性を上回る阻害剤の開発に着手し、これに成功した。現在、大量合成ならびに実用化を念頭においた活性評価を検討している。

【 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。

【 国内学会発表件数 】

- ・ 植物化学調節学会 3件

頑健・短稈、大粒、早晩生遺伝子を持つ新植物のスマートゲノム育種

教授 富田 因則 (TOMITA Motonori)
 バイオサイエンス専攻 (主担当：グリーン科学技術研究所
 植物ゲノミクス研究コア長)

専門分野： ゲノム機能解析
 e-mail address: tomita.motonori@shizuoka.ac.jp
 homepage: https://tdb.shizuoka.ac.jp/RDB/public/Default2.aspx?id=11082&l=0



【 研究室組織 】

教 員：富田 因則
 修士課程：M1 (2名)

【 研究目標 】

激化する気候危機の下、毎年のように相次ぐ大型台風・大雨により、我国のみならず世界的にイネの倒伏・浸水被害が拡大しており、遺伝的にイネを頑健かつ多収化して食糧安全保障を図る必要がある。講演者らは、頑健・短稈(台風、豪雨による倒伏リスク解消、自動化農業適合、労力軽減)、大粒・多穂・バイオマス増大(低コスト・多収)、早晩生(地域環境に適應)をもたらすシーズ遺伝子を見出すとともに、それらを世界的な銘柄品種であるコシヒカリのゲノムにスマート育種法で組合せることにより、各地に最適な頑健・多収遺伝子型の品種を開発する。

【 主な研究成果 】

(1) 大粒・短稈遺伝子を統合した「コシヒカリ sd1GW2」

まず、コシヒカリ×いのちの壺の交雑 F₃ で分離した大粒個体を一回親、コシヒカリを反復親とする戻し交雑によって、いのちの壺から大粒遺伝子 *GW2* を移入した「コシヒカリ GW2」を育成した (Tomita et al. 2019, *Int J Mol Sci*)。次に、十石の短稈遺伝子 *sd1* を移入したコシヒカリ *sd1* とコシヒカリ GW2 との交雑 F₂ で分離した *sd1GW2* ホモ型個体を一回親、コシヒカリ *sd1* を反復親とする戻し交雑を経た BC₅F₂~F₃ で *sd1GW2* ホモ型の「コシヒカリ sd1GW2」を選定した。コシヒカリ sd1GW2 には同定した *sd1*、*GW2* のクラスター以外、コシヒカリに対する DP \geq 10 の SNPs の頻度は 1.0 Mb 当たり僅か 1.24 個であり、コシヒカリゲノムに置換された。コシヒカリ sd1GW2 は、コシヒカリより 14 cm (23%) 短稈化して粒重が%増加し、収量が 25%増加した(図1)。粒重・穂重の増加による倒伏のリスクを短稈化によって補填した遺伝子型が誕生した。はこの大粒・短稈コシヒカリの実地生産がコシヒカリの産地、御殿場で始まった。

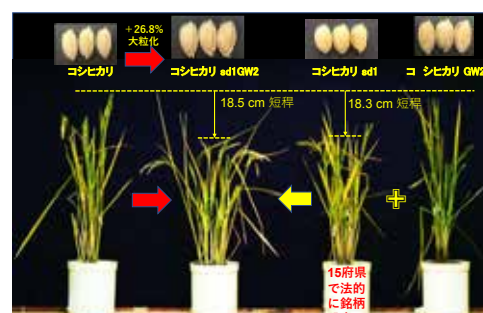


図1. 大粒化して穂が重くても、短稈化で倒伏を防止した、気候危機下で安定・多収生産を確保する「コシヒカリ sd1GW2」の遺伝的変化

(2) 極早生・大粒遺伝子を統合した「コシヒカリ e1GW2」

コシヒカリのゲノムに開花を 2 週間早めて北海道におけるコシヒカリの生産を可能にする時無し性・極早生遺伝子 *e1*、粒重を 34%増加させる大粒遺伝子 *GW2* を連続戻し交雑で統合した。次世代シーケンサーによる全ゲノム解析によってゲノム全体がコシヒカリに置換された同質遺伝子系統を選択・固定した。「コシヒカリ e1GW2」は *GW2* によって粒重が 31%増大し、*e1* による時無し性・極早生化(図2)によって植物工場におけるイネの周年生産が可能になると考えられ、地球温暖化に伴う気候危機下で激甚災害を被っている水田作の代替に有効である。

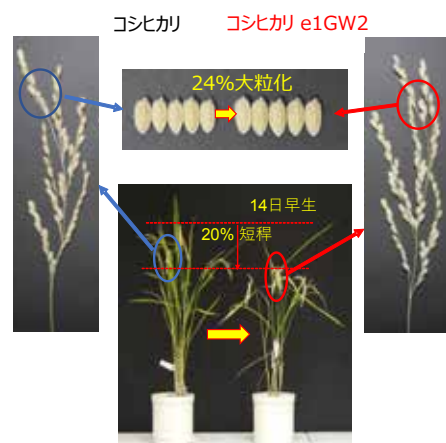


図2. 時無し性・極早生化による開花促進で北海道や植物工場における生産を可能にするとともに、大粒化した「コシヒカリ e1GW2」の遺伝的変化

(3) 晩生・短稈遺伝子を統合した「コシヒカリ sd1Hd16」、「コシヒカリ d60Hd16」

コシヒカリ×イセヒカリの交雑F₂で分離した最晩生個体を一回親、コシヒカリを反復親とする6回の連続戻し交雑によってイセヒカリから晩生遺伝子 *Hd16* を移入したコシヒカリ Hd16 (BC₆F₃) を育成した。さらに、コシヒカリ sd1、コシヒカリとの2回の戻し交雑を経て、BC₈F₂で短稈遺伝子 *sd1* と *Hd16* を組合せた「コシヒカリ sd1Hd16」を育成した。他方、コシヒカリ d60 との3回の戻し交雑を経て、BC₇F₂で *Hd16d60* ホモ型の「コシヒカリ

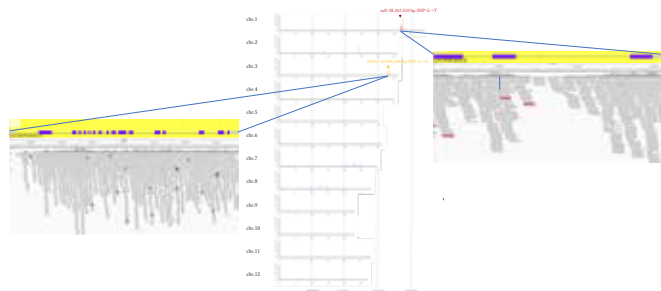


図3. 14日晩生化するHd16遺伝子と20 cm短稈化するsd1遺伝子以外がコシヒカリのゲノムに置換されたコシヒカリsd1Hd16の全ゲノム解析

d60Hd16」を育成した。コシヒカリ sd1Hd16、コシヒカリ d60Hd16には *sd1*、*Hd16*のクラスターが残る以外、DP \geq 10のSNPsの頻度は1.0 Mb当たりコシヒカリ sd1Hd16で僅か0.71個、コシヒカリ d60Hd16で0.62個で、コシヒカリゲノムに置換された(図3)。コシヒカリ d60Hd16はコシヒカリより12 cm(19%)短稈化し、穂数18%増、収量12%増となり、コシヒカリ sd1Hd16は8 cm(13%)短稈で、穂数が46%、収量が25%増加した。*Hd16*で14日晩生化して高温登熟障害を回避するとともに、短稈で秋台風への耐倒伏性を持つ遺伝子型が誕生した。この短稈・晩生コシヒカリは、愛媛県農林水産研究所では、生産高が全国2位の「ヒノヒカリ」より粒重が重く、8%多収で、かつ耐倒伏性、品質等級で上回り、島根県農業技術センターでは島根県が生産高全国1位を誇る「きぬむすめ」より粒重が0.4 g重く、穂数は26%も多くて食味スコアは3ポイント優った。

【今後の展開】

岸田内閣が推進するスタートアップ総合支援のもとで、プロセスイノベーション「新・緑の革命」を目指す。

【学術論文・著書】

- 1) [Motonori Tomita](#), Ryouichirou Tokuyama (2022) Isogenic Japonica rice Koshihikari integrated with late flowering gene *Hd16* and semidwarfing gene *sd1* to prevent high temperature maturation and lodging by typhoon. *Life* 12: 1237.
- 2) [Motonori Tomita](#), Hiroumi Ebata, Kousuke Nakayama (2022) Large grain and semidwarf isogenic rice Koshihikari integrated with *GW2* and *sd1*. *Sustainability* 14: 11075.
- 3) Hiroyuki Mori, [Motonori Tomita](#), Yuki Taketani (2022) Development of isogenic rice Koshihikari multiresistant to diseases and insects. The 8th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 2022 (ISFAR-SU2022) **Best Presentation Award**
- 4) [Motonori Tomita](#), Yusuke Obara (2022) Year-round flowering gene *e1*, a mutation at the *E1* locus on rice chromosome 7, and its combination with Green Revolution gene *sd1* in an isogenic cell line. *Gene* 815: 146166.
- 5) [Motonori Tomita](#), Ryouichirou Tokuyama, Shousuke Matsumoto, Kazuo Ishii (2021) Whole genome sequencing revealed a late-maturing isogenic rice Koshihikari integrated with *Hd16* gene derived from an Ise Shrine mutant. *International Journal of Genomics* 2021: 4565977.
- 6) [Motonori Tomita](#), Takaaki Kanzaki, Eri Tanaka (2021) Clustered and dispersed chromosomal distribution of the two classes of *Revolver* transposon family in rye (*Secale cereale*). *Journal of Applied Genetics* 62: 365-372.
- 7) [Motonori Tomita](#), Keiko Nakatsuka, Natsuko Morita, Evance Lagudah, Rudi Appels (2021) NBS-LRR-containing class of salicylic acid-induced gene transcript in rye. *Genetika* 53: 1-10.
- 8) [Motonori Tomita](#), Masaaki Yamashita, Akihiro Omichi (2021) Gene structure of three kinds of vacuolar-type Na⁺/H⁺ antiporters including *TaNHX2* transcribed in bread wheat. *Genetics and Molecular Biology* 44: e202200207.
- 9) [Motonori Tomita](#), Hiroyuki Tanaka, Kouichi Takahashi (2021) ABA-induced serine/threonine protein kinase gene transcribed in rye (*Secale cereale* L.). *Cereal Research Communications* 49: 21-30.
- 10) [富田因則](#) (2021) 気候危機におけるスーパーコシヒカリの開発とゲノム改変関連法令. 融合 32: 35-40.
- 11) [富田因則](#) (2020) 国際的に通用するグローバルエンジニア. 生物工学会誌 98: 688-692.

【国内学会発表件数】

・日本育種学会など 計9件

有用遺伝子の発現による生物機能の革新的利用

教授 朴 龍洙 (PARK Enoch Y.)
バイオサイエンス専攻 (主担当: グリーン化学技術研究所、
(副担当: 農学部 応用生物化学科及び 大学院総合科学技術研究科農学専攻)
専門分野: 分子生物学、遺伝子発現
e-mail address: park.enoch@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/biotech/park/>



【 研究室組織 】

教 員 : 朴 龍洙

研 究 員 : Indra Mendi Khoris (JSPS 外国人特別研究員)、Jirayu Boonyakida (学術研究員)

博士課程 : Indra Mendi Khoris (創造科技学院 D3)、Jirayu Boonyakida (創造科技学院 D3)、
Krishna Raja Muthuraman (創造科技学院 D1)

修士課程 : M2 (1名)、M1 (1名)

【 研究目標 】

カイコバイオテクノロジーを応用してウイルス様粒子の発現し、感染症に対するワクチン開発や
ナノバイオテクノロジーを駆使した感染症原因ウイルスの超高感度・迅速検出を展開している。
(1) バクミドによる遺伝子発現のハイスループットおよび高機能性ナノマテリアルの創成
(2) ウイルスの高感度・迅速検出システムの開発
(3) ウイルス様粒子を用いたワクチン開発

【 主な研究成果 】

(1) **クルマエビに感染する white spot syndrome virus (WSSV) の抗原の同定とワクチンとしての応用**

WSSVのキャプシドタンパク質の一つであるVP15を世界初めて新規抗原として同定し、カイコのサナギに発現した (Fish and Shellfish Immunology, 128, 157-168, 2022)。精製せずにパウダーにしたサナギを、飼料と混合した飼料を経口投与したところ、相対生存率80%以上を得た (朴 龍洙ら、「WSSVワクチン」、WO 2022/158453 出願、2022年7月28日出願)。

(2) **標的ウイルスの超高感度検出**

感染症原因ウイルスの検出を行うため新規電極を開発し、pHメーターのようにウイルスを検出する手法を開発し、国際特許を取得した (US 特許 11519876, 2023年12月6日登録)。

【 今後の展開 】

上記の研究(1)では、引き続き多抗原提示用ウイルス様粒子プラットフォームを完成し、マラリアやデングワクチン開発につなげる。

【 学術論文 】

- 1) Jian Xu, Tomofumi Sekiguchi, Jirayu Boonyakida, Tatsuya Kato, Enoch Y. Park, Display of multiple proteins on engineered canine parvovirus-like particles expressed in cultured silkworm cells and silkworm larvae, *Frontiers in Bioeng. & Biotechnol.*, 11: 1096363, (2023). Doi: [10.3389/fbioe.2023.1096363](https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1096363) (IF=6.064).
- 2) Akhilesh Babu Ganganboina, Indra Memdi Khoris, Akinori Konno, Tian-Cheng Li, Akihiro Okamoto, Enoch Y. Park, CdSe-Co₃O₄@TiO₂ nanoflower-based photoelectrochemical platform probing visible light-driven virus detection, *Microchimica Acta*, 190: 46, (2023). Doi: [10.1007/s00604-022-05623-9](https://doi.org/10.1007/s00604-022-05623-9) (IF=6.408).
- 3) Boonyakida, Jirayu; Khoris, Indra Memdi; Nasrin, Fahmida; Park, Enoch Y., Improvement of Modular Protein Display Efficiency in SpyTag-Implemented Norovirus-like Particles, *Biomacromolecules*, 24(1), 308–318 (2023). Doi: [10.1021/acs.biomac.2c01150](https://doi.org/10.1021/acs.biomac.2c01150) (IF=6.978, Cite Score=11.3). Cover of this journal.

- 4) Nozomi Oka, Sota Mori, Marina Ikegaya, Enoch Y Park, Takatsugu Miyazaki, Crystal structure and sugar-binding ability of the C-terminal domain of N-acetylglucosaminyltransferase IV establish a new carbohydrate-binding module family, *Glycobiology*, 32(12),1153–1163 (2022). doi.org/10.1093/glycob/cwac058 (IF= 5.954).
- 5) Ali Zineddine Boumehira, Bronwyn Kirby, Marla Trindade, Hocine Hacène, Enoch Y. Park and Hesham A. El Enshasy, *Streptomyces* sp. ADR1, Strain Producing α - and β -Rubromycin Antibiotics, Isolated from Algerian Sahara Desert, *Fermentation*, 8, 473 (2022). doi.org/10.3390/fermentation8100473 (IF=5.123).
- 6) Indra Memdi Khoris, Tsuruga Kenta, Akhilesh Babu Ganganboina, Enoch Y. Park, Pt-embodiment ZIF-67-derived nanocage as enhanced immunoassay for infectious virus detection, *Biosens. Bioelectron.*, 215, 114602 (2022). DOI: 10.1016/j.bios.2022.114602 (IF= 12.545, Nov. 1, 2022).
- 7) Jirayu Boonyakida, Takafumi Nakanishi, Jun Satoh, Yoshiko Shimahara, Tohru Mekata, and Enoch Y. Park, Immunostimulation of shrimp through oral administration of silkworm pupae expressing VP15 against WSSV, *Fish and Shellfish Immunology*, 128, 157–168 (2022). 10.1016/j.fsi.2022.07.043 (IF=4.622, Sept. 2022)
- 8) Fahmida Nasrin, Indra Memdi Khoris, Ankan Dutta Chowdhury, Jirayu Boonyakida, Enoch Y. Park, Impedimetric biosensor of Norovirus with low variance using simple bioconjugation on conductive polymer-Au nanocomposite, *Sensors and Actuators B: Chemical*, 369, 132390 (2022). doi.org/10.1016/j.snb.2022.132390 (IF=9.22, July 20, 2022)
- 9) Indra Memdi Khoris, Fahmida Nasrin, Ankan Dutta Chowdhury, Enoch Y. Park, Advancement of dengue virus NS1 protein detection by 3D-nanoassembly complex gold nanoparticles utilizing competitive sandwich aptamer on disposable electrode, *Analytica Chimica Acta*, 1207, 339817 (2022). doi.org/10.1016/j.aca.2022.339817 (IF=6.558, May15, 2022).
- 10) Marina Ikegaya, Toshio Moriya, Naruhiko Adachi, Masato Kawasaki, Enoch Y. Park, and Takatsugu Miyazaki, Structural basis of the strict specificity of a bacterial GH31 α -1,3-glucosidase for nigerooligosaccharides, *J. Biol. Chem.*, 298(5), 101827, doi: 10.1016/j.jbc.2022.101827 (2022). (IF 5.157, May 12, 2022).
- 11) Yuki Kimura, Tomohiro Ohkubo, Kosuke Shimizu, Yasuhiro Magata, Enoch Y. Park, Masakazu Hara, Inhibition of cryoaggregation of phospholipid liposomes by an Arabidopsis intrinsically disordered dehydrin and its K-segment, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 211, 112286 (2022). Doi: 10.1016/j.colsurfb.2021.112286 (IF=5.268).

・その他9件を发表済。

【著 書】

- 1) Ojodomo J. Achadu, Chaoying Wan and Enoch Y. Park, “Plug and play” diagnostic systems with optoelectronic nanosensors”, *Nanoscience*, 8, 221–248 (2022), Royal Society of Chemistry.

【 特許等 】

- 1) 朴 龍洙、Jirayu Boonyakida、Jian Xu、「WSSVワクチン」、WO 2022/158453 出願 (2022年7月28日出願)
- 2) 朴 龍洙、竹村謙信、Ankan Dutta Chowdhury、「Electrode for electrochemical detection」、US特許11519876 (2023年12月6日登録)

【 国際会議発表件数 】

13件

【 国内学会発表件数 】

・生物工学会、農芸化学会など21件

【 招待講演件数 】

10件

【 新聞報道等 】

・「カイコのタンパク質でワクチン開発」、2023年3月26日、読売新聞朝刊23面

【 受賞・表彰 】

3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: 古田島 美颯 (D3)、殷 茹 (D2)、王 俊紅 (D1)

修士課程: M2 (4名)、M1 (4名)

学 部 生: 7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、アジピン酸誘導体)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。

また、白色腐朽菌を含む「キノコ類」全般に関して、その基礎から応用まで、幅広く研究を展開している。

【 主な研究成果 】

(1) 高活性リグニン分解菌 *Phanerochaete sordida* YK-624 株によるリグニン非分解条件下における bisphenol F の代謝

bisphenol F (BPF) は内分泌攪乱作用があり、動物や人間の健康を著しく脅かしている。BPF の浄化には、物理化学的な手法よりも生物学的な方法の方が環境に望ましい。白色腐朽菌は環境汚染物質を分解する能力を有するため、研究が進んでいる。高活性リグニン分解菌 *Phanerochaete sordida* YK-624 株は、リグニン分解条件下でリグニン分解酵素によって BPF を分解することが示されている。本研究では、非リグニン分解条件下での BPF の分解を検討した。その結果、BPF は7日間の培養で完全に除去できることが確認された。BPF の代謝物である 4,4'-dihydroxybenzophenone (DHBP) を、質量分析及び各種 NMR により同定し、DHBP は本菌によりさらに分解されて 4-hydroxyphenyl 4-hydroxybenzoate (HPHB) になることが判明した。DHBP と HPHB は BPF の中間代謝物であり、*P. sordida* YK-624 株でさらに分解されることが判明した。また、BPF の分解にはシトクロム P450 が重要な役割を果たしている。つまり、*P. sordida* YK-624 株により BPF は DHBP に変換され、さらにシトクロム P450 によって酸化され HPHB になると考察した。さらに、毒性試験により、BPF 及びその代謝物の内分泌攪乱活性は、HPHB > BPF > DHBP の順であることが確認された (*Applied Microbiology and Biotechnology*, 106, 6277-6287, 2022)。

(2) 高活性リグニン分解菌 *Phanerochaete sordida* YK-624 株におけるバニリン代謝機構の解析

白色腐朽菌は自然界においてリグニンを高度に分解可能な唯一の微生物であり、リグニンの分解過程で生じたバニリンのような芳香族化合物を、ムコン酸誘導体を經由して無機化すると推測されている。ムコン酸誘導体は高分子材料の原料になり得ることから、白色腐朽菌においてムコ

ン酸誘導体の代謝酵素遺伝子を同定し、ノックアウトすることで、リグニンから高分子材料の原料を生産することが可能になると期待される。しかしながら、白色腐朽菌における低分子リグニンの代謝に関する報告は僅かであり、その代謝機構及び代謝酵素遺伝子の大部分は明らかになっていない。そこで、高活性リグニン分解菌 *P. sordida* YK-624 株のゲノム解析、トランスクリプトーム解析、メタボローム解析結果から芳香族化合物の代謝経路を解析した。その結果、*P. sordida* YK-624 株は、芳香族化合物を 1, 2, 4-トリヒドロキシベンゼン (THB) に変換した後、3-ヒドロキシムコン酸 (HMA) へと環開裂し、更に 3-hydroxyhex-2-enedioic acid (HEA) へと代謝しており、環開裂反応に THB dioxygenase が、HMA から HEA への反応に HMA reductase が関与していることを解明した。

【 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ンリーにおいては、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) M. Kotajima, J-H. Choi, T. Suzuki, J. Wu, H. Hirai, D.C. Nelson, H. Ouchi, M. Inai, H. Dohra, H. Kawagishi (2023) The role of xanthine dioxygenase in the biosynthetic pathway of 2-aza-8-oxohypoxanthine of *Lepista sordida*, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, **87**, 420-425.
- 2) J. Wang, R. Yin, Y. Liu, B. Wang, N. Wang, P. Xiao, T. Xiao, H. Hirai (2023) Meta-analysis of neonicotinoid insecticides in global surface waters, *Environmental Science and Pollution Research*, **30**, 1039-1047.
- 3) M. Kotajima, J-H. Choi, M. Kondo, C. N. D'Alessandro-Gabazza, M. Toda, T. Yasuma, E. C. Gabazza, Y. Miwa, C. Shoda, D. Lee, A. Nakai, T. Kurihara, J. Wu, H. Hirai, H. Kawagishi (2022) Axl, immune checkpoint molecules and HIF inhibitors from the culture broth of *Lepista luscina*, *Molecules*, **27**, 8925.
- 4) R. Yin, X. Zhang, B. Wang, J. Jia, N. Wang, C. Xie, P. Su, P. Xiao, J. Wang, T. Xiao, B. Yan, H. Hirai (2022) Biotransformation of bisphenol F by white-rot fungus *Phanerochaete sordida* YK-624 under non-ligninolytic condition, *Applied Microbiology and Biotechnology*, **106**, 6277-6287.
- 5) J. Wang, J. Wu, R. Ogura, H. Kobori, J-H. Choi, H. Hirai, Y. Takikawa, H. Kawagishi (2022) Anti-phytopathogenic-bacterial fatty acids from the mycelia of the edible mushroom *Agaricus blazei*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, **86**, 1327-1332.
- 6) J. Wang, J. Wu, K. Tsutsumi, J-H. Choi, H. Hirai, H. Kobori, Y. Takikawa, H. Kawagishi (2022) A new lanostane triterpenoid from the mushroom *Hypholoma fasciculare*, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, **86**, 819-823.

他 5 編

【 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 2 1 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)
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

修士課程：M2 (5名)、ABP M2 (1名)、M1 (3名)

【 研究目標 】

我々はプラスチドの分化・発達に關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、植物の病虫害防御応答に関わっていることが明らかになってきた。病害応答に關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關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關与していることが推測された。(虫害応答は、笠井先生との共同研究)

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。

（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

本研究室で発見された *ghost white*(*gw*)は ‘Micro-Tom’ の突然変異体であり、野生型の果実が未成熟段階で緑色を示すのに対して、突然変異体ではクロロフィルが減少し、白色を呈する。加えて、野生型よりも早期に葉と萼の黄化が始まり、開花後 30 日、46 日での果実のカロテノイド含量が野生型の 1/2 にまで減少している。種子休眠に関わる ABA も開花後 30 日の果実では約 1/2、開花後 46 日では約 2/3 に減少しているため、*gw* 変異体では種子の果実内発芽率が野生型と比較し 1.7 倍高い。シロイヌナズナの *GW* 遺伝子ホモログの変異体も穂発芽率が高いという報告がある。そこで、*gw* 変異体に ABA を水耕栽培で施用して果実内発芽率が回復するか確認したところ、開花後 90 日の果実内発芽率は、ABA 未施用区で野生型 0%、*gw* 43%に対し、ABA 1 μ M 処理区では野生型 0%、*gw* 21.3%となり未処理区より果実内発芽率が減少した。*gw* 果実における ABA の内生量の低下が果実内発芽を促進させたと考えられた。次に、*gw* の早期の葉や萼の黄化の原因を調べるために、二週間の強光・低温ストレス処理をした結果、*gw* は野生型よりも葉などの黄化が植物体全体で観察された。また、NBT 染色を行った結果、*gw* の方が濃く染色がされ、上位葉になるに従い染色が濃くなったため、 O_2^- が多く発生していると考えられた。*gw* は野生型と比較しカロテノイド含量が低いため、活性酸素の消去能も低いと考えられ、強光などの環境ストレスによって生じた活性酸素が消去されず、クロロフィル分解による黄化が進んだと考えられた。

（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

Seung-won Choi^{1,2}, Kie Kumaishi³, Reiko Motohashi⁴, Harumi Enoki⁴, Wiluk Chacuttayapong⁴, Tadashi Takamizo⁵, Hiroaki Saika⁶, Masaki Endo⁶, Tetsuya Yamada⁷, Aya Hirose⁷, Nobuya Koizuka⁸, Seisuke Kimura^{9,10}, Yaichi Kawakatsu⁹, Hiroyuki Koga¹¹, Emi Ito^{2,12}, Ken Shirasu^{1,*}, Yasunori Ichihashi^{3,**} (2022) Oxycam-type nonsteroidal anti-inflammatory drugs enhance Agrobacterium-mediated transient transformation in plants. *Plant Biotechnol.* 39:323-327.

（4）フェアリー化合物が植物細胞に与える影響について

フェアリーリングは芝を環状に繁茂、あるいは生育抑制させる現象を指す。この現象を引き起こす糸状菌の 1 種であるコムラサキシメジより AHX と ICA が、AHX の植物体内での代謝産物として AOH が発見され、これらをフェアリー化合物 (FCs) と総称する。FCs は様々な植物体に対して生長調節物質としての活性を示す。FCs は環境ストレス耐性付与効果も観察されており、AOH 処理による ABA の蓄積が見られたことから、その一部の効果は ABA が関与している可能性が考えられた。そこで、AOH による根の伸長抑制と同程度の抑制を示す ABA 濃度から、ABA 阻害剤である PANMe の最適濃度を求め、FCs との共処理を行った。PANMe は単独でシロイヌナズナの生育に悪影響を及ぼすため、1 μ M 以下の濃度で FCs との共処理を観察した。PANMe 共処理により伸長抑制が回復したことから、FCs の根の伸長抑制効果に ABA が関わることを示唆された。

また、FCs は植物にも内生することが分かっているが、その生合成経路は未だ不明な点が多い。AHX から AOH の代謝への関与が疑われる *XDH1*、*XDH2* の遺伝子を破壊したゲノム編集個体を作製したが、直接的な関与を示すような結果は得られなかった。そこで、XDH 阻害剤である Allopurinol (APO) を用いた実験として、APO と各 FCs、APO と尿酸を培地に添加して 2 週間表現型観察を行った。結果、APO と AHX、ICA を共処理すると表現型が回復したが、AOH や尿酸と共処理しても回復は見られなかった。このことから、AHX や ICA が APO で遮断される経路を回復させている可能性が示唆された。

（河岸先生、崔先生、轟先生、竹内先生との共同研究）

(5) サトイモの疫病蔓延防除

サトイモはインドや中国あたりが原産とされ、約 1、2 万年前に東南アジア付近で発祥した根裁農耕文化に伴い栽培され始めた植物である。日本の渡来ルートは明らかではないが、縄文時代には伝搬し栽培化したと考えられており、稲作が始まる前の重要な食料源だったと考えられている。人とともに輸送されたサトイモの動きを明らかにすることで、当時の人類(ヤポネシア人)の動きの解明に貢献できるとともに、サトイモのゲノム解析結果は乏しいゲノム基盤情報の拡充につなげることができる。本研究では、SSR マーカー解析、次世代シーケンサーを利用した新規マーカー作製技術の GRAS-Di 法を用いて系統解析を行い、21 か国 96 サンプルのサトイモ系統の遺伝的な違いを調べた。GRAS-Di 解析では 1,000 Mreads/total のデータを得、得られた 300,891 マーカーから 5,315 マーカーに絞り込み、DARwinsoftware を用いて系統樹を作成した。また、アンプリコン配列をリファレンスゲノムにマッピングして約 1 万の SNP を検出し、PCA, Admixture, NJ tree, f 系統量などの解析を行った。解析結果から日本に古くから自生するサトイモの多くはエグイモに属し、これらは蓮葉芋・土垂、平大葉と近縁であることが示された。

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、研究を行なった。

Masi Sireli, Shinichirou Kodama, Kazuhiro Ikezawa, Yatsuka Nishi, Masato Kawabe, Reiko Motohashi, Ken Komatsu & Tsutomu Arie (2022) Three species of *Fusarium* involved in the dry rot of taro (*Colocasia esculenta*) in Kagoshima Prefecture, Japan. *Journal of General Plant Pathology* 89:16-23.

(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

古くから日本の紙の原材料としてクワ科コウゾ属が使用されることが多い。コウゾ属はカジノキ (*B. papyrifera*)、ヒメコウゾ (*B. kazinoki*)、及びツルコウゾ (*B. kaempferi*) の 3 種と、ヒメコウゾとカジノキの交雑により生じた雑種コウゾ (*B. kazinoki* × *B. papyrifera*) によって構成されているが、分類学的背景が非常に複雑で、現在も明確な区分分けがされていない。また、日本においてカジノキは外来種とされており、いつどのような経路を辿って日本に渡来したのか未だ解明されていない。日本全国のクワ科コウゾ属、クワ科クワ属、海外のコウゾ属の葉の標本について、母性遺伝する葉緑体ゲノムの PS-ID, Tand-2, Tand-3 領域、父親と母親それぞれから遺伝情報を反映する核ゲノムの TOP06 領域の配列を決定し、コウゾ属の分類を行った。葉緑体ゲノムを用いた解析結果では、5 つのグループ型に分類することができ、I 型には日本本土のカジノキ、II 型には沖縄や奄美大島のカジノキ、III, IV 型にはヒメコウゾ、雑種コウゾ、ツルコウゾ、V 型にはクワ科クワ属のヤマグワが分類された。日本には日本本土のカジノキ、沖縄のカジノキの 2 つの葉緑体ゲノム型(母親の祖先が異なる 2 つのグループ)が存在し、カジノキとそれ以外の種に分けることができた。

【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。サトイモの産地の愛媛県と連携し、サトイモの育種基盤整備のためのゲノム情報を取得する。

【 学術論文・著書 】

- 1) Seung-won Choi^{1,2}, Kie Kumaishi³, Reiko Motohashi⁴, Harumi Enoki⁴, Wiluk Chacuttayapong⁴, Tadashi Takamizo⁵, Hiroaki Saika⁶, Masaki Endo⁶, Tetsuya Yamada⁷, Aya Hirose⁷, Nobuya Koizuka⁸, Seisuke Kimura^{9,10}, Yaichi Kawakatsu⁹, Hiroyuki Koga¹¹, Emi Ito^{2,12}, Ken Shirasu^{1,*}, Yasunori Ichihashi^{3,**} (2022) Oxidant-type nonsteroidal anti-inflammatory drugs enhance Agrobacterium-mediated transient transformation in plants. *Plant Biotechnol.* 39:323-327.
- 2) Masi Sireli, Shinichirou Kodama, Kazuhiro Ikezawa, Yatsuka Nishi, Masato Kawabe, Reiko Motohashi, Ken Komatsu & Tsutomu Arie (2022) Three species of Fusarium involved in the dry rot of taro (*Colocasia esculenta*) in Kagoshima Prefecture, Japan. *Journal of General Plant Pathology* 89:16-23.
- 3) ヤポネシア人は稲作渡来前にサトイモを食べていたのか 齊藤 惟奈・篠村 菜月・小西 達夫・花森 功仁子・藤井 浩・大村 三男・本橋 令子 (2022) *アグリバイオ* 6(9):48-52.

【 国内学会発表件数 】

- ・植物バイオテクノロジー学会など 8 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：D2（1名）
修士課程：M2（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) 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 】

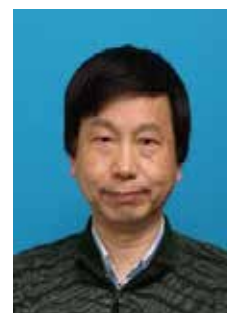
(1)/(2) ムチン、食物繊維およびデンプンを腸内細菌による発酵基質とし、ヒト新鮮便を用いた嫌氣的培養を行なった。経時的に発酵代謝産物、16S rRNA 解析に基づく菌叢解析を行なった結果から、内因性発酵基質としてムチンは量的・質的に無視できない存在であり、ムチンは細菌の多様性を維持し、短鎖脂肪酸産生を下支えすることで、大腸 SCFA 産生量の揺らぎを抑え、宿主と腸内細菌の共生関係の維持に貢献していることを明らかにした。

【 国内学会発表件数 】

2 件

生体膜の生物物理学

教授 山崎 昌一 (YAMAZAKI Masahito)
バイオサイエンス専攻 (主担当：電子工学研究所、副担当：理学部
物理学科及び 大学院総合科学技術研究科理学専攻 物理学コース)
専門分野：生体膜や脂質膜の構造・機能とそれらのイメージング、膜蛋白質
抗菌ペプチド・細胞透過ペプチド、巨大リポソーム、キュービック相
e-mail address: yamazaki.masahito@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wwp.shizuoka.ac.jp/masahito-yamazaki-la/>



【 研究室組織 】

教 員：山崎 昌一

研 究 員：(3名) Victor LEVADNYY (創造科技院・客員教授、ロシア科学アカデミー・理論薬理学センター)、Farzana Hossain と Md. Zahidul Islam (ともに電子工学研究所のポスドク)

博士課程：(2名) Md. Masum Billah (創造 D3), Marzuk Ahmed (創造 D1-D2)

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) 膜張力が抗菌ペプチド・マガニン2 (Mag) によるポア形成とその時間発展に与える効果

抗菌ペプチド(AMP) のポア形成に対する膜張力の効果の研究は、そのポア形成のメカニズムやポアの特性を明らかにするために重要である。従来は、マイクロピペットを用いて巨大リポソーム(GUV)に膜張力を与え、その GUV と抗菌ペプチドの相互作用によるポア形成が研究されてきた(*Langmuir*, 31, 3391, 2015)。しかし、ポア形成と同時に GUV がマイクロピペット内に吸引され、十分な情報が得られなかった。最近、生理的な濃度のイオンを含む緩衝液中の GUV の浸透圧をかけたときに、GUV の膜にかかる張力を実験的に求めることに成功し、その張力の値が理論から求められる値と実験誤差範囲内で一致することが分かった(*J. Phys. Chem. B*, 124, 5588, 2020)。本研究ではその方法を用いて、浸透圧による膜張力が AMP の Mag によるポア形成にどのような効果を持つかを研究した。浸透圧による膜張力が増大するにつれて、Mag によるポア形成の速度定数 k_p は増大した。膜張力が大きいときは、GUV が破裂することもあった。その GUV の破裂の詳細な過程を調べるために、GUV の膜に蛍光ラベルした脂質を少量添加し、Mag によるポア形成から GUV 破裂までの膜中のポアサ

イズの変化や GUV の形態変化を 10 ms の時間分解能で観測した。ポアが形成された後の約 100 ms の間は GUV の直径が変化せずにポアの直径だけが增大し、その後ポアの縁の膜厚が増大して、最後に膜の凝集体に変化することが明らかになった。また、浸透圧下の GUV と Mag の相互作用による膜の面積増加率を測定し、その他の実験結果も併せて、GUV の内側単分子膜の膜張力 σ_{in} を評価した。その結果、 σ_{in} が增大するにつれて、 k_p が增大することが明らかになった。以上の結果を用いて、膜の張力が Mag のポア形成やそのポア構造の時間変化に与える効果を議論した (*Phys. Chem. Chem. Phys.*, 24, 6716, 2022)。

(2) 抗菌物質や抗菌ペプチド (AMP) の抗菌活性や殺菌活性の単一細胞レベルでの解析法の開発

従来の抗菌活性や殺菌活性は、たくさんの細菌の懸濁液を用いる方法 (たとえば、MIC、MBC、time-kill assay) により、たくさんの細菌の応答の平均値の測定から評価されてきた。最近では、1個の細菌と AMP の相互作用の研究もおこなわれるようになり、単一細胞レベルでの抗菌活性や殺菌活性の測定法が必要になってきた。本研究では、その目的のために新しい方法を開発した。この方法では、寒天プレート上の1個の細菌細胞の増殖を光学顕微鏡で観測し、1個の細胞が増殖して形成するマイクロコロニー中の細胞数の時間変化を測定する。マイクロコロニー当たりの細胞数の分布の時間変化やマイクロコロニーにおける細胞の世代時間を求めることに成功した。単一細胞解析の方法A (抗菌活性の測定) では、種々の濃度の AMP 存在下で単一細胞の増殖を観測し、1個の細胞しかないマイクロコロニーの割合 P_{single} の AMP 濃度依存性を求めた。 $P_{single} = 1$ となる AMP の最小濃度が MIC に相当することが分かった。単一細胞解析の方法B (殺菌活性の測定) では、AMP と細菌を一定時間相互作用させたのちに、AMP を除いて単一細胞の増殖を観測する。この方法Bでは、 P_{single} は死んだ細胞の割合を意味する。 P_{single} の相互作用時間依存性を測定して、1個の細胞の死に必要な相互作用の時間を求めた。この方法は簡単で単一細胞レベルでの解析が可能であるので、今後の発展に期待できる (*Microbiol. Spectr.*, 10, 00114-22, 2022)。

【 学術論文・著書 】

- 1) Md. Masum Billah, Samiron Kumar Saha, Md. Mamun Or Rashid, Farzana Hossain, 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
- 2) Farzana Hossain, Md Masum Billah, Masahito Yamazaki, Single-cell analysis of the antimicrobial and bactericidal activities of the antimicrobial peptide magainin 2, *Microbiol. Spectr.*, 10, 00114-22, 2022
- 3) Moynul Hasan, Farzana Hossain, Hideo Dohra, Masahito Yamazaki, Role of interfacial hydrophobicity in antimicrobial peptide magainin 2-induced nanopore formation, *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, 630,50-56, 2022.
- 4) Md. Masum Billah, Md. Mamun Or Rashid, Marzuk Ahmed, Masahito Yamazaki, Antimicrobial peptide magainin 2-induced rupture of single giant unilamellar vesicles comprising *E. coli* polar lipids, *BBA-Biomembranes*,1865, 184112, 2023.
- 5) Kanta Tazawa, and Masahito Yamazaki, Effect of Monolayer Spontaneous Curvature on Constant Tension-induced Pore Formation in Lipid Bilayers, *J. Chem. Phys.*, 158, 081101, 2023.

【 国際学会発表件数 】 The 7th International Symposium on Biomedical Engineering, 2件

【 国内学会発表件数 】 第 60 回日本生物物理学会など 5 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 (3名 + ABP 学生2名)

【 研究目標 】

我々の研究室では生物の遺伝情報について、環境中の栄養源の変化によってどのようにその制御が変化するのか、またどのように正確に子孫に受け継がれていくのか、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) 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
- (2) 有性生殖の減数分裂における染色体の分配機構

【 主な研究成果 】

(1) 定常期の制御機構

細胞は栄養源飢餓などの環境変化によって、細胞分裂を停止し、代謝活性が低い休止期に移行する。この時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の不活性化が必要であると考えられていたが、我々は分裂酵母の定常期という休止期の制御を解析し、サイクリン依存性キナーゼの活性が定常期の確立に必要であることを示した(第45回日本分子生物学会年会、山田ら; 第55回酵母遺伝学フォーラム研究報告会、山本; 論文投稿中)。また、この定常期の移行・細胞生存にイノシトールが重要であることを見出した(第45回日本分子生物学会年会、山田ら)。さらに定常期細胞に致死性をもたらす化合物を武田薬品工業株式会社との共同研究によって探索し、2つの化合物が致死性をもたらす、さらに脂質代謝に影響を及ぼす可能性が高いことを見出した(第45回日本分子生物学会年会、本田ら)。

(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。我々は分裂酵母において姉妹染色分体の動原体の配置の制御に接合フェロモン応答が関わることを見出している。この制御を明らかにするために一倍体の細胞を用いた接合フェロモン応答を解析する実験系を構築することに成功した(未発表)。

【 今後の展開 】

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。またサイクリン依存性キナーゼが定常期において核小体に蓄積することから、この蓄積機構を分子レベルで明らかにす

る。一倍体の細胞を用いた接合フェロモンによる動原体制御については、この成果を論文として発表する。

【 国内学会発表件数 】

- ・ 酵母遺伝学フォーラム年会 1件
- ・ 日本分子生物学会年会 3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://wwp.shizuoka.ac.jp/oyoshilaboratory/>



【 研究室組織 】

教 員：大吉 崇文

博士課程：D3 (1名)、D2 (1名)、D1 (2名)

修士課程：M2 (2名)、M1 (4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が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。

- (A) 新規グアニン四重鎖結合タンパク質の同定
- (B) 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
- (C) 新規機能性人工グアニン四重鎖結合タンパク質の開発
- (D) グアニン四重鎖結合タンパク質の機能解明
- (E) 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

特に今年度は、(C)と(E)に関連する論文を提出した。

【 主な研究成果 】

(1) 新規グアニン四重鎖 DNA 結合タンパク質による転写制御

近年、ゲノム DNA 中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、特に転写制御するプロモーター領域に多く見られている。そのため、遺伝子の転写制御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おり、この構造が注目されている。グアニン四重鎖を含む多くの遺伝子のプロモーターの転写活性は、グアニン四重鎖結合タンパク質によって制御されていると考えられており、各プロモーターによって異なる機構であることが予想されている。しかし、グアニン四重鎖による転写制御機構は不明な点が多い。そこで、グアニン四重鎖 DNA に特異的に結合する新規人工タンパク質を作成して、その機構を解析した。新規人工タンパク質は、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した TLS/FUS を用いて、このタンパク質を改変することで作成した。試験管内でこの人工グアニン四重鎖 DNA 結合タンパク質の結合性を解析した結果、ループの長いグアニン四重鎖に強く結合することがわかり、特にガン遺伝子 bcl-2 のプロモーターに存在するグアニン四重鎖とは解離定数が 96 nM であることがわかった。さらに、ヒト細胞内にこの人工グアニン四重鎖 DNA 結合タンパク質を高発現させると、bcl-2 の mRNA の転写量が半分程度抑制されることがわかった。これらの結果より、ガン遺伝子 bcl-2

のプロモーターの転写活性は、本研究によって開発された人工グアニン四重鎖 DNA 結合タンパク質によって抑制されることがわかった。また、細胞内の *bcl-2* のプロモーターの転写活性は、内在性のグアニン四重鎖 DNA 結合タンパク質によって促進されていると予想される。

（２）pH 変化によるタンパク質の液滴形成

細胞は複雑な化学反応を時空間的に制御し、通常生命活動を維持するために、タンパク質や核酸などの高分子を適切に細胞内に配置していることが分かってきました。細胞には、膜に囲まれたオルガネラに加えて、液液相分離によって形成された幕がない核小体などの区画があることが知られている。液液相分離には主に、細胞内のタンパク質によって起こることが予想されているが、その詳しい機構については不明な点が多い。そこで、本研究では、試験管内におけるウシ血清アルブミン (BSA) のハイドロゲルの形成について pH との関係性について解析した。その結果、pH3.0 から 4.0 ではハイドロゲルが形成されたが、pH1.5 から 2.5 では液体であった。また、pH1.0 では、意外にも BSA のハイドロゲルの形成が観察された。これは BSA 中の α -ヘリックス含量と関係していると考えられる。これらの結果は、細胞内のタンパク質が形成するハイドロゲルの機構解明に繋がると考えられる。

【 今後の展開 】

今年、新たに作成したグアニン四重鎖 DNA 結合タンパク質をもとに、さらに機能を付加させたグアニン四重鎖に結合する新規タンパク質を作成して、様々な遺伝子の転写を制御する。さらに、これらのタンパク質を用いて、さまざまな遺伝子のプロモーター中にあるグアニン四重鎖の機能をそれぞれ解明する。これらの知見をもとに、グアニン四重鎖 DNA が原因となるガン化の促進と抑制に関わる現象に注目して、各遺伝子のプロモーターにあるグアニン四重鎖 DNA とガンとの関係を明らかにすることを目指す。

【 学術論文・著書 】

- 1) Luthfi Lulul Ulum, Yamato Karikome, Ryota Yagi, Tomoe Kawashima, Akinori Ishihara, and Takanori Oyoshi (2023) DNA G-Quadruplex-Binding Protein Developed Using the RGG Domain of Translocated in Liposarcoma/Fused in Sarcoma Inhibits Transcription of *bcl-2*. ACS Omega. DOI: 10.1021/acsomega.3c00050
- 2) Shinya Kimura, Tomoki Komiyama, Tatsuki Masuzawa, Masashi Yokoya, Takanori Oyoshi, and Masamichi Yamanaka (2023) Bovine Serum Albumin Hydrogel Formation: pH Dependence and Rheological Analyses. Chem. Pharm. Bull. 71: 229–233.

【 国内学会発表件数 】

- ・日本化学会など 9 件

【 招待講演 】

- ・第 95 回日本生化学会大会「グアニン四重鎖結合タンパク質によるエピジェネティクス制御機構」

【 指導学生の受賞 】

- ・The 9th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University 「TERRA Transcription Promoted by EWS as G-quadruplex Binding Protein」, Luthfi Lulul Ulum

環境と生体の分子調節機構

准教授 岡田 令子 (OKADA Reiko)

(主担当：理学部 生物科学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)

専門分野： 動物生理学

e-mail address: okada.reiko@shizuoka.ac.jp

homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/bio-okada/>



【 研究室組織 】

教 員：岡田 令子

修士課程：M1 (2名)、M2 (2名)

学 部 生：B4 (3名)、B3 (3名)

【 研究目標 】

動物の生息環境と生体調節機構との関係について、主に神経・内分泌的な機構に着目し研究を行っています。また、脊椎動物が水棲から陸棲、外温(変温)動物から内温(恒温)動物へと進化してきたことと生体調節機構の変化がどのように関わっているかを明らかにしたいと考えています。現在取り組んでいる研究テーマは以下の通りです。

- (1) 外部環境に対する順応・適応に関わる内分泌学的調節機構
- (2) 外温動物の極限環境順応機構

【 主な研究成果 】

(1) 外部環境に対する順応・適応に関わる内分泌学的調節機構

i) 脳下垂体ホルモンであるプロラクチン(PRL)の両生類特異的な機能の解明

PRLは脊椎動物全般がもつ多機能ホルモンであり、両生類においても変態の調節、生殖行動の促進、浸透圧調節などに関わっていることが知られています。哺乳類や他の脊椎動物において多くの研究がなされていますが、PRLがなぜ多機能ホルモンであるのかは明らかにされていません。当研究室において、ウシガエルのさまざまな器官でPRL受容体のバリエーションと考えられるmRNAが発現していることが明らかになりました。また、両生類は脊椎動物で唯一2種類のPRL遺伝子(PRL1AとPRL1B)をもちます。消化器官において2種類のPRLタンパク質が発現していること、PRL受容体のmRNAが発現していることが明らかになり、脳下垂体ホルモンであるPRLが末梢器官においても発現し、何らかの役割を担っている可能性が示されました。PRLの機能について引き続き解析を進めていく予定です。

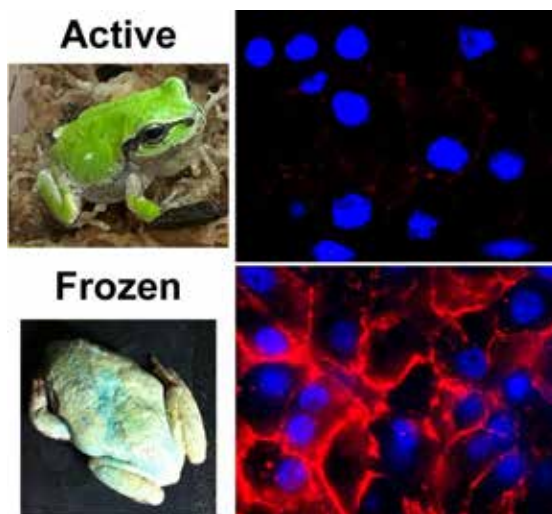
ii) 寒冷環境に対する両生類の適応機構の解明

ウシガエルの幼生は冬季には変態の進行を停止させ、幼生の状態で越冬するという特徴的な過程を経て成長します。これは、餌が乏しく生存が困難な時期に変態が進行することを防ぐメカニズムが存在すると考えられますが、その詳細は明らかになっていません。越冬中(変態停止中)の幼生では、変態の調節に関わる視床下部および下垂体ホルモンのmRNA発現レベルが、変態進行中の幼生と比較すると上昇あるいは低下していることが明らかとなりました。これらの因子が複合的に関わることにより、最適な時期に変態が開始して完了するように調節されて

いると考えられます。また、成体においても春～夏季と冬季で発現レベルが変動する視床下部ホルモン・下垂体ホルモンが存在することがわかり、成体の低温耐性にもこれらの因子が関与している可能性が見出されました。

(2) 外温動物の極限環境順応機構

ニホンアマガエルは凍結耐性を備えていて、冬眠中に氷点下の低温に晒されて体液の一部が凍結しても生存が可能です。このメカニズムについては知見が乏しく、未解明な点が多く残されています。当研究室では、アマガエルの凍結耐性にはグルコースが耐凍物質として関わっていること、グルコースの合成や輸送に関わる因子の mRNA やタンパク質の発現が、季節変化や凍結刺激によって変化することを明らかにしました。



Glucose is considered to act as one of the cryoprotectants in the Japanese tree frog (*Hyla Japonica*) as indicated by a marked elevation of the type 2 glucose transporter (red) expression in the liver of the frozen frog.

【今後の展開】

現在主として両生類を研究材料として用いています。それは、両生類が初めて陸上に上がった脊椎動物であり、また、その一生の中で水生のオタマジャクシから陸生の成体へと変態することから、脊椎動物の進化を解明する為に重要な研究材料であるからです。また、両生類自体は外温動物ですが、内温動物が有する特徴を一部備えていることがわかっています。変態の調節に関わる甲状腺ホルモン（視床下部—下垂体—甲状腺系）、副腎ホルモン（視床下部—下垂体—副腎系）、および PRL（PRL1A および PRL1B）や、哺乳類において外部温度のセンシングや体温調節に関わることがわかっている因子の構造、機能、作用機序を比較することで、脊椎動物が水棲から陸棲、外温動物から内温動物へと進化してきた過程を解明したいと考えています。

【学術論文・著書】

1) Okada, R., Adachi, S., Takiya, Y., Iwasaki, R., Hirota, A., Kikuyama, S., 2022. Involvement of glucose in freeze tolerance in the Japanese tree frog *Hyla japonica*. *Development, Growth & Differentiation* 64, 486–493. <https://doi.org/10.1111/dgd.12814>

【国内学会発表件数】

・日本動物学会など計 6 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)
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: Khan MD Saiful Islam (創造科技学院 D3)
修士課程: M1 (2名)、M2 (1名)

【 研究目標 】

我々は、環境シグナルに反応して植物の発生、成長がどのように反応するかを、分子レベルで明らかにすることを目的としている。

- (1) 光や温度などの環境シグナルによる、発芽制御メカニズムの解明
- (2) 光や温度などの環境シグナルによる、初期成長制御メカニズムの解明
- (3) 植物 S6 キナーゼ活性化機構と機能の解明
- (4) 植物油脂合成制御メカニズムの解明

【 主な研究成果 】

(1) INDETERMINATE DOMAIN (IDD)4 と相互作用する新奇因子の機能解析

前年にクローニングされた、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転写因子 BLH3 および BLH10 の遺伝子をクローニングし、機能解析を行った。酵母 two-hybrid 法によって BHL3 は IDD4 以外に、STM, DELLA および ABI5 など転写因子と相互作用することが確認された。また、BHL3 の機能欠失変異体は ABA やストレスに感受性が低いことが明らかになった。このことは、BHL3 がストレス応答に関与していることを示唆した。

(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 】

BLH3 や BLH10 が 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。BLH タンパク質はホメオドメインタンパク質で STM などのホメオドメインタンパク質と相互作用することが知られている。STM は茎頂分裂組織の形成に重要な働きをもつホメオドメインタンパク質であり、IDD4 と STM の関係、および IDD4 の茎頂分裂組織形成への関与の可能性もあり、興味深い。

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。

【 国内学会発表件数 】

- ・ 植物生理学会 2件

母乳中免疫関連物質の機能性研究、老化による腸管免疫機能の低下に関する研究

准教授 茶山 和敏 (SAYAMA Kazutoshi)
バイオサイエンス専攻 (主担当：農学部 応用生命科学科及び
大学院総合科学技術研究科農学専攻 応用生物化学コース)
専門分野： 動物情報機能学
e-mail address: sayama.kazutoshi@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/abc/sayama/index.html>



【 研究室組織 】

教 員：茶山 和敏

博士課程：D3 (1名)

修士課程：M2 (1名)

【 研究目標 】

哺乳動物の乳汁(ミルク)中の免疫情報伝達物質、特にケモカインの新生児の成長への関与、および、老化による腸管内ケモカイン類の機能低下に関する研究について、応用を目指した基礎研究を進めています。

現在行っている実際の研究内容は以下の通りです。

(1) 哺乳類の母乳中免疫成分の機能性に関する研究

マウスを用いて、母乳中の免疫関連成分、特にケモカインの同定および定量を行うとともに、人工乳にケモカインを添加して、新生児の成長に対する効果を検討しています。また、ケモカインのノックアウトマウスを作製して、そのケモカインの生理学的機能性を検討するとともに、新生仔における役割を解析しています。

(2) 老化による腸管免疫機能の変化とその低下に関する研究

マウスを用いて、老化による腸管内のケモカイン発現の低下に伴う腸管免疫機能の低下について詳しく検討を進めています。

【 主な研究成果 】

(1) 母乳中ケモカインの存在とその役割の解明

マウス母乳中に数種のケモカインが存在し、成長及び免疫機能の促進作用を有することを明らかにしている。

(2) 老化に伴う消化器官のケモカイン発現の変化および腸管免疫機能の低下に関する研究

老化によって、腸管内の種々のケモカイン類の発現が変化し、それに伴って、腸管免疫機能が低下していることを明らかにした。

【 今後の展開 】

我々は上記のように、乳汁中ケモカインによる新生児成長及び免疫機能の促進機構、老化による腸管内の種々のケモカイン類の発現の変化と腸管免疫機能の低下に関する研究を進めている。当面の今後の研究展開としては、これまでに得られた結果のより詳細な検討やそのメカニズムの

解明などを進めていく予定である。

【 学術論文・著書 】

- 1) Abe S., K.Sayama, et al. Detection of CCL25 and the correlation between CCL25, CCL28, IL-7, and TSLP in human breast milk. *J. Reprod. Immunol.* 2023 Feb;155:103783. doi: 10.1016/j.jri.2022.103783. Epub 2022 Dec 6. 査読有、IF:3.993
- 2) Nagafusa H., K. Sayama. Age-related chemokine alterations affect IgA secretion and gut immunity in female mice. *Biogerontology*, 2020,20(5), 609-618, doi.org/10.1007/s10522 -020-09877-9. 査読有、IF:3.805

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本食品免疫学会、 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: 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)

博士過程: D1 (1名)

【 研究目標 】

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、白色腐朽菌の有用機能の探索を行うと共に、木材腐朽菌が自然界で細菌や木材等基質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目指しています。

【 主な研究成果 】

(1) 白色腐朽菌とリグニン分解機構の転写制御因子の探索

白色腐朽菌のリグニン分解は、リグニン分解酵素といわれる酸化還元酵素群が鍵酵素として知られていますが、これらの酵素活性のみでリグニン分解を説明することはできません。リグニン分解に関わる様々な酵素が協調して機能することで、白色腐朽菌のリグニン分解活性が発揮されると考えられていますが、未だにリグニン分解酵素系の全貌は解明されていません。リグニン分解酵素系は二次代謝系として制御されており、窒素濃度や芳香族化合物などにより転写制御されていると考えられています。しかしながら、リグニン分解系を制御する転写制御因子については、殆ど知られていません。本研究課題では、木材リグニンの分解を制御する転写因子を探索すべくトランスクリプトーム解析を行い、既知のリグ

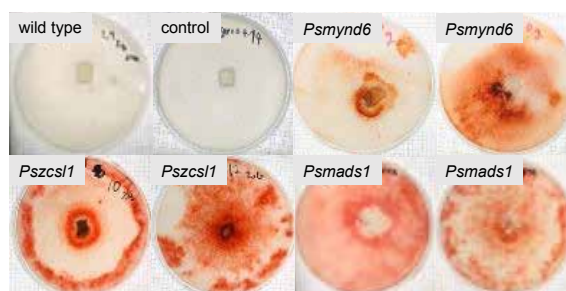


図 1. 各種推定転写因子を自家組換えした白色腐朽菌のフェノール酸化活性誘導

ニン分解酵素系と協調して発現している推定転写因子を探索し、その過剰発現変異体を作成することによりリグニン分解酵素系を制御する転写因子のスクリーニングを行っています。現在までに幾つかの推定転写因子の高発現変異株において、野生型では活性を示さない条件下で、リグニン分解酵素活性に由来すると考えられるフェノール酸化活性の発現が観察されており（図1）、今後リグニン分解活性との関連性の調査を進める予定です。

（2）白色腐朽菌と細菌間の相互作用に関する研究

白色腐朽菌を始めとした木材腐朽菌は、自然界では周辺微生物と様々に影響し合いながら木材腐朽を行っています。これまでに窒素固定菌などが、白色腐朽菌の成長を促進することで、リグニン分解力を向上させることなどが報告されています。しかし、それ以外の木材腐朽に関わる白色腐朽菌-細菌複合微生物系における微生物間相互作用については、共存細菌の機能から予測されているのみで、相互作用機構を実証した研究は殆どありません。これは腐朽材上で菌叢が非常に不安定で、実験的に菌層構造と木材腐朽特性の関連性を調査することが困難であるためであると考えられています。そこで、当研究グループでは、白色腐朽菌-細菌複合微生物系における菌叢および木材腐朽特性を安定的させる前培養法を開発することに成功しました。本手法を使用することで、白色腐朽菌-細菌複合微生物系におけるリグニンあるいは多糖分解特性と細菌との関連性を実験的に調査することが可能になると考えています。

（3）白色腐朽菌 *Phanerochaete sordida* YK-624 株のミトコンドリアゲノム解析

優れたリグニン分解活性と様々な難分解性有機汚染物質の分解能力で知られている白色腐朽菌 *P. sordida* YK-624 株のミトコンドリアゲノムの全塩基配列を決定しました。ミトコンドリアゲノム長は 129,567 bp で GC 含有率は 28.9% でした。また、2つのリボソーム RNA 遺伝子、26のトランスファー RNA 遺伝子、14の保存タンパク質を含む50のオープンリーディングフレームを保持していました（図2）。

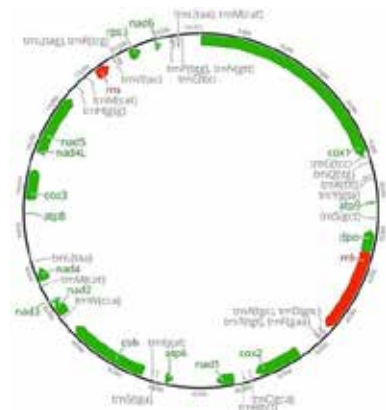


図2. *P. sordida* YK-624 株のミトコンドリアゲノム DNA

【 今後の展開 】

木材腐朽に関わる転写制御因子の高発現株作出を進めるとともに、それらの木材腐朽特性を調査し、木材腐朽に関わる酵素系の制御に関わる転写因子の解明を目指します。様々な菌叢を持つ白色腐朽菌-細菌複合微生物系を作成し、木材腐朽特性と菌叢構造の関連性解析を行うことにより、木材腐朽に影響を与えている細菌の推測を勧めていく予定です。

【 学術論文・著書 】

1) T. Mori, H. Dohra, H. Kawagishi, H. Hirai (2022) The complete mitochondrial genome of the white-rot fungus *Phanerochaete sordida* YK-624, *Mitochondrial DNA Part B*, 7: 1743-1745

【 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

修士課程：M1 (1名)

学 部 生：(12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 (Kondo et al., 2023)。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ベリアトゲイモリとネツタイツメガエルを作製した。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) Diversity of cortical bone morphology in anuran amphibians. Kondo Y, Iwamoto R, Takahashi T, Suganuma K, Kato H, Nakamura H, Yukita A. Dev Growth Differ. 2023 Jan;65(1):16-22.

【 国内学会発表件数 】

- 1) Analysis of bone tissue from *Osteoprotegerin*-deficient Iberian ribbed newt (*Pleurodeles waltl*). Akira Yukita, Rina Iwamoto, Takumi Takahashi, Hiroaki Nakamura. 第 40 回日本骨代謝学会学術大会・総会. (令和 4 年 7 月)
- 2) 骨代謝関連遺伝子 *Osteoprotegerin* がネツタイツメガエルで担う役割について. 第 94 回日本動物学会 (令和 4 年 9 月) 高橋祐貴、菅沼海人、小澤萌、雪田聡.

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
技術パート職員：2名
修士課程：M2 (1名)、M1 (3名)
学 部 生：B4 (4名)、B3 (3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) バイオフィームにおける膜小胞形成誘発機構の解明
- (2) 膜小胞を介した遺伝子水平伝播機構解明と遺伝子導入法の開発
- (3) 膜小胞産生微生物の迅速検出法の開発

【 主な研究成果 】

(1) バイオフィームにおける膜小胞形成誘発機構の解明

細菌は感染時に宿主の上皮細胞にバイオフィームを形成し、放出された膜小胞が宿主への炎症作用を引き起こします。緑膿菌 *Pseudomonas aeruginosa* では、バイオフィーム形成時に膜小胞の形成が誘発されますが、その機構は明らかになっていません。本研究では、バイオフィーム特異的に膜小胞形成に関わる因子を見出しました。特にバイオフィームの脱離・分散を制御するシグナル分子合成因子が関与しており、バイオフィームの形態変化と膜小胞形成が連関していることが示唆されました。

病原細菌のバイオフィーム形成と膜小胞放出は、慢性感染に大きく関わっていることから、本研究の達成は当分野に多大なインパクトをもたらすだけでなく、あらゆる細菌感染症の治療に向けた新たな突破口となると考えられます。

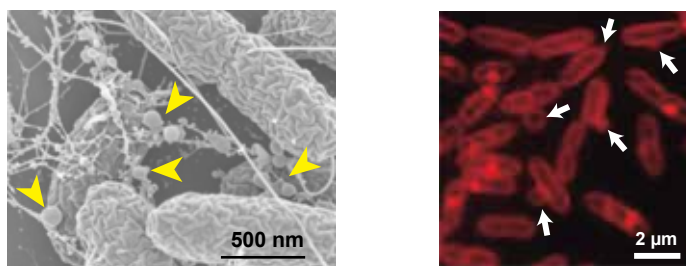


図 1 バイオフィーム形成時の膜小胞放出。左：走査電子顕微鏡写真。右：蛍光顕微鏡写真 (リン脂質標識 FM4-64 で染色)。矢印は膜小胞を示す。

(2) 膜小胞を介した遺伝子水平伝播機構解明と遺伝子導入法の開発

細菌の遺伝子水平伝播には形質転換・形質導入・接合伝達が知られていますが、その主要3種の機構では生物進化を説明することは難しく、第4の機構の存在が示唆されています。我々は、緑膿菌のプロファージ遺伝子がファージ外殻ではなく、膜小胞を媒体して遺伝子水平伝播することを見出しました。

本発見は、膜小胞が生物進化に大きく関与している可能性を示しただけではなく、膜小胞を用いた細菌への遺伝子導入技術の開拓に大きく貢献すると考えられます。

(3) 膜小胞産生微生物の迅速検出法の開発

実環境中には多種多様な細菌が混在した状態で存在します。しかし、その細菌群の中から膜小胞を活発に放出する細菌をいち早く検出し、その細菌種を識別することは困難です。我々の研究室では、特定のペプチドを結合した蛍光物質を用いて、膜小胞産生細菌を簡便かつ迅速に検出する手法を見出しました。

本成果は、ワクチンやドラッグデリバリーシステムの媒体などに膜小胞を医療応用する際、そのリソースとなる微生物を分離する点で有用であると考えられます。

【 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) Yosuke Tashiro. Bacterial membrane vesicles with multiple lipid bilayers: vesicles harboring organelle-like structures. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry** 86:967-973 (2022)

【 国際学会発表件数 】

・ ICPAC 2022 (Online/Kota Kinabalu, 25th November 2022)の招待講演 1 件

【 国内学会発表件数 】

・ 分子生物学会、生化学会など計 38 件（招待講演 2 件、一般講演 36 件）

【 招待講演件数 】 3 件

- 1) 日本分子生物学会年会（2022 年 12 月 2 日）
- 2) ICPAC2022（2022 年 11 月 25 日）
- 3) 日本生化学会年会（2022 年 11 月 10 日）

【 受賞・表彰 】

- 1) 日本細菌学会優秀発表賞（2023 年 3 月）竹井奎多（M1）
- 2) 日本微生物生態学会優秀ポスター賞（2022 年 11 月）菅野美月（M2）
- 3) 日本農芸化学会中部支部学術奨励賞（2022 年 10 月）菅野美月（M2）
- 4) 第 18 回大腸菌研究会ポスター発表部門研究優秀賞（2022 年 6 月）菅野美月（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
 生物分子機能研究コア)
 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://wpp.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：D2 (2名) 池谷 真里奈、中村 駿太郎
 修士課程：M2 (3名)、M1 (1名)
 学 部 生：B4 (2名)

【 研究目標 】

本研究グループでは、バクテリアを中心とする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とともに、バクテリアの糖質資化システムを理解することを目的として研究を行っている。さらに、酵素の立体構造情報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) 乳酸菌の菌体外多糖を分解する酵素の同定および資化経路の解明
- (2) *N*結合型糖鎖の成熟に関与する GnT-IVa の糖結合ドメインの構造と機能の解明

【 主な研究成果 】

(1) 乳酸菌の菌体外多糖を分解する酵素の同定および資化経路の解明

Leuconostoc 属などの乳酸菌はグルコースが α -1,6 結合で連なった多糖であるデキストランを菌体外に生成する。種や株によっては α -1,2、 α -1,3、 α -1,4 結合の分岐構造を有するが、正確な構造は明らかにされていない。40 年以上前に放線菌 *Microbacterium dextranolyticum* より、唯一デキストランの分岐を分解する dextran α -1,2-debranching enzyme (MdDDE) の報告があるが、遺伝子が同定されておらず、アミノ酸配列が不明であった。本研究では、MdDDE を単離・精製し、同定した部分的なアミノ酸配列から本菌のゲノム中に存在する *MdDDE* 遺伝子を同定した。本酵素は GH65 ファミリーに属する酵素ドメインを含むマル

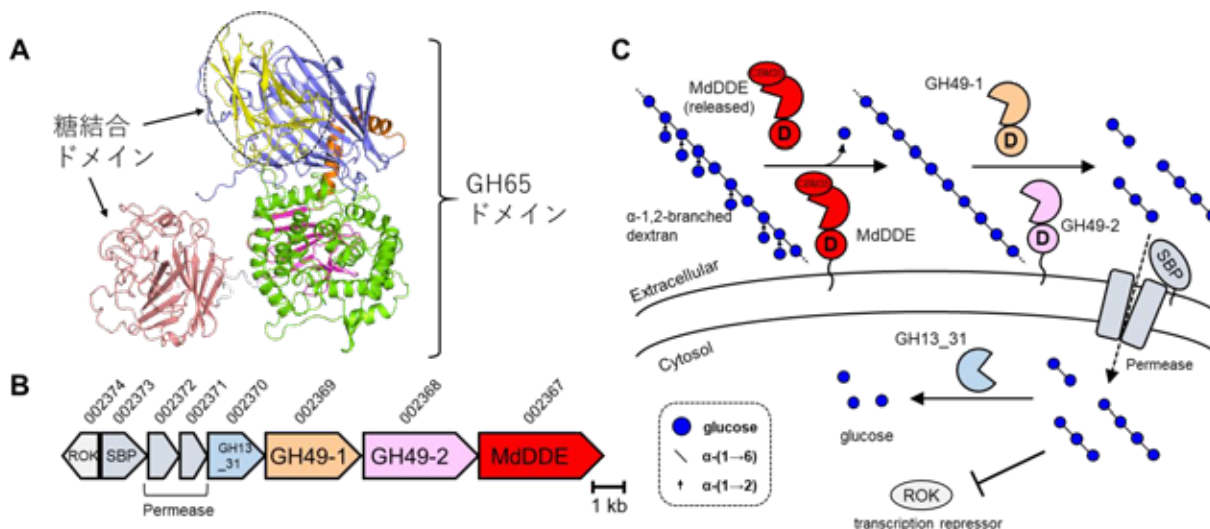


図 1. MdDDE の AlphaFold2 モデル (A)、*MdDDE* 遺伝子周辺の構造 (B)、推定分岐デキストラン分解経路 (C)。(B) の遺伝子の色と (C) のタンパク質の色は対応している。

チドメイン酵素であり、グルカンを認識するドメインを有することが分かった。さらに DDE 遺伝子周辺の構造から、*M. dextranolyticum* の分岐デキストラン分解経路を提唱した（学術論文 2）。この酵素は、分岐デキストランの構造解析に有用であると考えられる。また、これに関連して微生物の菌体外 α -グルカンの分解酵素の機能と構造に関する総説を発表した（学術論文 1）。

(2) *N*結合型糖鎖の成熟に関与する GnT-IVa の糖結合ドメインの構造と機能の解明

*N*結合型糖鎖は普遍的なタンパク質の翻訳後修飾の一つであり、真核生物においてはさまざまな生理機能や疾患などに関与することが知られている。糖鎖修飾は小胞体からゴルジ体にかけて種々の糖質加水分解酵素や糖転移酵素によって行われ、生物種やタンパク質によって多様な構造の糖鎖が生まれる。GnT-IVa はがんや糖尿病に関連があるゴルジ体局在型の糖転移酵素であるが、立体構造が明らかにされていなかった。本研究では、GnT-IVa のホモロジーモデルから触媒ドメインの C 末端側に別のドメインがあることを見出し、その C 末端ドメインが糖鎖を構成する *N*-アセチルグルコサミン (GlcNAc) と結合する機能を明らかにした。ヒト GnT-IVa の C 末端ドメインとカイコ由来オルソログの結晶構造解析にも成功し、糖鎖認識の分子メカニズムを明らかにした。この報告がきっかけとなり、糖質関連酵素データベース CAZy において、このドメインが属する新しい糖結合モジュールファミリー 94 (CBM94、GlcNAc 複合体構造、(D) GlcNAc 結合部位。http://www.cazy.org/CBM94.html) が設立されるに至った（学術論文 3）。

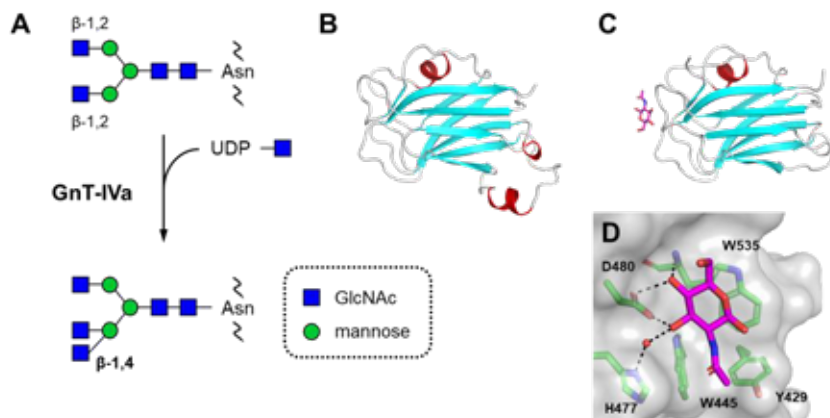


図 2. GnT-IVa の機能と立体構造。(A) GnT-IVa が触媒する反応、(B) ヒト由来 GnT-IVa C 末端ドメインの結晶構造、(C) カイコ由来オルソログと GlcNAc 複合体構造、(D) GlcNAc 結合部位。

【今後の展開】

今後も新しい基質特異性を有する酵素を探索すると同時に、これまで発見してきた糖質加水分解酵素を用いて、乳酸菌由来グルカンなどの糖質の構造解析や加工（分解や糖転移）によるオリゴ糖の生産といった応用を展開していく。

【学術論文・著書】 *Corresponding author

- 1) Takatsugu Miyazaki* (2023) Glycoside hydrolases active on microbial exopolysaccharide α -glucans: structures and function. Essays in Biochemistry in press. DOI:10.1042/EBC20220219
- 2) Takatsugu Miyazaki*, Hidekazu Tanaka, Shuntaro Nakamura, Hideo Dohra, Kazumi Funane (2023) Identification and characterization of dextran α -1,2-debranching enzyme from *Microbacterium dextranolyticum*. Journal of Applied Glycoscience **70**, 15–24.
- 3) Nozomi Oka, Sota Mori, Marina Ikegaya, Enoch Y. Park, Takatsugu Miyazaki* (2022) Crystal structure and sugar-binding ability of the C-terminal domain of *N*-acetylglucosaminyltransferase IV establish a new carbohydrate-binding module family. Glycobiology **32**, 1153–1163.

【国内学会発表件数】

- ・日本応用糖質科学会、日本農芸化学会、日本生物工学会など 計 8 件

【国際学会発表件数】

- ・Mini-Symposium RIGST Shizuoka University – BRIN（インドネシア） 招待講演 1 件

(7)環境サイエンス部門

部門長 木村 浩之

1. 部門の研究内容と目標

環境サイエンス部門では、令和4年10月に理学部の平内健一准教授と LEGRAND Julian 助教をお迎えし、合計17名の教員で教育研究を実施した。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及び技術開発を行っている。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、古生物学、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・土石流および分散型エネルギーシステムに関する研究・開発がある。

2. 教員名と主なテーマ

- ・ 藤原 健 智 : 窒素サイクルに関する微生物生化学
- ・ 木村 浩 之 : 地下圏微生物の生態解明と新エネルギー開発
- ・ 川本 竜 彦 : 地球内部流体論
- ・ 北村 晃 寿 : 第四紀環境変動学
- ・ 金原 和 秀 : 環境微生物学、生物プロセス工学
- ・ 佐藤 慎 一 : 干潟貝類の現生古生態学的研究
- ・ 塚越 哲 : 生物多様性と自然史
- ・ 守田 智 : 複雑ネットワーク上のダイナミクス
- ・ 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 : マグマの噴火準備・火道上昇過程
- ・ 新谷 政 己 : 複合微生物系における可動性遺伝因子の動態解析
- ・ 鈴木雄太郎 : 化石生物・三葉虫の進化形態学的研究
- ・ 菌部 礼 : リモートセンシングを用いた農業情報の取得
- ・ DUR GAEL : プランクトン動態に及ぼす人為的影響
- ・ 平内 健一 : 構造地質学、実験岩石学、沈む込み帯のレオロジー
- ・ 三井 雄 太 : 固体地球変動の物理
- ・ LEGRAND Julien : 花粉化石に基づく被子植物の進化過程

3. 部門活動

(1) 研究部門会議

環境サイエンス部門の構成メンバーは、静岡キャンパス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) 国際シンポジウムの実施

令和5年3月1日(水)に電子工学研究所、グリーン科学技術研究所、創造科学技術大学院、光医工学研究科、超領域研究推進本部および未来の科学者養成スクールが国際シンポジウム The 9th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University (ISFAR-SU2023) を開催した。なお、昨今のコロナウイルス感染症の状況を勘案し、Zoom ミーティング形式での開催となった。本シンポジウムは今回が9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、Informatics, Energy System, Nanovision Science, Nanomaterials, Basic Research, Environmental Science, Integrated Bioscience, Medical photonics を中心とする研究分野において、インド、バングラデシュ、ルーマニ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、学会開催、招待講演など)

- ・ 木村教授の「掛川、菊川の廃棄物施設 公設民営 民設より割安 新炉隣接建設で試算」の記事が静岡新聞に掲載された(令和4年4月25日)。
- ・ 北村教授の「盛り土の一部は秩父帯下流から 熱海土石流 静大などが崩落土砂を分析」の記事が朝日、静岡、読売、中日新聞に掲載された(令和4年5月21日)。
- ・ 北村教授の「崩落土砂に海中の砂」の記事が毎日新聞に掲載された(令和4年5月24日)。
- ・ 北村教授の「搬入県外土砂崩落発端か」の記事が静岡新聞に掲載された(令和4年5月28日)。
- ・ 木村教授の「東海ガス 温泉とともに湧出するメタンガス 自社エリアで地産地消活用」の記事が月刊エネルギーフォーラム6月号に掲載された(令和4年6月1日)。
- ・ 石橋准教授の指導学生の吉田那緒さんが、Japan Geoscience Union Meeting 2022 にて、学生優秀発表賞を受賞した(令和4年6月4日)。
- ・ 北村教授の「落ち残り東側「崩れやすい」神奈川東部から搬入か？」の記事が静岡新聞に掲載された(令和4年6月4日)。
- ・ 北村教授の「『熱海土石流』盛り土に地下水流入 「軟化し崩落」解析結果公表 粒子粗い礫や砂「水はいりやすい」」の記事が毎日新聞に掲載された(令和4年7月1日)。
- ・ 木村教授の「産廃受入方針撤回へ 掛川、菊川の新廃棄物施設 民設民営も見直し 専門家会議が結論」の記事が静岡新聞に掲載された(令和4年7月17日)。
- ・ 木村教授の「掛川、菊川の新廃棄物施設 両市長 検討委の提言尊重」の記事が静岡新聞に掲載された(令和4年7月26日)。
- ・ 木村教授の「掛川・菊川 新ごみ処理施設 産廃受け入り撤回へ 検討委、両市長に提言」の記事が中日新聞に掲載された(令和4年7月26日)。
- ・ 北村教授の「『熱海土石流』崩落起点に地滑り跡 盛り土の下 8000年前と700~800年前」の記事が毎日新聞に掲載された(令和4年7月29日)。
- ・ 北村教授の「熱海盛り土 土砂 神奈川で採集か 静大教授が分析結果公表」の記事が中日、朝日、静岡、毎日新聞に掲載された(令和4年7月30日、8月2日)。
- ・ 新谷准教授がドイツのユリウス・クーン研究所(ブラウンシュバイク)にて招待講演を行った(令和4年8月11日)。

- 北村教授の『熱海土石流』静大 独自研究冊子に「不安定地盤に残土」など 現地でデータ収集 裁判資料も想定」の記事が静岡新聞に掲載された(令和4年8月22日)。
- 北村教授が日本第四紀学会 2022 年度静岡大会にて現地 LOC を務めた(令和4年8月26-29日)。
- 三井准教授の指導学生の小杉一誠さんが日本測地学会瀬戸賞を受賞した(令和4年9月)。
- 新谷准教授を責任著者、金原教授を共著者とする Applied and Environmental Microbiology 誌に掲載された論文が Editor in Chief によって Spotlight に選出された(令和4年9月7日)。
- 平内准教授の指導学生の木村太星さんが日本地質学会第 129 年学術大会にて優秀ポスター賞を受賞した(令和4年9月11日)。
- 北村教授の「空洞に水流れ崩落か 熱海土石流起点の盛り土 静岡大調査」の記事が静岡、読売、毎日、日経新聞に掲載された(令和4年9月17日)。
- 新谷准教授が、日本微生物生態学会が主催するオンラインでの招待講演マラソンセミナーにて講演を行った(令和4年9月28日)。
- 北村教授の「巴川流域浸水 最大で2.1m超 台風 15 号 静岡大調査 清水区鳥坂 2.08 m 「七夕豪雨に次ぐ広範囲」」の記事が静岡新聞に掲載された(令和4年9月30日)。
- 川本教授および石橋准教授が日本火山学会 2022 年度秋季大会にて現地 LOC を務めた(令和4年10月12-14日)。
- 新谷准教授が韓国の釜山で開催された Korean Society of Environmental Biology の年会にて調講演を行った(令和4年10月19-21日)。
- 新谷准教授の指導学生の徳田真穂さんが、環境バイオテクノロジー学会 2023 年度大会にて優秀ポスター賞を受賞した(令和4年11月21-22日)。
- 新谷准教授がドイツ・ドレスデン工科大学にて招待講演を行った(令和4年12月1日)。
- 木村教授の「駿河湾の環境保全に重点 静岡市審議会 2計画案を答申」の記事が静岡新聞に掲載された(令和5年2月4日)。
- 北村教授の「Shizuoka リポート35 盛土どこから?なぜ崩壊? 静大・北村教授ら解明に挑む 3か所の採取地浮上 地下水引き金か 化石が手がかり」の記事が朝日新聞に掲載された(令和5年2月5日)。
- 木村教授の「環境計画見直し 審議会が妥当 牧之原市長に答申」の記事が静岡新聞に掲載された(令和5年3月3日)。
- 木村教授の指導学生の磯 真成さんが、第23回静岡ライフサイエンスシンポジウムにて、優秀ポスター賞を受賞した(令和5年3月5日)。
- 北村教授の「今の備えで大切な人を守れますか? データのデジタル化 急務」の記事が静岡新聞に掲載された(令和5年3月11日)。
- 北村教授の「熱海土石流 起点の盛り土 造成、福島原発事故以降にも 静大・北村教授らグループ研究」の記事が静岡、朝日新聞に掲載された(令和5年3月18日)。

以上

地下圏微生物の生態解明と新エネルギー開発

教授 木村 浩之 (KIMURA Hiroyuki)
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：グリーン科学技術研究所
新エネルギー研究コア)
専門分野：地球微生物学、環境微生物学、新エネルギー
e-mail address: kimura.hiroyuki@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://kimura-lab.sci.shizuoka.ac.jp/top.html>



【研究室組織】

教 員：木村 浩之

修士課程：M2（1名）、M1（1名）

【研究目標】

西南日本の太平洋側の地域に広く分布する厚い堆積層“付加体”に着目して、付加体の深部帯水層に存在する高温の嫌気性地下水（非火山性温泉）、温泉付随ガス（温泉メタン）、地下水に含まれる微生物群集を対象とした基礎研究を進める。特に、地球科学および微生物生態学を融合させた研究手法を用いて、付加体の深部帯水層におけるメタン生成メカニズムを解明する。また、温泉水に含まれる微生物群集に食品残渣や活性汚泥といった有機基質を添加してメタン及び水素ガスを製造するバイオリアクターを開発する。さらに、地域の未利用エネルギーである温泉メタンを活用した分散型エネルギーシステムを開発し、社会実装する。

【主な研究成果】

- (1) 付加体が分布する地域に構築された温泉用掘削井から非火山性温泉と付随ガスを採集し、各種環境データ測定、地下水のイオン分析、付随ガスの化学分析、炭素・酸素・水素安定同位体比分析、16S rRNA 遺伝子のアンプリコン解析、微生物の嫌気培養を行った。その結果、付加体の深部帯水層にて水素発生型発酵細菌と水素資化性メタン生成菌が優占すること、これらの微生物群集が深部帯水層にて高い活性を有すること、水素発生型発酵細菌と水素資化性メタン生成菌が共生することによって付加体堆積層に含まれる有機物を分解してメタンを生成することを明らかにした。
- (2) 株式会社エコアドバンス（三島市）との共同研究において、静岡市葵区小瀬戸の温泉用掘削井に1トン型バイオリアクターを設置した。温泉用掘削井から湧出する温泉に有機基質を添加し水素発生型発酵細菌を増殖させ、水素ガスを生成するバイオリアクターの実証試験を行った。
- (3) 横河電機株式会社（東京都）との共同研究において、水素ガスと二酸化炭素からメタンを生成する微生物メタネーションに関するバイオ技術を開発した。特に、静岡県内の温泉施設が有する温泉用掘削井から採取した水素資化性メタン生成菌を用いたバイオリアクターにおいて、高速でのメタン生成を実現した。
- (4) 焼津市および東海ガスとの連携により、焼津温泉の港1号井から湧出する温泉水および温泉付随ガス（温泉メタン）の化学分析を実施した。さらに、温泉メタン都市ガス化施設を構

築し、社会実装した。現在、1,700世帯分の都市ガスを供給している。

【 今後の展開 】

企業との共同研究により付加体の温泉微生物群集を活用した水素ガス生成バイオリアクターの開発を進める。加えて、自治体および企業と連携して、温泉の付随ガスと微生物群集を利用した分散型エネルギーシステムの開発を進める。そして、グリーン科学に関する技術開発および社会実装を進める。

【 学術論文・著書 】

- 1) Keita Miyake, Hiroyuki Kimura, Rei Narikawa (2022) Identification of significant residues for intermediate accumulation in phycocyanobilin synthesis. *Photochemical & Photobiological Sciences* 21, 437-446.

【 特許 】

- 1) 川野 誠、木村浩之. 特願 2022-175065. メタンの製造方法、制御装置、及びメタン製造システム. 出願日 2022 年 10 月 31 日.
- 2) 木村浩之. 特許第 7219977 号. 水素ガス生成方法、水素ガス生成システム、並びに、水素ガス及びメタン生成システム. 登録日 2023 年 2 年 1 日.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本微生物生態学会など 計 8 件

【 新聞報道件数 】

- ・ 静岡新聞など 計 7 件

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://wpp.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

修士課程 : M1 (1名)

【 研究目標 】

海水とマンタ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」マンタ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、海水とマンタ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) 海洋プレートの蛇紋岩化と炭酸塩化反応

フランス・イタリア国境付近のアルプスにて、地質調査と岩石試料採取を行った。岩石試料は西アルプス・ピエモンテ帯の近接する 2 地域のオフィオライトから採取した。この地域は低速拡大であった古テチス海で形成された海洋コアコンプレックスを含む海洋リソスフェアが衝上したものである。ほとんど沈み込んでいないシュナイエオフィオライトとグリーンシスト相の変成を受けたラゴネロオフィオライトの 2 地点のオフィカーボネートを研究対象とした。

シュナイエオフィオライトのオフィカーボネートは蛇紋石の角礫を炭酸塩鉱物が充填しており、一部球状の炭酸塩鉱物が蛇紋石の角礫を置き換えている構造も見られる。一方、ラゴネロオフィオライトのオフィカーボネートでは枝状に分岐する炭酸塩脈が発達しており、シュナイエとは構造が異なる。どちらのオフィオライトも炭酸塩鉱物はすべてカルサイトであった。ラマン顕微鏡によると流体包有物の成分としては水しか確認できなかったが、冷却加熱実験中に一部 CO₂ を含むクラスレートと考えられる相を観察した。流体包有物のほとんどが鉱物形成時に形成された一次包有物、または列状に分布する擬二次包有物である。塩濃度はどのサンプルも 5 wt.% NaCl eq. 程度であり、これは海水の塩濃度より 1.5 wt%程高い。シュナイエオフィオライトのマトリックスを構成する炭酸塩と球状炭酸塩の均質化温度はともに 140–150°C程度である。一方、ラゴネロオフィオライトの炭酸塩脈の均質化温度は 220°C程度とシュナイエオフィオライトより高い温度を記録する。両者の均質化温度の違いが、沈み込み帯での変成作用によるかどうか今後検討を行う。

（２）水熱合成実験によるマントル岩の炭酸塩化反応

200–400°C、0.076–0.180GPa の条件でマントル岩（カンラン石またはアンチゴライト）＋シュウ酸 2 水和物±ディオプサイドを金パラジウムカプセルに封入し反応させた。実験終了時は圧力容器を電気炉から離し、圧縮空気で空冷した。その後、カプセルに穴を開け減った質量を流体中の二酸化炭素量とし、その後オープンで乾燥させ流体中の水の量とした。研磨した実験生成物をラマン分光分析装置と電界放出型走査電子顕微鏡で観察した。出発物質が反応し残ることがあるほか、出発物質のカンラン石に鉄が含まれるためマグネサイトとタルクが共存する以外は、MgO–SiO₂–H₂O–CO₂ 系での先行研究と整合的である。カンラン石とディオプサイド、蛇紋石とディオプサイドの系では複数の反応を確認した。

【 今後の展開 】

海洋プレートの炭酸塩化の流体の組成と温度圧力関係を理解したい。比較的低温度での水熱合成実験では、平衡を達成するのが困難であり、長時間保持する実験を行うとともに、熱力学データを用いた計算機実験を行う。

【 学術論文・著書 】

- 1) Nakamura, T.ほか (2022) Formation and evolution of carbonaceous asteroid Ryugu: Direct evidence from returned samples. *Science*, 10.1126/science.abn8671.

【 国内会議発表件数 】

- ・ 2 件（日本鉱物科学会、日本高圧力学会）

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、2022年9月24日に発生した台風15号の被害に関する地球科学的調査を行っている。

【 主な研究成果 】

2021年7月3日に、静岡県熱海市逢初川源頭部(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。この災害を踏まえ、2022年5月27日に「盛土規制法」が公布され、その第四条(基礎調査)に地形、地質の調査が義務付けられたが、具体的内容・基準は示されていない。そこで、盛土規制法の実効性の確保ならびに既存盛土の災害危険性の評価基準の策定に必須の情報を得るため、逢初川源頭部の盛土崩壊の原因究明を行ない、研究成果を下記の論文で公表した。さらに、2022年台風15号による静岡市の洪水に関しては、巴川沿いの86地点の浸水深を報告した。このデータは、激甚災害指定の検討のため、県から国へ提供された。

【 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なう。

【 学術論文・著書 】

- ・牛山素行・北村晃寿, 2023, 2022年9月23日~24日の静岡県における豪雨災害の特徴. 自然災害科学, 42, 1, 1-25.
- ・北村晃寿, 2023, 熱海土石流に関する地球科学的研究. 環境と測定技術, 50, 33-42.
- ・北村晃寿・山下裕輝, 2023, 静岡県熱海市逢初川の源頭部の盛土中の淘汰の良い砂層. 静岡大学地球科学研究報告, 50, 1-6.
- ・北村晃寿, 2023, 2022年台風15号により9月24日に発生した静岡市の洪水に関する報告. 静岡大学地球科学研究報告, 50, 7-37.
- ・北村晃寿・矢永誠人・山下裕輝・中西利典, 2023, 静岡県熱海市逢初川の源頭部の黒色盛土層の放射性セシウム濃度と粒子組成の層位変化. 静岡大学地球科学研究報告, 50, 39-63.
- ・北村晃寿・亀尾浩司・本山 功・守屋和佳・齊藤 毅・渡辺真人・森 英樹, 2022, 静岡県熱海市伊豆山地区の土砂災害現場の盛土に含まれる軟質泥岩礫. 第四紀研究, 61, 143-155.
- ・北村晃寿・山下裕輝・本山 功・中西利典・森 英樹, 2022, 静岡県熱海市逢初川の源頭部の盛土下端部の露頭調査. 静岡大学地球科学研究報告, 49, 61-72.
- ・千木良雅弘・北村晃寿・木村克己・市村康治, 2022, 熱海市逢初川盛土崩壊の地質的原因につ

いて。静岡大学地球科学研究報告, 49, 45-59. 静岡県「逢初川土石流の発生原因調査検証委員会」の最終報告(第3章 地形・地質の詳細と盛り土履歴)に引用

- ・北村晃寿・山下裕輝・矢永誠人・中西利典・森 英樹, 2022, 静岡県熱海市逢初川源頭部の東側地点の盛土に関する調査速報. 静岡大学地球科学研究報告, 49, 97-103.
- ・北村晃寿・矢永誠人・岡崎颯太・片桐 悟・中西利典・森 英樹, 2022, 静岡県熱海市逢初川の砂防堰堤の埋積土の放射性セシウム濃度と粒子組成の層位変化 —2021年7月3日の土石流堆積物の識別—. 静岡大学地球科学研究報告, 49, 87-95.
- ・北村晃寿・戸田健太郎, 2022, 相模湾の5か所における打ち上げ二枚貝類の調査—2021年7月3日に静岡県熱海市伊豆山地区で発生した土砂災害の発生原因解明の基礎資料として—. 静岡大学地球科学研究報告, 49, 139-142.
- ・北村晃寿・岡崎颯太・近藤 満・渡邊隆広・中西利典・堀 利栄・池田昌之・市村康治・中川友紀・森 英樹, 2022, 静岡県熱海市伊豆山地区の土砂災害現場の盛土と土石流堆積物の地球化学・粒子組成分析. 静岡大学地球科学研究報告, 49, 73-86.
- ・北村晃寿, 2022, 2021年7月3日に静岡県熱海市伊豆山地区で発生した土砂災害の写真資料. 静岡大学地球科学研究報告, 49, 105-137.
- ・古生物学の百科事典, 2023. 丸善. 「気候変動」と「海水準変動」を担当.

【国内学会発表件数】

- ・山下裕輝・北村晃寿 静岡県下田市の沿岸低地における完新世の古環境変遷。日本古生物学会 2022 年年会、2022 年 7 月 2 日
- ・北村晃寿 熱海土石流に関する地球科学的研究。日本第四紀学会、2022 年 8 月 26 日
- ・北村晃寿 シンポジウム「伊豆衝突帯とその隣接地域における大規模自然災害」の趣旨説明。日本第四紀学会、2022 年 8 月 28 日
- ・北村晃寿 巡検主催 熱海市伊豆山地区土砂災害 2022 年 8 月 28 日
- ・北村晃寿・亀尾浩司・本山 功・守屋和佳・齊藤 毅・渡辺真人・森 英樹 熱海土石流の発生源の盛土に含まれる軟質泥岩礫。日本古生物学会例会、2023 年 2 月 5 日

【招待講演】

- ・10月22日 防災学術連携体の第14回防災学術連携シンポジウム「自然災害を取り巻く環境の変化—防災科学の果たす役割—」で「熱海の盛土崩落の原因に関する地球科学的研究」
- ・9月14日 大地が伝える津波と地震の記憶～静岡, 清水平野の津波堆積物調査から～. 高齢者 学級みのり大学, 静岡市西奈生涯学習センター
- ・7月16日 「しずおか防災コンソーシアム」の第145回で「熱海市伊豆山地区土砂災害に関する科学調査」を講演
- ・5月9日 防災学術連携体の第13回防災学術連携シンポジウム「自然災害を取り巻く環境はどう変化してきたか」で「熱海土砂災害の盛土崩落の解明への古生物学研究の適用」を講演

【報道数(テレビ報道、新聞掲載など)】

《テレビ報道》

- ・2023年3月17日 静岡朝日テレビ「熱海土石流災害の盛り土の一部は2011年3月以降盛られたものと判明 静岡大学北村教授の研究」

- ・2023年3月14日 静岡放送(SBS)「周りの地形、人工物…想像して備えを」台風15号から半年ハザードマップの“外”でも浸水被害【わたしの防災】
- ・2022年11月10日 静岡放送(SBS)【静岡豪雨】住宅街の最大浸水2m6cmに「ハザードマップより確実なデータになる」静岡大教授の調査で判明
- ・2022年9月16日 テレビ静岡 NEWS (Yahoo!ニュース)【熱海土石流】静岡大学の研究チームが4つの砂の層を発見 水の通り道が閉塞し複数回の崩落招いたか
- ・2022年9月13日 静岡朝日テレビ とびっきり!しずおか 熱海「盛り土は小田原付近の土砂」静岡大教授ら 独自研究で解析
- ・2022年7月15日 テレビ静岡 NEWS 熱海土石流 過去の地すべりが盛り土崩落の引き金か
- ・2022年6月24日 テレビ静岡 盛り土の最下部が最初に崩落か 水を通しやすい沿岸部の堆積物 熱海土石流
- ・2022年6月3日 テレビ静岡 NEWS 土石流で崩れ残った盛り土 沿岸部の別の場所からか静岡大学教授が調査
- ・2022年5月20日 静岡朝日テレビ とびっきり!しずおか 盛り土の土は神奈川小田原市から専門家が新たな研究で「裏付け」
- ・2022年5月20日 NHK総合 たっぷり静岡熱海土石流調査の専門家が会見 ”盛り土に崩れやすい性質か、
- ・2022年5月20日 静岡放送(SBS) LIVE しずおか 熱海の盛り土 専門家「斜面 崩壊しやすい性質だった」

《新聞報道》

- ・2023年3月18日「熱海土石流 起点の盛り土 造成、福島原発事故以降にも 静岡大・北村教授らグループ研究」の記事が静岡新聞、朝日新聞に掲載
- ・2023年3月11日 静岡新聞朝刊 20p, 今の備えで大切な人を守れますか？
- ・2023年2月5日 朝日新聞朝刊 29p, 盛り土どこから？なぜ崩壊
- ・2022年9月30日 静岡新聞夕刊 3p, 【静岡豪雨】住宅街の最大浸水2m6cmに「ハザードマップより確実なデータになる」静岡大教授の調査で判明
- ・2022年9月17日 静岡新聞朝刊 26p, 『熱海土石流』盛り土「重層的構造」水通ず隙間 崩落何度も誘発か 静岡大教授 土砂分析
- ・2022年9月17日 読売新聞朝刊 29p, 排水路塞がり複数回崩落か 熱海土石流 静岡大教授が仮説
- ・2022年9月17日 毎日新聞朝刊 21p, 盛り土中の空洞飽和状態で崩落
- ・2022年9月17日 経新聞夕刊 7p, 空洞に水流れ崩落か 熱海土石流起点の盛り土 静岡大調査
- ・2022年8月22日 静岡新聞夕刊 1p, 『熱海土石流』静岡大 独自研究冊子に「不安定地盤に残土」など 現地でデータ収集 裁判資料も想定
- ・2022年8月2日 毎日新聞朝刊 17p, 『熱海土石流』残る盛り土撤去を 県、前所有者に措置命令 崩落の起点から神奈川の礫検出「軟質泥岩礫」
- ・2022年7月30日 静岡新聞朝刊 32p, 『熱海土石流』土砂採取地「有力」神奈川・中村川下流 軟らかい岩石一致
- ・2022年7月30日 朝日新聞朝刊 29p, 小田原・相模原周辺で採取か 盛り土 静岡大などが調査結果
- ・2022年7月30日 中日新聞朝刊 26p, 熱海盛り土 土砂 神奈川で採集か 静岡大教授が分析結果公表
- ・2022年7月29日 毎日新聞朝刊 22p, 『熱海土石流』崩落起点に地滑り跡 盛り土の下 8000年前と700~800年前

- ・ 2022 年 7 月 1 日 毎日新聞朝刊 19p, 『熱海土石流』盛り土に地下水流入 「軟化し崩落」解析結果公表 粒子粗い礫や砂「水はいりやすい」
- ・ 2022 年 6 月 30 日 科学新聞英語電子版 Collapsed black embankment sediments “definitely originated from elsewhere”
- ・ 2022 年 6 月 22 日 静岡新聞朝刊 30p, 『熱海土石流』不適切盛り土 県内 193 ヲ所 8 割東部 県対策会議発足 「崩落しやすい性質」
- ・ 2022 年 6 月 4 日 静岡新聞朝刊 26p, 落ち残り東側「崩れやすい」神奈川東部から搬入か？
- ・ 2022 年 5 月 28 日 静岡新聞朝刊 29p, 搬入県外土砂崩落発端か
- ・ 2022 年 5 月 24 日 毎日新聞朝刊 19p, 崩落土砂に海中の砂
- ・ 2022 年 5 月 21 日 朝日新聞朝刊 35p, 静岡新聞朝刊 30p, 読売新聞朝刊 24p, 中日新聞朝刊 1p
盛り土の一部は秩父帯下流から 熱海土石流 静大などが崩落土砂を分析

《学会開催》

- ・ 2022 年 8 月 26-29 日 日本第四紀学会 2022 年度静岡大会を対面・ハイブリットで開催

《YouTube 配信》

- ・ 北村晃寿, 2023, 2022 年台風 15 号により 9 月 24 日に発生した静岡市の洪水に関する報告は、YouTube でデータを動画配信し、視聴回数は 4 6 7 2 件

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: <http://www.sci.shizuoka.ac.jp/%7Egeo/staff/Sato/Sato.html>



【 研究室組織 】

教 員: 佐藤 慎一
博士課程: D1 (1名)
修士課程: M1 (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まだ乏しく、各海域間での生物多様性の定量的な比較はほとんど行われていない。また、黄海や有明海などの干潟に見られる底生生物相は、主に最終氷期以降の海水準変動に伴って形成されている。したがって、その時間・空間的な形成過程を復元することは、干潟の生物多様性を理解する上で非常に重要な示唆を与えることができる。本研究は、黄海と有明海において干潟貝類群集の定量的データを数多く収集し、それを比較することにより干潟の生物多様性を詳細に把握する。さらに、両海域周辺から産出する貝化石を利用して、これらの干潟貝類群集の時空間における変遷を復元することを目的としている。

(4) 東日本大震災前後の底生動物相の変化

2011年3月11日に発生した東日本大震災により、干潟や浅海域の環境や底生動物も甚大なダメージを受けた。本研究では、東日本大震災前10年間に継続的に調査してきた宮城県周辺の干潟・浅海域における底生動物相の定量データ(Sato et al., 2012)を比較対象とすることで、東日本大震災後の底生動物相の変化を明らかにし、その後の生態系の回復傾向を現在もモニタリングしている。

(5) 浜名湖など静岡県内の干潟生物の分布調査

静岡県水産技術研究所浜名湖分場との共同研究として、浜名湖奥部において干潟・浅海域の環境・生物の定点観測を2015年4月から毎月1回実施している。これらの成果は、将来の環境問題に対して比較可能なイベント前の定常状態でのデータとして活用することが出来る。

【 今後の展開 】

これまでの研究成果をふまえて、過去20年間以上も継続させて来た諫早湾干拓・韓国セマングム干拓・宮城県東名海岸における定点観測を今後も途絶える事無く数十年レベルで定量的データを蓄積させるとともに、将来の突発的な環境激変に備えて、静岡県周辺の干潟・浅海域において環境・生物の定点観測を行うことを目指している。

【 学術論文・著書 】

- 1) 佐藤慎一(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.
- 2) Ryutaro Goto, Tsuyoshi Takano, Koji Seike, Momo Yamashita, Gustav Paulay, Ku'ulei S. Rodgers, Cynthia L. Hunter, Piyoros Tongkerd, Shin'ichi Sato, Jae-Sang Hongm, Kazuyoshi Endo (2022) Stasis and diversity in living fossils: species delimitation and evolution of lingulid brachiopods. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 175, 107460.

【 国内学会発表件数 】

- ・日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会など 計3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 (D3)
修士課程: 麻場 麗菜 (M1)・日高 公陽 (M1)

【 研究目標 】

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

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

【 主な研究成果 】

(1) 内湾性貝形虫類 *Bicornucythere* 属の形態的多様性と分類に関する研究

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た。本研究では本属の種について個体群レベルで軟体部、特に雄の交尾器の形態を精査し、*B. bisanensis* には4つの形態群があり、かつ複数のパーツを共有して形質の連続性を保っていることがつきとめられた。またこれとは別に、有明海から1種を新種 *B. misumiensis* として報告した (Nakamura & Tsukagoshi 2022)。また *B. bisanensis* の雄交尾器に見られた形態群は、背甲に分布するポア・システムの分布様式にも反映されている一方、雌の交尾器やポア・システムには雄に見られるような形態群は見いだせなかった。*B. bisanensis* の雄個体間にはメスをめぐって交配行動の際にヒエラルキーが存在することが知られており、雄交尾器に見られる種内の形態群はこれを反映した可能性があるとして議論した。また *Bicornucythere* 属の種が2種に識別されたことにより、化石を使った古環境復元について、これまでより分解能が上がることを示すことができた。

(2) 湧水性属貝形虫類の微小分布に関する研究

静岡市清水区の日本平運動公園と同葵区梅ヶ谷の滝において貝形虫群集組成 (種組成) と個体数密度について研究を行った。前者は水平面で、後者は垂直面で試料採取を行い、同じ湧水環境であっても、両者の群集組成が全く異なることが明らかにされた。また、両者とも水流の中心や直近ではほとんど生息せず、水流の中心から離れた場所に生息することも明らかにされた。前者では、水流からの距離と個体数密度を定量化し、水流の影響が及ぶ限界に近い周辺部分で特に個体数密度が高いことが確認され、また堆積物中のクロロフィル a の量には依存しないことも確認され、基質の安定度などに依存している可能性が示唆された。

【 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 4 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) Nakamura, D. & Tsukagoshi, A. 2022. Morphological types of male copulatory organs of *Bicornucythere bisanensis* (Ostracoda, Crustacea) and the description of a new *Bicornucythere* species. *Zootaxa*, 5134(4): 569–587.
- 2) Ito, M. & Tsukagoshi, A. 2022. Two species of the genus *Anchistrocheles* (Bairdioidea: Ostracoda: Crustacea) from Japan and their developmental characteristics for adaptation to interstitial environment. *Zootaxa*, 5194 (1): 71–91.
- 3) 塚越 哲. 2023. 古生物学の百科事典・日本古生物学会(編), 項目「異時性」, 「分類学」(分担執筆), 丸善出版. 754 pp.

【 国際学会発表件数 】 3 件

- 1) Asaba, R. Asaba, E. & Tsukagoshi, A. New information about the furca in the genus *Neonesidea* (Podocopida: Bairdioidea). 19th International Symposium on Ostracoda. Université Claude Bernard Lyon 1, Online Oral Presentation. 19th July, 2022.
- 2) Nakamura, D. & Tsukagoshi, A. Correlation between morphological types of male copulatory organs and distribution patterns of corolla-like pore systems in *Bicornucythere bisanensis*. 19th International Symposium on Ostracoda. Université Claude Bernard Lyon 1, Online Oral Presentation. 19th July, 2022.
- 3) Nakao, Y. & Tsukagoshi, A. An undescribed species of *Saipanetta* (Superfamily Sigillioidea) from central Japan – the first report from the intertidal zone, with details of its habitat. 19th International Symposium on Ostracoda. Université Claude Bernard Lyon 1, Online Poster Presentation. 22nd July, 2022.

【 国内学会発表件数 】 12 件

- 1) 中村大亮・塚越 哲. 内湾性貝形虫 *Bicornucythere bisanensis* の雄交尾器の形態型と花弁状ポア・システムの分布パターンとの対応関係. 日本動物分類学会第 57 回大会. 東京大学 (Web 開催), 口頭発表. 2022 年 6 月 4 日.
- 2) 麻場麗菜・塚越 哲. 貝形虫 *Neonesidea* 属 (Podocopida: Bairdioidea) の furca についての新知見. 日本動物分類学会第 57 回大会. 東京大学 (Web 開催), 口頭発表. 2022 年 6 月 4 日.
- 3) 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. 日本古生物学会 2022 年年会. 金沢大学 (Web 開催), 口頭発表. 2022 年 7 月 3 日.
- 4) 塚越 哲. 砂の隙間にすむ生き物を見る～間隙性貝形虫類の多様性と生態～. 2022 年オムニバス授業「地球環境史学」. 静岡県立ふじのくに地球環境史ミュージアム. 2022 年 7 月 9 日. (招待講演)
- 5) 日高公陽・塚越 哲. 湧水地における貝形虫類の微小分布と季節変化. 2022 年日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会. 高知大学 (Web 開催). 口頭発表. 2022 年 9 月 3 日
- 6) 中村大亮・塚越 哲・佐藤慎一・出口柚月. 諫早湾干拓調整池内の 2 地点におけるコアサンプルからみる貝形虫相の変遷. 2022 年日本プランクトン学会・日本ベントス学会合同大会. 高知大学 (Web 開催). 口頭発表. 2022 年 9 月 3 日.

その他 6 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/prof/>



【研究室組織】

教 員: 王 権、宋 光満 (特任助教)

博士課程: 甘 毅 (D3)、Tan Yunhui (D3)、Sun Xuehui (D3)、Zhuang Jie (D2)

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) Tan, Y., Wang, Q., Zhang, Z. 2023. Algorithms for separating diffuse and beam irradiance from data over the East Asia-Pacific region: A multi-temporal-scale evaluation based on minute-level ground observations. *Solar Energy*, 252:218-233.
- 2) Gan, Y., Wang, Q., Iio, A. 2023. Tree Crown Detection and Delineation in a Temperate Deciduous Forest from UAV RGB Imagery Using Deep Learning Approaches:

Effects of Spatial Resolution and Species Characteristics. *Remote Sensing*, 15, 778.

- 3) Zhang, Z., Xiong, J., Fan, M., Tao, M., Wang, Q., Bai, Y. 2023. Satellite-observed vegetation responses to aerosols variability. *Agricultural and Forest Meteorology*, 329, 109278, <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2022.109278>.
- 4) Song, G., Wang, Q., Jin, J. 2022. Temporal instability of partial least squares regressions for estimating leaf photosynthetic from hyperspectral information. *Journal of Plant Physiology*, 279, 153831.
- 5) Tan, Y., Wang, Q., Zhang, Z. 2022. Assessing spatiotemporal variations of AOD in Japan based on Himawari-8 L3 V31 aerosol products: Validations and applications. *Atmospheric Pollution Research*, 13, 101439. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2022.101439>

【国際会議発表件数】

- The 9th International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University (ISFAR-SU2023), March 1st, 2023, Online 3 件

【国内学会発表件数】

- 第 134 回日本森林学会大会 1 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： 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：M1 (4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) 苦鉄質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) マグマの噴火前貯蔵条件の研究

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、噴火前のマグマの貯蔵条件(温度・含水量など)にも強い影響を受けます。このため、噴火前のマグマの貯蔵条件は、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、噴火前のマグマの貯蔵条件を定量的に検討しています。

今年度は、Oida et al. (2022)で信頼性を確認したH₂O飽和斜長石リキダスモデルを用い、伊豆大島の代表的化学組成のマグマについて噴火前貯蔵条件を検討しました。伊豆大島は国内でも活発な火山で、この火山が噴火すると島内だけでなく、静岡や首都圏にも影響があると考えられている火山です。検討の結果、伊豆大島のマグマは、従来考えられていた深さ(~10km)よりも浅部(<6.5km)に溜まっている可能性が示唆されました。

また、福徳岡ノ場2021年噴火のマグマの噴火前貯蔵条件についても検討しました。福徳岡ノ場は伊豆-小笠原弧の海域火山で、2021年8月に発生した国内で90年ぶりのプリニー式噴火では、噴出した軽石が日本沿岸に広く漂着し、大きな社会問題となりました。この軽石に含まれる鉱物・ガラスの化学組成を分析した結果、このマグマが地下~3km程度の浅いマグマだまりに由来することや、より深部に別のマグマだまりが複数存在することが示唆されました。

以上の結果はどちらも、個々の火山の噴火予測を行う上で重要な制約になると期待できます。

(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、伊豆大島 1986 年 B 噴火の噴出物中に含まれるクリスタルマッシュ状深成岩捕獲岩について組織解析・化学分析を行いました。その結果、地下浅部(<4km)にもマグマだまりがあり、そこにはまだ地表にほとんど噴出していない珪長質マグマも存在することが明らかとなりました。

【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構築したいと考えています。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) Ryoya Oida, [Hidemi Ishibashi](#), Akihiko Tomiya, Masashi Ushioda, Natsumi Hokanishi, Atsushi Yasuda (2022) Experimental constraints on the H₂O-saturated plagioclase liquidus and the storage depth of the Izu-Oshima 1986B basaltic andesite melt. *Journal of Disaster Research*, **17**, 716-723.
- 2) Tomofumi Kozono, [Hidemi Ishibashi](#), Satoshi Okumura, Takahiro Miwa (2022) Conduit flow dynamics during the 1986 sub-Plinian eruption at Izu-Oshima volcano. *Journal of Disaster Research*, **17**, 754-767.
- 3) Aika K. Kurokawa*, Takahiro Miwa, [Hidemi Ishibashi](#) (2022) Aging in Magma Rheology. *Scientific Reports*, **12**, 10015
- 4) Junji Yamamoto*, [Hidemi Ishibashi](#), Yuuki Hagiwara, Lena Yokokura, Kiyooki Niida (2022) Raman spectroscopic identification of continuity of a channel olivine in a peridotite specimen. *Geochemical Journal*, **56**, 31-39.
- 5) [石橋秀巳](#), 安田敦 (2022) 伊豆大島火山の浅部マグマ供給系 -H₂O飽和斜長石リキダスからの制約-. 防災科学研究所研究資料, **487**, 36-40.
- 6) [石橋秀巳](#), 鬼塚寛士, 岩城吉春, 森 英樹 (2022) 斑晶に富む玄武岩質溶岩の固体 - 液体遷移の実験的研究: 富士山水神溶岩の例. 静岡大学地球科学研究報告, **49**, 33-43.

【国内学会発表件数】

- ・日本火山学会など 計10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及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)
専門分野： 環境微生物学、分子遺伝学
e-mail address: shintani.masaki@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://www.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 (2名)、D1 (1名)
修士課程：M2 (5名)、M1 (5名)
学 部 生：4名

【 研究目標 】

作物を育てる農地の土壌、下水処理場、生ごみの堆肥化、廃棄物利用としてのメタン発酵など、我々の生活に密着した様々な場面で複数種の微生物が複合的に機能する複合微生物系が活躍している。こうした機能を担う微生物の多くは人為的な培養が難しく、その機能解析は困難である。プラスミドをはじめとする可動性遺伝因子は、このように培養の難しい微生物に外部からアプローチするための有用なツールとなりうる。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とその性状比較を行うとともに、②プラスミドの網羅的データベースの再整備を行っている。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プラスミドを含む種々の可動性遺伝因子の収集と性状比較
- (2) プラスミドの網羅的データベースの再整備に向けた情報の整理
- (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から収集した代表的なプラスミドの塩基配列を決定し、その性状比較を行ったところ、既存の類似プラスミドとは異なる性状を示すことが判明した (学術論文4)。

(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

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、得られた薬剤耐性プラスミドの正確な分類 (学術論文2) と、プラスミドのデータベースの整備が必須である。既に発表済みの論文についての誤りを見出し、訂正を促す論文も発表した (学術論文1)。

(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行った (学術論文3)。また、併せて本菌株の種々の栄養条件における生育に関しても比較を行った (学術論文5)。

【 今後の展開 】

同一の分類群に属していても性状が異なるプラスミドを複数見出しており、その原因となるプラスミド上の因子について突き止める。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、*n*-アルカンを分解できない変異株の取得に成功しており、現在そのアルカン分解機構の詳細を明らかにする。

【 学術論文・著書 】 * 責任著者

- 1) Shintani M*, Haruo Suzuki*, Hideaki Nojiri, Masato Suzuki*, 2023, Reconsideration of the previously classified incompatibility groups of plasmids, IncP-1 and IncP-11, *Environmental Microbiology*, doi:10.1111/1462-2920.16345
- 2) Hishinuma T, Tada T*, Tohya M, Shintani M, Suzuki M, Shimojima M, Kirikae T, 2022, Plasmids harboring a tandem duplicate of blaVIM-24 in carbapenem-resistant ST1816 *Pseudomonas aeruginosa* in Japan, *Microbial Drug Resistance* doi: 10.1089/mdr.2022.0168.
- 3) Obi N, Moriuchi R, Dohra H, Kimbara K, Shintani M*, Yoshida N*, 2022, Complete Genome Sequence of *Rhodococcus qingshengii* N9T-4, *Microbiology Resource Announcements*, e0089122. doi: 10.1128/mra.00891-22.
- 4) Hayakawa M+, Tokuda M+, Kaneko K+, Nakamichi K+, Yamamoto Y+, Kamijo T+, Umeki H+, Chiba R, Yamada R, Mori M, Yanagiya K, Moriuchi R*, Yuki M, Dohra H, Futamata H, Ohkuma M, Kimbara K, Shintani M*, 2022 (+equally contributed), Hitherto-Unnoticed Self-Transmissible Plasmids Widely Distributed among Different Environments in Japan, *Applied and Environmental Microbiology*, 80(18):e011422 (編集委員長が選抜する Spotlight に選ばれた)
- 5) Ikeda Y, Kishimoto M, Shintani M, Yoshida N* 2022 Oligotrophic gene expression in *Rhodococcus erythropolis* N9T-4 under various nutrient conditions, *Microorganisms*, 10(9):1725. doi:10.3390/microorganisms10091725

【 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等 3 3 件

【 招待講演件数 】

- ・ 4 件

【 受賞・表彰 】

- 1) 徳田真穂ら、優秀ポスター賞（環境バイオテクノロジー学会、令和4年11月21-22日）
- 2) *Applied and Environmental Microbiology* 誌の編集委員長が選出する Spotlight に選ばれた。（上述した学術論文 4）

リモートセンシングを用いた農業情報の取得

准教授 菌部 礼 (SONOBE Rei)

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 生物資源科学コース)

専門分野: リモートセンシング、農業情報工学

e-mail address: sonobe.rei@shizuoka.ac.jp



【 研究室組織 】

教 員: 菌部 礼

修士課程: M1 (2名), M2 (1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

分光反射特性と機械学習を活用した、非破壊での葉の特性評価に関する研究を行ってきた。One-Dimensional Convolution Neural Network を活用することによって、ダイコン及びワサビのクロロフィル含量を高い精度で推定できる回帰モデルを作成することができた。

また、昨年度までリーフスケールでのクロロフィル・カロテノイド含量評価を扱ってきたが、令和4年度はドローン搭載ハイパースペクトルイメージャを利用することによって、圃場スケールでの評価を可能にした。

(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、深層生成モデルの1つである GAN を用いて、Sentinel-1 C-SAR の2偏波 (VH、VV) データから光学センサによって取得されるカラー画像及び植生に関する情報 (正規化植生指数、Normalized Difference Vegetation Index) の推定手法を検討している。

【 今後の展開 】

多品種のチャノキが栽培されている圃場にて、葉、圃場の両方のスケールで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。引き続き、本データに基づく生育・品質管理シス

テムの構築を検討していく予定である。また、GAN を用いた合成開口レーダ画像-光学画像変換をはじめ、農林業分野におけるリモートセンシングデータと深層学習の利活用方法を検討している。

【 学術論文・著書 】

- 1) Rei Sonobe, Yuhei Hirono. 2023. Applying Variable Selection Methods and Preprocessing Techniques to Hyperspectral Reflectance Data to Estimate Tea Cultivar Chlorophyll Content, *Remote Sensing* 15 (1), 19.
- 2) Adenan Yandra Nofrizal, Rei Sonobe, Hiroto Yamashita, Haruyuki Seki, Harumi Mihara, Akio Morita, Takashi Ikka. 2022. Evaluation of a One-Dimensional Convolution Neural Network for Chlorophyll Content Estimation Using a Compact Spectrometer, *Remote Sensing* 14 (9), 1997.
- 3) 菌部礼, 関晴之, 島村秀樹, 望月貫一郎, 齋藤元也, 吉野邦彦, 谷宏. 2022. 作物分類のための Sentinel-1 C-SAR による推定 NDVI データの利用可能性の評価, *写真測量とリモートセンシング* 61/5 332-338.
- 4) 菌部礼, 関晴之, 島村秀樹, 望月貫一郎, 齋藤元也, 吉野邦彦. 2022. 敵対的生成ネットワークを用いた Sentinel-1 C-SAR データの NDVI シミュレーション画像の作成, *写真測量とリモートセンシング* 61/2 80-87.

【 国際会議発表件数 】

- ・ 1 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 4 件

プランクトン動態に及ぼす人為的影響

准教授 デュア ガエル (DUR Gaël)

環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 理学部 創造理学コース
及び 大学院総合技術研究科理学専攻)

専門分野: プランクトンダイナミクス

e-mail address: dur.gael@shizuoka.ac.jp

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



【 研究室組織 】

教 員: デュア ガエル

修士課程: M1 (3名) M2 (2名)

【 研究目標 】

本グループにおける最終的な目標は、プランクトン性生物が人為的な圧力にどのように反応するかを深く理解し、これらの反応に関する重要な学術的知識を蓄積し、これらの影響を定量化する効果的なツールを開発し、実用的な対応策を考案することである。さらに、この貴重な知識と開発したツールを社会と共有し、情報に基づいた意思決定と持続可能な実践を促進することを目的としています。具体的には、次の3つの課題を設定し、研究に取り組んでいます。

- (1) プランクトン動態に対する人為的影響の実証研究
- (2) 動物プランクトンの環境ストレスに対する応答をシミュレートする個体ベースモデルの研究開発
- (3) 個体ベースモデルの作成と利用を容易にするソフトウェアの開発

【 主な研究成果 】

(1) プランクトン動態に対する人為的影響の実証研究

季節のサイクルは生命の重要な特徴であり、異なる種の継承をもたらし、共通の環境を共有することができる。多くの種で季節周期の乱れが報告されているが、乱れの原因は種によって異なる。湖沼動物プランクトン類は、気候変動、温度変動、栄養変動に対応することが広く認められている。我々は、琵琶湖の温暖適応型橈脚類 (*Eodiaptomus japonicus*) の事例を調査し、40年間 (1966–2010年) に栄養状態や温度レジームの変化を経験しました。この期間、これらの変化に対する *E. japonicus* の表現学的応答を調査し、観察された変動の原因を特定した。ウェーブレット解析とクラスター解析を組み合わせた結果、*E. japonicus* は調査期間中に異なる季節的サイクルを示すことがわかった。一般的な単峰性の季節サイクルは、2つまたは3つのモードを示すことがあり、何度か中断された。ウェーブレットコヒーレンス解析の結果、総産卵量、クラッチサイズ、出生率には湖水温との強い定常的な相関が見られたが、年単位では雌の体格との過渡的な相関が見られた。餌のプロキシとの一貫性は見られなかった。単峰型と複峰型の季節サイクルを判別した結果、単峰型サイクルにつながる低温と捕食量の多さの影響が浮き彫りになった。本研究は、動物プランクトンのフェノロジーを理解するために、下位栄養段階と上位栄養段階の季節性を考慮する必要性を強調するものである。

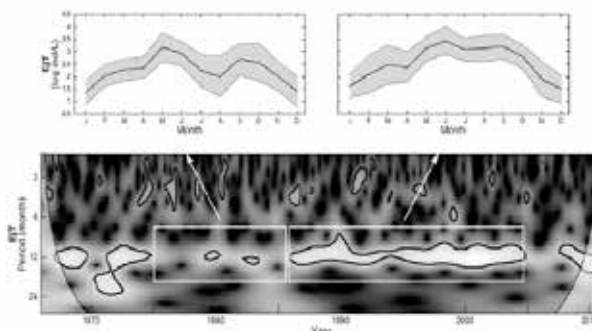


図1 Wavelet analysis of the total density of *Eodiaptomus japonicus* in Lake Biwa over 45 years revealed different seasonal cycles

(2) 個体ベースモデルの研究開発

我々は、養殖用途に有望な生餌用サイクロポイド *Apocyclops royi* の生産性に及ぼす塩分変動の影響をシミュレートする個体ベースモデル (IBM) を確立し適用した。このモデルは、塩分濃度が異なる生殖形質に及ぼす影響と、温度が雌の寿命に及ぼす影響を統合している。Mobidyc プラットフォームで開発したモデルを校正するために、過去の文献からデータを収集し、補完的な実験を実施しました。総ナウプリ生産量に関するモデル出力は、実験結果と一致しました。両者とも、0 から 21PSU までナウプリの生産量が漸増し、それを超えると生産量が減少することが示されました。また、ほとんどの塩分条件において、推定されたナウプリ生産量と観測されたナウプリ生産量との間に有意な差は見られなかった。次に、このモデルを用いて、0 から 39PSU までの塩分濃度勾配に沿って 1,000 匹の雌で開始した集団の 20 日間の養殖における卵とナウプリの生産量を推定した。最適塩分濃度である 21PSU 付近で、卵とナウプリの生産量はそれぞれ 1.8×10^5 卵と 1.39×10^5 ナウプリでピークを示した。最適塩分濃度範囲から 7PSU ずれると、卵とナウプリの生産量が 22~25% 減少することになる。この結果は、IBM をライフサイクルモデルに導入することで、養殖環境における塩分濃度の変動が橈脚類の生産性に及ぼすリスクを管理するための有用なツールとなることを示しています。

(3) ソフトウェアの開発

Mobidyc のプラットフォームは、約 20 年間、コンピュータを使わない科学者が個人ベースのモデルを開発し、実行することを可能にしました。しかし、残念ながら、Mobidyc は 10 年以上更新されていません。その有用性は何度も証明されていますが、使い方が面倒になり、いくつかの機能にはアクセスできなくなったため、プラットフォームの存続が危ぶまれています。re:Mobidyc は、Mobidyc の設計思想を受け継いだ Mobidyc のバリエーションです。re:Mobidyc の目的は、Mobidyc の設計思想を継承したままりノバージョンすることです。そのために、まずベースとなるシステムを VisualWorks から、現在最も活発に開発・使用されているオープンソースの Smalltalk システムである Pharo に変更しました。re:Mobidyc の開発は、すでにダウンロードし、あらゆる OS にインストールし、モデルを開発し、実行することができるまで到達しています。re:mobidyc Thonon は Pharo 11 をベースにしており、主要なプラットフォーム (m1/m2 mac、intel mac、linux) にビルド済みのパッケージが用意されています。主要なプラットフォーム (m1/m2 mac、intel mac、windows、linux) 用のビルド済みパッケージは、以下のリリースページから入手できます。以下のリリースページで入手可能です。

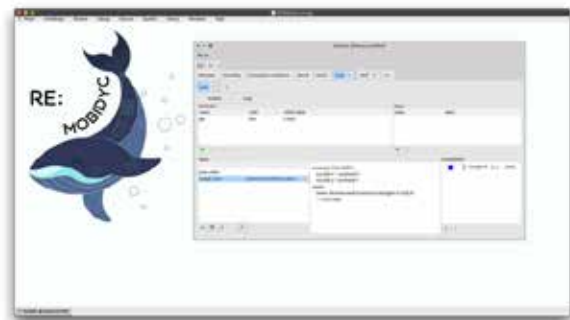


図 2. Screenshot of the main window of re:Mobidyc

<https://github.com/ReMobidyc/ReMobidyc/releases/tag/Thonon>

【今後の展開】

今年度は、植物プランクトンの培養に成功し、現在は駿河湾産のカイアシ類の単培養を確立している最中です。駿河湾産の橈脚類の培養を確立した後は、温度や餌の濃度が橈脚類のサイズ、生産性、炭素固定に与える影響を評価する実験を行う予定です。これらの研究は、グリーンサイエンス (養殖) とカーボンニュートラルサイエンスの分野に貢献するものであり、2つの重要な研究分野を同時に扱うことができます。

【学術論文・著書】

- 1) Oda T, Dur G (2022) Simulation Environment and Traceability for Individual-Based Modeling with Life History stages. IPSJ SIG Technical Report. Peer-reviewed
- 2) 中根快, 刘鑫, 土居秀幸, 伴修平, Gaël Dur, 加三千宣, 槻木玲美 (2022) 堆積物DNAに基づくカイアシ類の長期変動に関する研究。2022 日本陸水学会 第86回兵庫県大会。non peer-reviewed.

- 3) Oda T, **Dur G**, Ducasse S, Macedo HD (2023) Implementation – First approach of developing formal semantics of a simulation language in VDM-SL. OVT-21. Peer-reviewed
- 4) **Dur G**, Liu X, Sakai Y, Hsieh CH, Ban S, Souissi S. (2022) Disrupted seasonal cycle of the warm adapted and main zooplankter of Lake Biwa Japan. *Journal of Great Lakes Research*.48(5):1206-1218 [[10.1016/j.jglr.2022.06.001](https://doi.org/10.1016/j.jglr.2022.06.001)]. JIF: 3.032 – JCR IF Rank Q2
- 5) Yoshino M, Pan YJ, Souissi S, **Dur G*** (2022) An individual-based model to quantify the effect of salinity on the production of *Apocyclops royi* (Cyclopoida, Copepoda). *Frontiers in Marine Science* 9 [[10.3389/fmars.2022.863244](https://doi.org/10.3389/fmars.2022.863244)] JIF: 4.435 – JCR IF Rank: Q1
- 6) Liu X, Nakamoto Y, **Dur G**, Ban S (2022) Mate-seeking behavior in the calanoid copepod *Eodiaptomus japonicus* collected from Lake Biwa, Japan. *Journal Plankton Research* 44(6):961-965. [[10.1093/plankt/fbac052](https://doi.org/10.1093/plankt/fbac052)]. JIF:2.473 – JCR IF Rank: Q2

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本陸水学会と日本生態学会大会 計 2 件

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

【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) 南海トラフのスロー地震と重力分布

南海トラフ沈み込み帯におけるプレート境界近傍(メカニズム解的にほぼプレート内部)の地震活動度を、ETASモデルで見積もった。地震活動度の高い領域は、いわゆる深部スロー地震(微動など)ではなく、M6.5を超える大規模スロースリップイベントの発生領域と空間的に対応していた。また、(相対的に)負のフリーエア重力異常領域とも対応していた。このことは、荷重変形による地下の応力不均質(+流体圧変化?)が、地震・スロー地震活動に無視できない影響を与えていることを示唆する。

(2) 日本列島のひずみ速度場と応力場の比較

GNSSに基づく地表変位データから、日本列島上の各種ひずみ速度分布の時空間変化(1997-2021)を推定した。その上で、主ひずみ軸の方位に注目し、地震活動から推定可能な主応力軸の方位との差を、同じ空間グリッド上で評価した。その結果、関東地方から南海トラフにかけて60度以上の大きな方位差が見られることを確認し、一方で、背弧側のひずみ集中帯に沿っては方位差が小さくなる傾向を見出した。2011年の東北地方太平洋沖地震後には、地震前に無かった顕著な方位差が生じていることもわかった。

【学術論文・著書】

- 1) Yuta Mitsui, Keiji Uehara, Issei Kosugi, Koji Matsuo. "Along-strike distribution of seismicity and large slow slip correlated with gravity at the Nankai Trough", *Earth and Planetary Science Letters*, 598, 117824 (2022).
- 2) Issei Kosugi, Yuta Mitsui. "Azimuthal differences and changes in strain rate and stress of the Japanese Islands deduced from geophysical data", *Earth, Planets and Space*, 74, 137 (2022).

【 国際会議発表件数 】

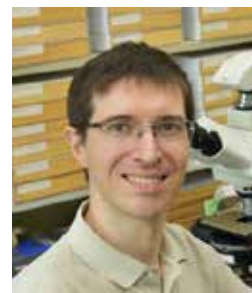
- ・ International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2022

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本地震学会、日本測地学会など 6 件

花粉化石に基づく被子植物の進化過程

助教 LEGRAND Julien (ルグラン ジュリアン)
(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)
専門分野： 古植物学・古生態学
e-mail address: legrand.julien@shizuoka.ac.jp
homepage: https://www.shizuoka.ac.jp/geosci/staff_list/legrand/



【 研究室組織 】

教 員：LEGRAND Julien
修士課程：M2（1名）

【 研究目標 】

海成層と非海成層から孢子・花粉などの微化石を抽出し、古環境と古気候の推定や、植物の進化史に関する研究を行っています。特に、中生代に急速に多様化し、地球生命圏の様相を一変させた被子植物の起源と初期進化の解明を目指しています。また、植物と共産する動物化石や古土壌の解析を行うことで、陸上生態系の成立過程を包括的に理解できると考えています。

- (1) 北海道蝦夷層群三笠層から発見されたノルマポレス型花粉と被子植物の初期進化について
- (2) 北海道蝦夷層群の花粉化石層序からみた白亜紀の植生変遷

【 主な研究成果 】

- (1) 北海道蝦夷層群三笠層から発見されたノルマポレス型花粉と被子植物の初期進化について
(日本古生物学会 2022 年年会, 2022 年 7 月, 口頭発表)

北海道三笠市に分布する蝦夷層群三笠層(上部白亜系上部セノマニアン~下部チューロニアン階)は、堆積相によって5ユニットに区分される。このうち、デルタプレインの背湿地の堆積物である中部のTwbユニットには、ツヅラフジ科・スズカケノキ科・マンサク科との類縁が示唆されるプラタノイド葉化石 *Ettingshausenia cuneifolia* のみを含む化石層がある。本研究では、この化石層から 25 種からなる孢子・花粉群集を得たが、その中にノルマポレス型の特徴を示す被子植物花粉 *Yezopollis mikasaensis* Legrand *et al.*, 2022 を見出したので詳説する。ノルマポレス型花粉は、中期セノマニアン期に、ヨーロッパおよび北アメリカ東部に出現した。また、後期白亜紀には 80 属以上に多様化し、北半球の花粉フローラに優占したが、古第三紀に絶滅した。チューロニアン期以降のノルマポレス型花粉のほとんどはブナ目に関連するとされているが、ヤマモガシ科、アカバナ科、アカネ科との類縁が指摘された属もある。このように、ノルマポレス型花粉の類縁を明らかにすることは、真正双子葉類の多様化過程を追跡するために重要である。しかし、白亜紀中頃のノルマポレス型花粉の報告は少なく、その初期進化過程は十分に解明されていない。

三笠層から得られた *Y. mikasaensis* は、ノルマポレス型花粉地理区外における最も古い記録となる。しかし、本種の外形や外壁の網目模様は、同時期のノルマポレス型花粉とは著しく異なる。一方、本種が北アメリカ西部や東アジアのカンパニアン期以降から報告されているノルマポレス型花粉やヤマモガシ科の花粉に類似性を持つ。このことは、ノルマポレス型花粉が多系統的に出現したことを支持する。また本種は、*E. cuneifolia* 化石層に含まれる唯一の被子植物花粉であることから、基部真正双子葉類の基幹群のひとつと考えられる。

- (2) 北海道蝦夷層群の花粉化石層序からみた白亜紀の植生変遷
(日本古生物学会第 172 回例会, 2023 年 2 月, 口頭発表)

蝦夷層群は大型化石や微化石を多産し、北太平洋地域北西部に分布する白亜系の標準浅海層序とされている。一方で、孢子・花粉化石層序は他の生層序区分と異なるセクションでの研究が多く、陸域環境変化に伴う植物相の変化を明らかにするためには層序ごとの植物相解明が必要である。

本研究では、蝦夷層群の神路層（アプチアン）、日陰ノ沢層（アルビアン – セノマニアン）、三笠層・佐久層（セノマニアン – チューロニアン）、羽幌川層・鹿島層（チューロニアン – カンパニアン）、函淵層（カンパニアン – マーストリヒチアン）を対象に花粉分析を行ない、170 種以上からなる孢子・花粉化石群集を得た。先行研究による報告と併せて蝦夷層群における花粉化石層序を作成した結果、アプチアン、チューロニアン – コニアシアン、カンパニアン – マーストリヒチアンに大きな植生変化が起きたことが明らかになった。この結果は大型植物化石記録と整合的であり、被子植物花粉の形態多様化パターンも東アジアにおけるこれまでの推定と概ね整合的であった。一方、これまで北米で報告されているが東アジアでは未報告であった *Asterisporites* や *Triprojectate* 花粉などを確認し、これまで前期白亜紀のみから報告されていたサッコロマ科やイノモトソウ科の孢子が、後期白亜紀からも産出した。また、函淵層では大孢子群集が蝦夷層群から初めて確認された。

今回観察した花粉群集は、全体を通して温暖種のものが卓越するが、その割合は徐々に減少し、羽幌川層では特に少なかった。また、函淵層のカンパニアンからマーストリヒチアンにかけては、乾燥化・寒冷化の傾向がみられた。これらの変化は、中国北部で推定された同時期の気候変動と整合的である。

【 今後の展開 】

北海道に分布する蝦夷層群・根室層群の現地調査と花粉分析を進め、白亜紀末から古第三紀にかけての植生変遷を明らかにしたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) Legrand J., Yamada T., Nishida H. (2022). *Yezopolis mikasaensis* gen. et sp. nov., a new Normapolles-type angiosperm pollen from the Upper Cretaceous of Hokkaido, Japan. *Cretaceous Research* 136: 105216.
- 2) Nakagawa Y., Legrand J., Bôle M., Hori R.S., Kuroda J., Hasegawa H., Ikeda M. (2022). Terrestrial and marine organic matter evidence from a Cretaceous deep-sea chert of Japan: Implications for enhanced hydrological cycle during the Aptian OAE 1a. *Global and Planetary Change* 215: 103886.
- 3) Nishida H., Stockey R.A., Takebe Y., Legrand J., Yamada T. (2022). *Mikasapteris rothwellii* gen. et sp. nov., a permineralized fertile pinnule of a probable stem polypod from the Late Cretaceous of Hokkaido, Japan. *International Journal of Plant Sciences* 183 (7): 721262.
- 4) Williams M., Komatsu T., Nguyen P. D., Siveter D. J., McGairy A., Bush H., Goodall R. H., Harvey T. H. P., Stocker C. P., Legrand J., Yamada T., Miller C. G. (2023). Ostracods from the upper Silurian Si Ka Formation, northern Vietnam, and their paleobiogeographical significance. *Paleontological Research* 27 (3): 261-276.
- 5) ルグラン ジュリアン・酒井佑輔・湯川弘一 (2023). 項目「中生代の東アジア古植物地理」. 古生物学の百科辞典, 丸善出版 (2023 年 01 月発行), 790 pp.
- 6) 齊藤 毅・ルグラン ジュリアン (2023). 項目「花粉・孢子化石」. 古生物学の百科辞典, 丸善出版 (2023 年 01 月発行), 790 pp.

【 国内学会発表件数 】

・日本古生物学会 2022 年年会など 計 2 件

(8)ベーシック部門

部門長 土屋 麻人

1. 部門の目標・活動方針

ベーシック部門は、21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

- ・ 土屋 麻人：場の量子論と超弦理論の非摂動的な研究
- ・ 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：作用素半群の精製と微分方程式系の適切性
- ・ 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
- ・ 海老原孝雄：強相関係物質の単結晶育成と物性開拓
- ・ 大 矢 恭 久：核融合炉システム中でのトリチウム挙動
- ・ 保 坂 哲 也：群が幾何学的に作用する $CAT(0)$ 空間の研究
- ・ MEJIA DIEGO：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
- ・ 守 谷 誠：分子の規則的配列を用いた革新的電池材料開発
- ・ 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

3. 部門の活動

(1) 国際レベルの論文公表、招待講演、国際会議での発表、研究会の企画を積極的に行っている(後述資料参照)。

(2) 地域連携活動

- 1) 「サイエンスカフェ in 静岡」は、最先端の研究を展開している研究者が、静岡市民(社会人～高校生)へサイエンス情報を提供する月例の講演会である。ベーシック部門からも、講演を行っている。
- 2) 文部科学省国際原子力人材育成イニシアティブ事業「STEAM 教育手法を活用し、エネルギー・環境問題を基盤とした理系教員養成原子力人材育成」に採択された。

4. 特記事項

(1) 受賞

- ・ 守谷 誠: 高柳研究奨励賞 2022 年 12 月 17 日
- ・ 守谷 誠: 静岡大学産学連携奨励賞 2023 年 3 月 10 日
- ・ MEJIA DIEGO: 第 5 期静岡大学若手重点研究者(2022 年度～2024 年度)

(2) 地域連携活動

- ・ 森田 健: 出張講義 一般相対性理論入門「曲がった空間を進む光」, 愛知県立名古屋西高等学校 (2022.10.13).
- ・ 森田 健: 出張講義 一般相対性理論入門「宇宙の時間と地上の時間」, 静岡県立磐田南高校 (2022.9.16).
- ・ 森田 健: 講演会 模擬授業 特殊相対性理論入門, 静岡大学理学部夏季オープンキャンパス (2022.8.5).
- ・ 森田 健: オンライン講演会 夢ナビライブ 2022 in summer 「曲がった空間を光が進む」 一般相対性理論入門(2022. 7 月).
- ・ 大矢恭久: 浜松南高校および菰山高校にて放射線の講義と実習を実施.
- ・ 守谷 誠: 出張講義 全固体電池と燃料電池の材料化学, 愛知県立一宮興道高校 (2022.10.20).

(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、韓国大田(KFE Korean Institute of Fusion Energy) (2023.2.23～24).
- ・ 大矢恭久: 日米共同研究 FRONTIER ワークショップ、米国アイダホ(Idaho National Laboratory) 「Discussion on radioactive material transportation in accidental case and neutron irradiation planning」 (2022.11.15-17).
- ・ 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。同志社大学にて開催(2023.2.21).
- ・ 大矢恭久: 文科省国際原子力人材育成イニシアティブ事業総合討論会(2023.2.17 島根、2022.3.10 青森).
- ・ 田中直樹: 第 48 回発展方程式研究会、東京理科大学 神楽坂キャンパス(2022.12.25～27).
- ・ 土屋麻人: 離散的手法による場と時空のダイナミクス 2022, 東京理科大学神楽坂キャンパス (2022.8.22～25).
- ・ 土屋麻人: 中部夏の学校 2022, 静岡大学静岡キャンパス(2022.8.8～10).
- ・ 毛利 出: 第 10 回(非)可換代数とトポロジー, 信州大学, (2023.3.22～24).
- ・ 森田 健: 場の理論と弦理論 2022, 京都大学基礎物理学研究所(2022.8.19～23).
- ・ 森田 健: 中部夏の学校 2022, 静岡大学静岡キャンパス(2022.8.8～10).
- ・ MEJIA DIEGO: 数学基礎論若手の会 2022(オンデマンド) (2022.11.25～27).
- ・ 守谷 誠: 柔粘性結晶研究会キックオフミーティング, 東京農工大学(2022.11.23).

(4) 招待講演等

- 1) 鈴木信行: “Two properties of quantifiers described as meta-theorems on some non-classical predicate logics”, Workshop on Foundations of Game Theory: Logic, Bounded Rationality, and Decisions, 早稲田大学(2022.11.28).
- 2) 土屋麻人: 「標的空間エンタングルメントとバブリング幾何」, 離散的手法による場と時空のダイナミクス 2022, 東京理科大学神楽坂キャンパス(2022.8.24).

- 3) 土屋麻人: “Renormalization group and cMERA”, Corfu 2022 workshop on noncommutative and generalized geometry in string theory, gauge theory and related physical models, Corfu (+on-line), Greece(2022.9.19).
- 4) 土屋麻人: “Study of emergence of spacetime in tensor network based on the renormalization group”, 学術変革領域研究(A)「極限宇宙」公募研究キックオフミーティング, オンライン(2022.10.31).
- 5) 土屋麻人: “The emergence of expanding space-time in the type IIB matrix model”, East Asia Joint Workshop on Fields and Strings 2022, KIAS (+on-line), Korea, (2022.11.14).
- 6) 土屋麻人: “Emergence of (3+1)-dimensional expanding space-time in the type IIB matrix model”, 2022 NTU-Kyoto high energy physics workshop, National Taiwan University, Taiwan(2022.12.19).
- 7) 土屋麻人: “Study of emergence of spacetime in tensor network based on the renormalization group”, 学術変革領域研究(A)「極限宇宙」第2回領域会議, 神戸コンベンションセンター(2022.12.27).
- 8) 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.
- 9) MEJIA DIEGO: "Cardinal Characteristics Associated with the Ideal of Strong Measure Zero Sets", ESI Set Theory Workshop, オーストリア(ウィーン)(2022.7.4).
- 10) MEJIA DIEGO: "Cofinality of the ideal of strong measure zero sets", Colombia-Mexico seminar of Set Theory, コロンビア(オンライン)(2022.11.10).
- 11) 森田 健: “Large-N gauge theories and Black holes”, 2022 NTU-Kyoto high energy physics workshop (2022.12.17).
- 12) 森田 健: ”Constraints on Quantum mechanics through the uncertainty relations and their generalization”, EAST ASIA JOINT WORKSHOP ON FIELDS AND STRINGS 2022 (2022.11.17).
- 13) 守谷 誠: ”Development of Molecular Crystals and Organic Ionic Plastic Crystals for Solid Electrolyte Materials”, 明志科技大 緑色能源電池研究中心セミナー(台湾)(2023.3.14).
- 14) 守谷 誠: “Molecular Crystalline Electrolytes with Solid-state Li-ion Conductivity”, Symposium on Functional Ionic Materials and Devices(2022.9.28).
- 15) 守谷 誠: 「分子結晶電解質と全固体電池」, 第4回静岡県大学研究連携シンポジウム(2022.8.31).
- 16) 守谷 誠: 「無機と有機のいいとこどりを目指した分子結晶電解質の開発」, JST さきがけ「未来材料」無機と有機を結ぶ未来材料ワークショップ(2022.6.23).
- 17) 近田拓未: 「先進ブランケット用機能性被覆の実用化に向けた製作技術開発」, プラズマ・核融合学会第39回年会、富山国際会議場(2022.11.24).

(5)新聞記事など

- 1) 大矢恭久: 文科省国際原子力人材育成イニシアティブ事業総合討論会(島根大学) TSKさんいん中央テレビ(2023.2.24)
https://topics.smt.docomo.ne.jp/article/tsk_tv/region/tsk_tv-2023022400010643
<https://news.yahoo.co.jp/articles/a4808f0489bb0d2db3ead68ab9dcdaf776410be2>
 FNS(フジテレビ系)
<https://www.fnn.jp/articles/-/491324>
- 2) 大矢恭久: 文科省国際原子力人材育成イニシアティブ事業総合討論会(島根大学) 山陰中央新報 デジタル版(有料コンテンツのため冒頭のみ)
<https://www.sanin-chuo.co.jp/articles/-/345476>

- 3) 近田拓未: 「第 244 回 近未来テクノロジー見聞録 核融合炉材料内に留まった水素同位体のリスクを解決できる新発見とは」、
TECH+ Powered by マイナビニュース(ウェブメディア)
<https://news.mynavi.jp/techplus/article/kinmirai-technology-kenbunroku-244/>
- 4) 守谷 誠: 「青木教授に最高賞 浜松で高柳賞贈呈式 電子科学研究に功績」、
静岡新聞(2022 年 12 月 20 日)
<https://www.at-s.com/news/article/shizuoka/1167306.html>
- 5) 守谷 誠: 「研究者 3 人、産学連携賞 静岡大と浜松いわた信金表彰式」、
静岡新聞(2023 年 3 月 12 日)
<https://www.at-s.com/news/article/shizuoka/1206886.html>
- 6) 守谷 誠: 「静大・浜松いわた信金の産学連携研究賞 工学部の早川教授に大賞」、
中日新聞(2023 年 3 月 16 日).
<https://biz.chunichi.co.jp/news/article/10/58113/>

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
学術研究員：山代 和志
博士課程：田中 豪太 (創造科技院 D3)、桑原 孝明 (創造科技院 D2)、
水野 優輝 (創造科技院 D2)
修士課程：M2 (3名)、M1 (2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。この模型の数値シミュレーションには、符号問題が存在する。ここでは、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、時空が実であり、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) 3次元非可換ゲージ理論のテンソルくりこみ群による研究厳密くりこみ群方程式の高階汎

テンソルくりこみ群は、符号問題が存在せず、熱力学的極限を容易にとることができるなど、格子場の理論に対するモンテカルロ法に代わる数値的手法として注目されている。しかし、高次元では計算量が多くなり難しくなる。特に、3次元以上の非可換ゲージ理論のテンソル繰り込み群による解析はできていなかった。ここでは、初めて3次元 SU(2) ヤン・ミルズ理論のテンソルくりこみ群の解析に成功し、4次元ゲージ論の解析への足掛かりをつけた。

(3) パ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

スカラー場の理論の基底状態の波動汎関数に対する厳密くりこみ群を導出した。これは以下の意味で重要である。MERA や HaPPY コードやランダムテンソルネットワークなどのテンソルネットワーク模型におけるネットワークは、境界上の理論から量子エンタングルメントを通じて創発した離散的な空間であると解釈されるため、これらの模型は時空の創発の研究において重要である。ここで、連続的な空間の創発を得るためには、連続的なテンソルネットワーク模

型を構築する必要があると考えられる。MERA の連続版である cMERA は、自由場の理論の場合には変分法を用いて構成することができるが、ゲージ重力対応の観点からは、強結合の相互作用がある場の理論について、cMERA を構成することが望まれる。しかし、変分法によるアプローチは試行関数の選択の面から困難である。MERA におけるネットワークの階層はくりこみ群のスケールと解釈され、これがバルクの方角に対応することから、cMERA の構成は波動関数のスケール依存性を得ることと等価であると考えられる。ここで導出したくりこみ群方程式によって、非摂動的に波動関数のスケール依存性を決定できると期待される。

【 今後の展開 】

- (1) 行列模型における曲がった時空の記述の仕方を明らかにし、超弦理論を非摂動的に定義する行列模型を完成させる。
- (2) IIB 行列模型の複素ランジュバン法を用いたシミュレーションをより大きな行列サイズで推進する。これにより、宇宙初期の時空の構造の解明を目指す。
- (3) ゲージ理論の波動関数に対する厳密くりこみ群方程式を構築し、連続テンソルネットワークを得る。これにより、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。

【 学術論文・著書 】

- ・ 発表論文 12 編（原著論文（査読付き国際誌）4 編、査読付き講演論文集 1 編、商業誌への招待寄稿（解説記事）1 編、査読付き講演論文集（国際共著論文）3 編、査読付き講演論文集 3 編）
 - 1) "Toward tensor renormalization group study of three-dimensional non-Abelian gauge theory", Progress of Theoretical and Experimental Physics 2022/9, 093B02 (2022) , 査読有
 - 2) "Exact renormalization group for wave functionals", Progress of Theoretical and Experimental Physics 2023/3 , 033B03 (2023) , 査読有
- 他 10 編

【 国際会議発表件数 】

- Asato Tsuchiya, "Emergence of (3+1)-dimensional expanding space-time in the type IIB matrix model", 2022 NTU-Kyoto high energy physics workshop, 国立台湾大学, 台北, 台湾 (2022 年 12 月), 招待講演
- 他 9 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 10 件

【 招待講演件数 】

- 1) 国際会議発表件数 5 件
- 2) 国内学会発表件数 1 件

【 受賞・表彰 】

- 1) 桑原孝明：2022 年日本物理学会秋季大会 学生優秀発表賞

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 (3名)、M1 (4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。

【 国内学会発表件数 】

・基礎有機化学討論会など5件

【 受賞・表彰 】

- 1) 米谷樹 (M2)、第32回基礎有機化学討論会ポスター賞 (2022, 9. 22)
- 2) 米谷樹 (M2)、静岡大学学長表彰 (2023, 3. 14)

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。

これまでに、ppb レベルの過塩素酸水溶液の呈色を実現してきたが、さらに活性の高い過塩素酸イオン呈色剤の開発に向けて、新しい架橋配位子の設計と合成に取り組んだ。カプセル錯体による過塩素酸イオンの選択的な呈色は、カプセル分子間に形成される疎水空間に、疎水性の高い過塩素酸イオンが優先的に捕捉されることに由来すると考えている。そこで、過塩素酸イオンの捕捉選択性に向けて、置換基にエチル基を3つ導入したより疎水性の高い架橋配位子の合成と、呈色材の合成を行った。

目的とする架橋配位子を他段階に渡る有機合成で得た後、硫酸銅と反応させて、ケージの内部と外部に硫酸イオンを一つずつ有するカプセル分子の合成に成功した。これにメチルオレンジの成分として知られるアゾ色素のナトリウム塩を反応させて、対イオンに色素アニオンをもつカプセル分子を得た。このカプセル分子を DMF に溶解させ、種々の陰イオンを含む水溶液に添加し、過塩素酸イオンの呈色活性を評価した結果、過塩素酸イオン水溶液に高い選択性をもって呈色することが明らかとなった。残念ながらブランク水溶液でも有為な呈色が見られたものの、分光スペクトルを利用するだけで 5 ppb レベルの過塩素酸イオンを精度よく定量できることを見出した。

- (2) 環状構造をもつ金属錯体は、その内部に小分子を捕捉する場合が知られている。これまでに種々合成してきた架橋配位子の中で、ビスイミダゾール型の架橋配位子を塩化銅と反応させると、内部にゲスト分子を捕捉した環状二核錯体が得られることを見出してきた。今回、そ

のゲスト分子に直鎖状分子を利用することで、擬口タキサンと呼ばれる特異な構造が選択的に合成、単離されることを見出した。得られた金属錯体の構造を単結晶 X 線解析により明らかにしたところ、メチレン鎖が二核錯体の骨格を貫通した構造が生成していることが確認された。さらに、炭素数が 10 を超える直鎖状分子をゲスト分子として用いたところ、一つの直鎖状分子に環状骨格が 2 つかかった構造体が自発的に生成することが明らかとなった。

擬口タキサン構造の生成は従来は、複雑な反応ステップを用いて構築するか、環状骨格と棒状分子間で有為な化学結合を形成させて構築するなどの手法が用いられてきた。これらの研究に対して、混ぜるだけで口タキサン骨格が形成する本研究例は非常に珍しい。単結晶構造の結果から、この構造体の形成は、直鎖状分子を鑄型分子として環状骨格が生成したことが原因であると考えられる。

- (3) 水溶液中から特定の分子を捕捉する技術は、水の精製等において有用である。高分子構造をもつ新しい金属錯体を合成し、電荷をもたない中性で水に対して高い溶解度をもつ分子の捕捉・除去について検討を行った。ビスイミダゾール型架橋配位子を銅イオンや亜鉛イオンと反応させることで、二次元骨格をもつ高分子錯体を得た。構造は単結晶 X 線解析により確認した。これらの錯体をメタノール、アセトン、アセトニトリル、THF などを溶かした水に浸し、それらの有機分子の減少率を NMR で追跡した。いずれの小分子も除去されることが確認されたが、特にアセトンに対して高い除去活性を示すことが明らかとなった。

【今後の展開】

これまでに見出した金属錯体の機能発現について、そのメカニズムの詳細な解明と機能制御に焦点を絞った研究を展開していく。それぞれの化合物の構造は単結晶構造解析により決定し、発現した活性との相関関係を解明して行く。また、さらに新しい高分子骨格を有する金属錯体を合成し、その高次構造を利用した有害分子除去剤の開発を進める。とくに、多孔性構造をもつ金属錯体を合成し、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) S. Mori, T. Obora, M. Namaki, M. Kondo, M. Moriya, “Organic Crystalline Solid Electrolytes with High Mg-Ion Conductivity Composed of Nonflammable Ionic Liquid Analogs and Mg(TFSA)₂” *Inorg. Chem.*, **2022**, *61*, 7358-7364.
- 2) B. O. A. Fauzi, M. Kondo, M. I. Elzagheid, Y. Rhyman, P. Ramasami, “Functionalization of Two-Dimensional Coordination Polymer in Small Organic Matter Removal from Organic Wastewater” *Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials*, **2022**, *32*:3488–3495.
- 3) M. Kotajima, J-H. Choi, M. Kondo, C. N. D’Alessandro-Gabazza, M. Toda, T. Yasuma, E. C. Gabazza, Y. Miwa, C. Shoda, D. Lee, A. Nakai, T. Kurihara, J. Wu, J., H. Hirai, and H. Kawagishi, “Axl, immune checkpoint molecules and HIF inhibitors from the culture broth of *Lepista luscina*,” *Molecules*, **2022**, *227*, 8925-8937.

【国内学会発表件数】 9 件

錯体化学会第 71 回討論会(九州大学) (2022. 9. 27)

2Ac-09 尾島綾弥「色素を対イオンにもつカプセル分子による高活性陰イオン検出」

2Ac-10 紅林 瑛「環状構造をとる二核金属錯体による小分子捕捉と擬口タキサン構造の形成」

主催 錯体化学会

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
修士課程：M1 (1名)

【 研究目標 】

非古典論理、特に、非古典述語論理の意味論的研究。

様相論理(非古典論理)は、数理論理学のみならず、計算機科学・社会科学等の応用においても、重要性を増してきている。こうした動きを取り込み、様相論理の数学的理論の開発を目指す。また、ゲーム理論は、理論経済学や社会科学の周辺分野・計算機科学などの広汎な分野に影響を与えており、数理論理学と他分野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)の応用：

例として、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。(こうした観点についての研究成

果に関して、国際ワークショップでの招待講演を行った。)

【 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めていきたい。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「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 note on disjunction and existence properties in predicate extensions of intuitionistic logic – An application of Jankov formulas to predicate logics – in V.A. Yankov on Non-Classical Logics, History and Philosophy of Mathematics (Outstanding Contributions to Logic 24), pp. 221-244. (2022), Springer.
- 2) 鈴木信行 「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講究録 No. 2228 (2022), pp. 88-98.

【 国内学会発表件数 】 2 件

- ・鈴木信行 (2022) 「冠頭標準形定理が成り立つ中間述語論理についての注意」、日本数学会 2022 年度秋季総合分科会 (数学基礎論分科会) (2022. 9)
- ・Suzuki, N.-Y.(2022), Two properties of quantifiers described as meta-theorems on some non-classical predicate logics, Workshop on Foundations of Game Theory: Logic, Bounded Rationality, and Decisions (2022. 11 於: 早稲田大学) 招待講演

作用素半群の精製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) 劣微分作用素理論を軸とした二重非線形発展方程式の可解性定理の導出

変動指数の空間に応用可能な二重非線形方程式の初期値問題の可解性に関する研究成果を日本数学会において発表するとともに、原稿を執筆し投稿中である。

(2) 一般化された安定性条件下での線形発展作用素の生成定理の導出

サイズ構造モデルの抽象化として出現する、回帰的な空間における定義域が稠密でない作用素に支配される方程式について、新たに提案した安定性条件のもとで適切性定理を確立し、その研究成果を日本数学会において発表するとともに、原稿を執筆し投稿中である。

【 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。

ナノ構造光学媒質中での光の伝播現象

専任・教授 富田 誠 (TOMITA Makoto)
光ナノ物質機能専攻 (主担当：理学部 物理学科及び
大学院総合科学技術研究科理学専攻 物理学コース)
専門分野： 量子エレクトロニクス、量子光学
e-mail address: tomita.makoto@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~spmtomi/>



【 研究室組織 】

教 員：富田 誠 (創造科技大学院)
修士課程： M2 (1名)、M1 (2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) 「速い光 (=超光速現象)」と「遅い光」
- (2) 微小球共振器にあらわれる新規光学現象
- (3) 金属薄膜における表面プラズモン伝搬、巨大 Goos-Hänchen シフト
- (4) 弱測定と量子力学の観測問題

【 主な研究成果 】

(1) 多重量子尋問「見ないで物を見る方法」

「見ないで物を見る方法」は、量子力学の基礎原理を利用し、光子1個を用いて、光と物質の相互作用なしで物体の存在を検出する方法である。従来の研究は、1つの尋問場所を想定し、その場所に、“物体が存在するか、しないか”を判定する方法が研究されてきた。我々は、この方法を発展させ、多数の尋問場所を想定して、“物体が存在するか、しないか”、だけでなく、“物体がどの場所に存在するか”を決定できる量子尋問の方法を提案した。

最初の構成では、物体はいくつかの可能な尋問場所の中の1箇所に存在し、他の場所には存在していない状況を想定し、どの場所に物体が存在するかを相互作用なく決定することができることを示した。これを、“多重量子トラップ尋問”と命名した。2番目の構成では、物体は可能な尋問場所の1だけには存在しないで、他の場所は物体が存在している状況を想定した。これを“多重量子抜け穴の尋問”と命名した。これらの測定では、量子力学の基礎原理によって、光子と物体の間の相互作用なしに、ほぼ100%の確実性でトラップまたは抜け穴の位置を決定することが可能である。リング共振器の直列アレイを使用し実験を行い、複数のトラップと抜け穴の場所の確定測定が可能であることを実証した。臨界結合状態からの共振器の離調、共振器内の損失効果、入射光の周波数離調効果、および尋問システムに対する物体の半透明性の影響について調べた。

(2) 紫外線照射による病原性微生物の光熱不活化のメカニズム研究

多様な病原性ウイルスや細菌から生体を保護するため、新しい殺菌技術の開発には大きな需要がある。なかでも、紫外線 (UV) 照射は病原性微生物を不活化するための効果的な方法であることが知られている。この UV 滅菌の有効性の定量的評価については、従来は Bunsen-Roscoe によって提案された単純な時間線量相反則に基づいた不活化速度定数によって評価されてきた。しかし、これまで報告されている不活化速度定数は、同じ線量と照射波長であっても、文献によって大きく異なっている。したがって、UV 不活化の物理的メカニズムは、単純な時間線量相反則では説明できず、2次的な不活化プロセスを考慮する必要があると考えられる

この2次的な不活化プロセスを解明する目的で、放射照度と照射時間の積を一定に保ったまま、放射照度を 10^3 (3桁) にわたって系統的に変化させ、不活性化効率を調べる実験を行った。この結果、不活性化の有効性は放射照度が異なると大きく変化することが判明した。この実験結果を説明するために、従来から取り入れられてきた UV 不活性化率と共に、新しく DNA やタンパク質の損傷に寄与する活性酸素種 (ROS) による2次的な不活性化率を導入する確率モデルを構築した。このモデルに基づいて微分方程式を解くことにより、同じ UV 線量条件下での放射照度と照射時間の関数としての不活性化の有効性が明確に解明された。研究は、名古屋市立大学医学部、芸術工学部、熊本大学医学部との共同研究として行った。

(3) 逆 CRIT 構造から逆 ATS 構造への遷移の観測

通常の結合共振器誘導透明化現象 (Couple Resonator Induced Transparency=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、我々の研究室で提案した“逆” CRIT 構造は、増幅領域に干渉によって透明領域を作り出す現象である。この現象は、高 Q 値と低 Q 値の2つの共振器が弱結合した時に現れる共振現象間の Fano 干渉の発現であり、透明領域に現れる異常分散を利用したいわゆる「速い光 (=超光速現象)」などが研究されている。一方、見かけ上、よく似た現象として、Autler-Townes Splitting (ATS) と称される現象が知られている。両者は、2つの共鳴スペクトルの間に吸収 (あるいは増幅) のない窓領域が存在する点が共通する。しかし、CRIT は Fano 干渉効果の現れであるのに対して、ATS は共振器間の強結合に由来するモードの分裂効果であり、背景となる物理が異なっている。本研究では、逆 CRIT スペクトルが共振器間の結合を強めるにつれて、ATS スペクトルへ遷移する過程を実験的に観測した。

また、通常、逆 CRIT は低 Q 値の共振器が利得をもつ場合に現れるが、高 Q 値の共振器が利得をもつ場合の共振器間結合強度依存性も実験的に観測した。このとき、弱結合時には広い吸収スペクトルの中心に、入射光強度よりも遥かに高い強度で誘導透明化が起こる。このスペクトル構造を Enhanced CRIT と呼ぶことにした。これら利得を持つ結合共振器系での CRIT 系から ATS 系スペクトル遷移過程を、光学アドミッタンスを用いて系統的に議論した。

【学術論文・著書等】

- 1) “Observation of transition from inverted coupled-resonator-induced transparency to inverted Autler-Townes splitting”, Daiki Sugioa, Takahiro Manabea, Keigo Nakamuraa, Takahiro Matsumoto and Makoto Tomita, **Physical Review A**, 107, 013110 (2023)
- 2) “Time-dose reciprocity mechanism for the inactivation of Escherichia coli explained by a stochastic process with two inactivation effects”, Takahiro Matsumoto, Ichiro Tatsuno, Yukiya Yoshida, Makoto Tomita and Tadao Hasegawa, **Scientific Report**, 12, 22588 (2022).
- 3) “Multiple quantum interrogation to determine the position of an object in a serial array of ring resonators”, Keigo Nakamura¹, Daiki Sugio, Takahiro Manabe, Akari Kageyama, Takahiro Matsumoto and Makoto Tomita (to be published)

【外部資金】

- 1) 科研費 基盤研究(B) (一般) ナノ構造半導体における巨大同位体効果の解明
令和2年度～令和5年度 分担

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 (4名)

【 研究目標 】

液体系と生体分子系のダイナミクス・機能と相互作用について、特に振動スペクトルに表れる特徴との関係を中心に、理論的解析を行っている。当面は、(a) 水素結合系の赤外・テラヘルツスペクトル等の特徴付ける分子間相互作用とダイナミクスの解明、(b) ペプチド基の振動モードの諸性質とペプチド基間・分子間相互作用の関係の解明、(c) ハロゲン結合など分子間相互作用の基礎論、(d) その他の関連諸課題、について研究を進める。

【 主な研究成果 】

(1) ハロゲン結合の諸性質の理論的解明

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、置換基効果とハロゲン原子依存性を含めて、電子密度解析により定量的に提示した。また、この手法を用いて、水素結合増強ハロゲン結合と呼ばれる分子間相互作用の物理化学的描像を明らかにした。

[*Chem. Asian J.* **18**, e202201196 (2023); *Phys. Chem. Chem. Phys.* **24**, 17951–17955 (2022); *J. Chem. Phys.* **153**, 174302/1–10 (2020); *Phys. Chem. Chem. Phys.* **21**, 17118–17125 (2019)]

(2) 溶媒分子の相互作用による伸縮振動数の変化の解析

OH 基・C=O 基・C≡N 基など幾つかの官能基の伸縮振動は、液体・溶液系や生体分子系における静電環境のプロープとして、しばしば用いられる。しかし、変化を引き起こすメカニズムの詳細は十分に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。さらに、これを高分子近傍の水分子に適用し、その水素結合状態とスペクトルの相関を明らかにした。また、ニトリルの C≡N 伸縮振動について、溶媒の pKa との相関は静電相互作用モデルにより説明可能であることを示した。

[*J. Mol. Liq.* **362**, 119714/1–7 (2022); *J. Raman Spectrosc.* **53**, 1785–1792 (2022); *J. Phys. Chem. B* **126**, 4143–4151 (2022); *J. Phys. Chem. B* **125**, 1468–1475 (2021); *Chem. Rev.* **120**, 7152–7218 (2020); *J. Mol. Liq.* **284**, 773–779 (2019)]

(3) 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)]

(4) フッ化水素の的確な分子間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、(1) 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)]

【今後の展開】

上の「主な研究成果」に記したのは、最近の研究成果の例であり、「研究目標」欄に記した研究分野には、重要な未解決課題が多く存在する。これらの中から特に重要なものを厳選して、ひとつひとつ解決していきたいと考えている。

【学術論文・著書】

- 1) Y. Ikemoto*, Y. Harada, M. Tanaka, S. Nishimura, D. Murakami, N. Kurahashi, T. Moriwaki, K. Yamazoe, H. Washizu, Y. Ishii, and H. Torii*, “Infrared Spectra and Hydrogen-Bond Configurations of Water Molecules at the Interface of Water-Insoluble Polymers under Humidified Conditions”, *J. Phys. Chem. B* **126**, 4143–4151 (2022).
- 2) H. Torii*, A. Kimura, and T. Sakai, “Nature of hydrogen-bond-enhanced halogen bonding viewed through electron density changes”, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **24**, 17951–17955 (2022).
- 3) M. Hirose and H. Torii*, “Role of the electrostatic interactions in the changes in the CN stretching frequency of benzonitrile interacting with hydrogen-bond donating molecules”, *J. Mol. Liq.* **362**, 119714/1–7 (2022).
- 4) Y. Kitamura* and H. Torii*, “Theoretical analysis toward better description of the wavenumber shifts of the OH stretch of hydrogen-bonded water”, *J. Raman Spectrosc.* **53**, 1785–1792 (2022).
- 5) T. Sakai and H. Torii*, “Substituent effect and its halogen-atom dependence of halogen bonding viewed through electron density changes”, *Chem. Asian J.* **18**, e202201196 (2023).

【国際会議発表件数】

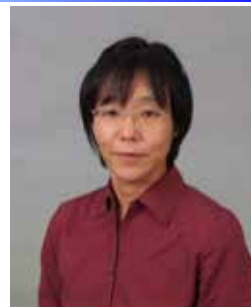
- 1) K. Saito and H. Torii, “Hydrogen-bond configurations of hydrogen fluoride in relation to the hidden halogen-bonding ability”, 37th International Conference on Solution Chemistry (37ICSC), Bogota, Colombia [zoom], July 27, 2022.
- 2) H. Torii, “Elucidating Electrostatic Characteristics of Halogen Bonding through Analyses of Electron Densities”, 5th International Symposium on Halogen Bonding (ISXB5), Kisarazu (Kazusa Arc), November 8, 2022.
- 3) Y. Kitamura and H. Torii, “Theoretical analysis toward better description of the frequency shifts of the OH stretch of hydrogen-bonded water”, 10th Asia Pacific Conference of Theoretical and Computational Chemistry (APATCC-10), Quy Nhon, Vietnam, February 20, 2023.

【国内学会発表件数】

- ・第23回理論化学討論会（2件）、第44回溶液化学シンポジウム（2件）など [計5件]

常微分方程式におけるタイムラグの影響

兼任・教授 宮崎 倫子 (MIYAZAKI Rinko)
情報科学専攻 (主担当: 工学部 数理システム工学科及び
大学院総合科学技術研究科工学専攻 数理システム工学コース)
専門分野: 関数微分方程式論
e-mail address: miyazaki.rinko@shizuoka.ac.jp
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/rm-labo/>



【 研究室組織 】

教 員: 宮崎 倫子

修士課程: M2 (2名)、M1 (2名)

【 研究目標 】

常微分方程式の解の挙動に対する時間遅れの影響を解析すること。また、そのような解析手法が応用分野の研究者が使いやすいようにその手順・スキームを開発することを目的としている。

【 主な研究成果 】

- ・実線形差分方程式の解は、通常係数の行列の冪として与えられるが、これを固有値および一般化固有空間への射影作用素を用いて、スペクトル分解した形式で表される。しかしながら、固有値が実数とはならない場合には、解の表現に複素数が含まれることとなる。これを、実数の範囲で表現することに成功した。また、その結果を用いて、非同次方程式に対する解の実数表現を与えることに成功した。
- ・線形遅延微分方程式系において、ネットワークの構造が、解の収束を支配する固有値与える影響について、限定的条件ではあるが解析的証明に成功した。
- ・Pyragas タイプの遅延フィードバック制御について、特性乗数を実数ではない場合の周期解の安定化条件を限定的な場合ではあるが数学的に証明した。

【 今後の展開 】

- ・Pyragas タイプの遅延フィードバック制御法について、フィードバックゲインに可換性を課さないばあいについての安定条件の変化について、数値実験を通して把握する。その結果を経たうえで、解析的なアプローチを試みる。
- ・Pyragas タイプの遅延フィードバック制御について、離散系と連続系の関連を調査する。現時点では、安定化可能な特性乗数の範囲に強い関連があることが分かっている。このことを軸にさらなる調査検討を進める。
- ・非線形力学系に対する Koopman 作用素理論は、力学系が道であるような時系列データから、そのスペクトルを近似することが盛んになされている。この手法を遅延微分方程式に適用することができるか、理論的および数値的に検証してみる。

【 学術論文・著書 】

- 1) Dohan Kim, Rinko Miyazak and Jong Son Shin (2023) Real representations of powers of real matrices and its applications. Linear and Multilinear Algebra, Published online: 03 Feb 2023.
- 2) 宮崎倫子 (2022) 「ある線形遅延微分方程式におけるネットワーク構造の固有値への影響について」
京都大学数理解析研究所講究録 2232, 135-142.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本応用数学会 1 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 (D3)、松野 仁樹 (D3)
修士課程：大巻 次郎 (M1)、齋藤 由宇 (M1)
学 部 生：荒田 大空 (B4)、塚本 航平 (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あってよいでしょう。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 4 年度の主な研究業績は次の通りです。

- (1) 博士指導学生である Hu 君と松野君との共同研究で非可換射影 2 次曲線の研究を行い、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が、その研究成果をまとめた論文が代数学のトップクラスの学術誌である J. Algebra に掲載されました。
- (2) 博士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。その研究成果をまとめた論文が Canad. Math. Bull. に掲載されることが確定しました。
- (3) 博士指導学生である Hu 君との共同研究で、(可換) 多項式環の剰余環としてあらわされる

2次完全交叉と Clifford 量子多項式環の剰余環としてあらわされる非可換 2次完全交叉との間に1対1対応が存在することを証明しました。

- (4) 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が、その研究成果を論文にまとめる作業を行いました。

【 今後の展開 】

令和5年度は次のような研究課題に取り組む予定です。

- (1) 令和4年度に本学で博士号を取得し、令和5年度から東京理科大学のPDとなる松野君と、本学の修士課程の学生である齋藤君との共同研究として、3次元3次AS正則代数の分類という長期的な研究課題に取り組み始めます。
- (2) 引き続きアメリカ西ワシントン大学の Adam Nyman 氏と共同研究を行い、上記研究成果を論文にまとめて学術誌に投稿することを目標とします。
- (3) 東京大学の植田一石氏と大阪大学の大川新之介氏と共同研究を行い、射影直線上の非可換線織曲面として定義される非可換 Hirzebruch 曲面に関する研究を行ってきましたが、その多岐にわたる研究成果を整理し、論文にまとめて学術誌に投稿することを目標とします。

【 学術論文・著書 】 3件

- 1) Izuru Mori and Kenta Ueyama, Noncommutative Knorrer's periodicity theorem and noncommutative quadric hypersurfaces, *Algebra Number Theory* 16 (2), 467-504 (2022)
- 2) Haigang Hu, Masaki Matsuno and Izuru Mori, Noncommutative conics in Calabi-Yau quantum projective planes, *Journal of Algebra*, 620, 194-224 (2023)

【 国内学会発表件数 】 2件

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 : D2 (1名)

修士課程 : M2 (1名)、M1 (3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および金属系高温超伝導体の新規物質探索
- (2) 希土類金属間化合物および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、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た。この結果は、2020年度にオリジナルな研究論文として出版した。この結晶育成技術を A-15 型 (立方晶) の金属系高温超伝導体研究に応用し、また、テトラアーク炉における引き上げ法の技術も加えつつ、純度の高い V_3Ge 多結晶の合成に成功した。その上で、 V_3Ge の超伝導パラメータを決定するために物性測定を進め、重要な超伝導パラメータを決定し、総合的報告としてオリジナル研究論文をまとめ、2022年度前半に超伝導研究の専門誌 *Physic C* で発表した。
- (2) 本研究室では、重い電子系化合物の結晶育成と電子状態研究を、金属系高温超伝導研究と並行して行なっている。重い電子系反強磁性体 $CeIn_3$ は、圧力下で超伝導を示すことが知られ、磁気媒介超伝導体の格好の例として集中的な研究が行われてきた。磁気揺動の影響による重いフェルミ面も見出され、超伝導発現への寄与が示唆されている。その研究過程では、同じ結晶構造を取りながら、Ce サイトを Yb に完全置換した常磁性体 $YbIn_3$ の物性及びフェルミ面との比較が行われてきた。 $CeIn_3$ の電子状態研究をさらに深めるため、Ce サイトを Yb に

異なる割合で置換した $Ce_{1-x}Yb_xIn_3$ を作成し、物性測定を行うことを試みた。Yb を Ce サイトに任意の割合で置換した結晶を得ることが困難なことが、さまざまな結晶育成手法を試みる過程で、判明したものの、唯一、 $Ce_{0.5}Yb_{0.5}In_3$ が単結晶として得られることを突き止めた。

【 今後の展開 】

- (1) A-15 型 (立方晶) V_3Ge と同型の V_3Si 単結晶を合成して、超伝導パラメータを詳細に決定するとともに、フェルミ面研究までつなげていく。また、Ge と Si の置換効果も将来的に検証していく。
- (2) 重い電子系 $Ce_{0.5}Yb_{0.5}In_3$ の単結晶における磁化・磁化率・電気抵抗測定を通じて、諸物性と純度を明らかにしていき、可能であれば、フェルミ面研究に繋げていく。
- (3) 赤外線イメージング炉や雰囲気制御可能な高温電気炉 (MoSi2 炉: 上限 1, 600°C)、あるいは使い慣れたテトラアーク炉や電気炉を駆使して、結晶の純良化に加え、新たな物質の探索・開発を行っていく。基礎物性測定および極端条件物性測定は、東京大学物性研究所・大阪大学・産業技術総合研究所と連携を取りながら行い、超伝導体における超伝導物理パラメータの決定や重い電子系における諸物性の決定、そして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)

核融合炉システム中でのトリチウム挙動

准教授 大矢 恭久 (OYA Yasuhisa)
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 理学部 放射科学教育研究
推進センター及び大学院総合科学技術研究科理学専攻 化学コース)
専門分野: トリチウム工学、核融合炉工学、放射化学
e-mail address: oya.yasuhisa@shizuoka.ac.jp
homepage: <http://fusion.sci.shizuoka.ac.jp/>



【 研究室組織 】

教 員: 大矢 恭久
外国人研究員: 週 啓来
博士課程: 趙 明忠 (環境エネルギーシステム専攻・特別研究学生)
修士課程: M2 (1名)、M1 (1名)
学 部 生: 3名

【 研究目標 】

次世代核エネルギーシステムのひとつである核融合炉において燃料として利用される三重水素 (トリチウム) の炉内挙動評価を明らかにし、原型炉設計を進める。
高エネルギー粒子照射環境下における材料と水素同位体との相互作用およびその影響について明らかにすることにより安全性を高めた核融合炉システム構築のための知見を集積する。

【 主な研究成果 】

(1) 照射損傷分布をもつプラズマ対向壁タングステン中のトリチウム挙動

核融合炉環境下では中性子および高エネルギー粒子照射によりプラズマ対向壁であるタングステンに様々な照射欠陥が導入されるとともに、その一部は中性子との核反応によりレニウムに核変換され、W-Re 合金が形成される。そのため、タングステンおよびタングステン-レニウム合金における水素同位体滞留・透過挙動を評価した。また、核融合反応によって生成するヘリウムの影響についても検討を行った。(Nuclear Materials and Energy, 34 (2023) 101323. Journal of Nuclear Materials, 566 (2022) 153774)

(2) 先進核融合炉ブランケット材料中のトリチウム滞留・回収挙動評価

核融合炉ブランケットでは燃料であるトリチウムを生成する機能を有している。このトリチウムの効率的な回収が重要な課題である。そのため、リチウムセラミックスに鉛を添加した材料が提案されている。本研究では実際に鉛添加リチウムセラミックスを中性子照射し、生成したトリチウムの放出挙動を評価した。
(Separation and Purification Technology, 311 (2023) 123343. International Journal of Hydrogen Energy, 48 (2023) 4363-4370. Journal of Nuclear Materials, 567 (2022) 153838.)

【 今後の展開 】

核融合炉設計に向けたプラズマ対向材中の水素リサイクリング評価のため、プラズマ駆動透過に及ぼす水素同位体効果およびそのヘリウム添加効果を計画している。また、鉛添加リチウムセラミックスにおける照射欠陥回復挙動とトリチウム放出の相関を明らかにする。

【 学術論文・著書 】

- 1) Guangfan Tan, Liang Cai, Haifeng Xue, Xin Hu, Xiaoxu Dong, Hangyu Jiang, Xiuhong Yang, [Yasuhisa Oya](#), Yingchun Zhang, "Fabrication of porous Li_4SiO_4 ceramic sorbent pebbles with high CO_2 sorption capacity via the simple freeze-drying method", Separation and Purification Technology, 311 (2023) 123343.
- 2) Chase N. Taylor, Masashi Shimada, Yuji Nobuta, Makoto I. Kobayashi, [Yasuhisa Oya](#), Yuji Hatano, Takaaki Koyanagi, "Surface chemistry of neutron irradiated tungsten in a high-temperature multi-material

environment”, Nuclear Materials and Energy, 34 (2023) 101323.

- 3) Qilai Zhou, Fei Sun, Shiori Hirata, Sicheng Li, Yuanyuan Li, Yasuhisa Oya, “Effect of neutron dose on the tritium release behavior of $\text{Li}_2\text{TiO}_3\text{-}0.5\text{Li}_4\text{SiO}_4$ biphasic ceramic”, International Journal of Hydrogen Energy, 48 (2023) 4363-4370.
- 4) Shiori Hirata, Kyosuke Ashizawa, Fei Sun, Yongjin Feng, Xiaoyu Wang, Hailiang Wang, Makoto Kobayashi, Akira Taguchi, Yasuhisa Oya, “Tritium recovery behavior for tritium breeder $\text{Li}_4\text{SiO}_4\text{-Li}_2\text{TiO}_3$ biphasic material”, Journal of Nuclear Materials, 567 (2022) 153838.
- 5) Qiao Wang, Qilai Zhou, Qingbi Xiong, Jianglin Zhou, Sicheng Li, Shiori Hirata, Yasuhisa Oya, “Preparation of $\text{Li}_2\text{TiO}_3\text{-Li}_4\text{SiO}_4\text{-Pb}$ tritium breeding ceramic and its mechanical properties”, Ceramics International, 48 (2022) 26742-26749.
- 6) Y. Nobuta, T. Toyama, A. Matsumoto, M. Shimada, Y. Oya, K. Inoue, Y. Nagai, Y. Hatano, “Effect of rhenium addition on deuterium retention in neutron-irradiated tungsten”, Journal of Nuclear Materials, 566 (2022) 153774.

【 国際会議発表件数 】

- ・ Nuclear Materials Conference (NUMAT2022), International Conference on Tritium Science and Technology (TRITIUM2022), Hydrogen Workshop

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本原子力学会、プラズマ核融合学会、日本シミュレーション学会、日本放射化学会、日本金属学会材料照射研究会

【 受賞・表彰 】

- 1) 星野柚香（学部4年、理学部化学科）NUMO（原子力発電環境整備機構）主催「私たちの未来のための提言コンテスト」入賞。発表題名「六ヶ所村見学を通して高レベル放射性廃棄物について考える」
- 2) 星野柚香（学部4年、理学部化学科）日本金属学会シンポジウム「タンゲステン材料科学」優秀発表賞。「タンゲステン-10%レニウム合金における水素同位体プラズマ透過に及ぼす照射欠陥影響」
- 3) 平田詩織、日本原子力学会フェロー賞

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

博士課程 (副指導): Andres URIBE-ZAPATA (TU Wien, オーストラリア)

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) 位相空間論への応用

【 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 the paper *Continuum Many Different Things: Localisation, Anti-Localisation and Yorioka Ideals* (<https://arxiv.org/abs/2110.11614> still under review) we produce a simplification of the technique of large products of limsup and liminf creatures, and use it to construct a model where continuum many cardinals characteristics of the localization and anti-localization type, as well as those associated with fragments of measure zero (Yorioka ideals), are pairwise different.

(2) Collapsing techniques for Cichoń's diagram

In previous work with Goldstern, Kellner and Shelah, we have discovered forcing techniques to force that the cardinal characteristics of Cichoń's diagram and many more classical cardinal characteristics of the continuum can be pairwise different.

In the most recent result in this line of work (Colloq. Math. 2022), we developed a collapsing technique (after applying Boolean ultrapowers) to force many pairwise different cardinal characteristics as above. In addition, our technique allows to force two singular values on the right side of the diagram

【 今後の展開 】

(1) **Lebesgue measure zero modulo ideals**

We generalize several notions of mathematical analysis by using ideals on the natural numbers. We first concentrate on the generalization of the Lebesgue measure in this sense, and research on the combinatorics of Lebesgue measure zero sets modulo an ideal.

(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.

【 学術論文・著書 】

- 1) M. Goldstern, J. Kellner, D.A. Mejia and S. Shelah: “Controlling classical cardinal characteristics while collapsing cardinals”, *Colloquium Mathematicum* 170 (2022) 115-144.

【 国際会議発表 】

- 1) “Cardinal Characteristics Associated with the Ideal of Strong Measure Zero Sets”, ESI Set Theory Workshop、オーストリア（ウィーン）2022/7/4
- 2) “Measure zero modulo ideals” 京都大学 RIMS 研究集会 2022 年、強制法と基数算術の新たな展開（10/25・28）

【 国内学会発表 】

- 1) “強測度ゼロ集合のイデアルに関連する基数不変量” 日本数学会 2022 年度秋季総合分科会、北海道大学（9/15）
- 2) 数学基礎論若手の会 2022（オンデマンド）2022/11/25～27 世話人

【 招待講演 】

- 1) “Cofinality of the ideal of strong measure zero sets”, Colombia-Mexico seminar of Set Theory、コロンビア（オンライン）2022/11/10

【 新聞報道等 】

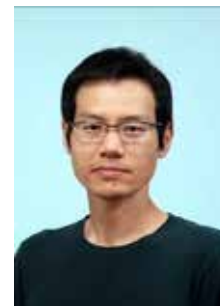
- 1) 「研究最前線 静岡大学の若手研究者たち」 静岡大学広報誌 SUCCESS 2022 秋号

【 受賞・表彰 】

- 1) 第 5 期静岡大学若手重点研究者の称号（2022/4～2025/3）

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 (D3)

修士課程: M1 (2名) M2 (1名)

【 研究目標 】

私たちは場の量子論や一般相対性理論、超弦理論を通して自然の持つシンプルかつ豊富な構造を解き明かすことを目標としています。

- (1) ブラックホールの量子論的な性質の研究
- (2) ゲージ理論・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。3) 数値 bootstrap 法は、量子力学の基本的な性質である不確定性関係の一種の拡張であることを解明した。これにより、不確定性関係だけから定量的な計算が可能であることがわかった。4) 数値 bootstrap 法を量子多体系に適応する際の問題点を解明した。5) 数値 bootstrap 法を応用し、様々な不等式関係を量子力学において導出する方法を確立した。

(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、行列模型の統計力学を解析した。特に本年度は、回転するブラックホールに対応し、回転する行列模型の解析において、大きな進展があった。

(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。

【 学術論文・著書 】

- 1) Universal Bounds on Quantum Mechanics under Energy Conservation and Bootstrap
Progress of Theoretical and Experimental Physics 2023/2 - 023A01 (2023 年) [著者] 森田 健
- 2) Extracting classical Lyapunov exponent from one-dimensional quantum mechanics
Physical Review D 106/ 106001- (2022 年) [著者] 森田 健 [URL] [DOI]
- 3) Bootstrap method in harmonic oscillator
Physics Letters B 833/10 137305- (2022 年) [著者] 相川 優, 森田 健, 吉村 恒太
- 4) Application of bootstrap to a θ term
Physical Review D 105/ 085017- (2022 年) [著者] 相川 優, 森田 健, 吉村 恒太

【 国際会議発表件数 】

- ・ KEK Theory Workshop 2022 など 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本物理学会など 5 件

分子の規則的配列を用いた革新的電池材料開発

講師 守谷 誠 (MORIYA Makoto)

光・ナノ物質機能専攻 (主担当：理学部 化学科及び

大学院総合科学技術研究科理学専攻 化学コース)

専門分野： 材料化学、無機化学

e-mail address: moriya.makoto@shizuoka.ac.jp

homepage: <https://sites.google.com/view/moriyalab/home>



【 研究室組織 】

教 員：守谷 誠

博士課程：D1 (1名)

修士課程：M2 (3名)、M1 (4名)

学 部 生：B4 (4名)

【 研究目標 】

ありふれた元素から構成される、新しい電池材料の開発を目指しています。そのための手法として、分子の自己集積化と規則的な配列を用いてイオン伝導パス（イオンの通り道）を構築することに取り組んでいます。「構造多様性に富む」という有機物の特徴と、「伝導パスを有する」という無機電解質材料に見られる特徴を併せ持つ新物質を開発し、高速かつ選択的なイオン伝導性を示す新規固体電解質へと展開します。また、燃料電池向け非白金触媒の高活性化・高密度化を目指し、錯体化学を出発点とした新規触媒材料の研究開発も実施しています。当面の研究目標は以下の通りです。

- (1) リチウムあるいはナトリウムイオンを高速かつ選択的に伝導性させる新規分子結晶の開発
- (2) マグネシウムやアルミニウムイオンの電解液中での溶媒和構造可視化
- (3) 中温無加湿条件下でプロトン的高速に拡散させ、十分な熱的・化学的安定性を有する有機イオン柔粘性結晶の開発
- (4) 新規イオン液体・柔粘性結晶の合成に向けた有機イオン種の開発
- (5) 燃料電池向け非白金触媒の高活性化・高密度化に向けた新規錯体触媒の開発

【 主な研究成果 】

(1) 分子の自己集積化を利用した分子結晶電解質の創製

分子が結晶格子中で規則的に配列し、イオン伝導パスを形成した分子結晶電解質の開発と特性向上を進めています。また、マグネシウム塩を用いた分子結晶電解質の開発も検討しています。今年度は、 $\text{Li}\{\text{N}(\text{SO}_2\text{F})_2\}$ (以下、LiFSA) とスクシノニトリル (以下、SN) からなる分子結晶 $\text{Li}(\text{FSA})(\text{SN})_2$ を用いて作製したコンポジット電解質が室温で $10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$ という高いLiイオン伝導性を示すことを見出しました。

(2) 燃料電池向け非白金触媒に向けた新規鉄錯体の合成と結晶構造解析

燃料電池の非白金アノード触媒として芳香族複素環配位子を有する FeN_4 型錯体に大きな注目が集まっています。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ますが、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ます。そこで我々は、上記配位子に比べて小さな N_4 空間を有する14員環型配位子を用いた新規鉄錯体を開発し、この錯体が従来型の錯体に比べて優れた活性と耐久性を有することを見出してきました。今年度は、上記の手法を用いた種々の金属イオンを構成要素とす

る MN₄ 型錯体の作製を試み、複数種の新規錯体を得るとともに、その結晶構造を明らかにすることに成功しました。

【 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) Sawako Mori, Takahito Obora, Mizuka Namaki, Mitsuru Kondo, Makoto Moriya, “Organic Crystalline Solid Electrolytes with High Mg-Ion Conductivity Composed of Nonflammable Ionic Liquid Analogs and Mg(TFSA)₂”, *Inorganic Chemistry*, 61(19), 7358-7364 (2022)
- 2) 難波江裕太、大山順也、守谷誠、「燃料電池の非白金化を目指した新規物質の探究」, *クリーンエネルギー*, 31(4), 22-27, (2022)
- 3) 守谷誠, 「子結晶におけるイオン伝導」, *ケミカルタイムス*, 3, 14-19 (2022)
- 4) 守谷誠, 「伝導パスを介して Mg イオンを伝導させる有機固体電解質」, *化学工業*, 73(9), 558-565, (2022)

【 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 19 件

【 国際会議発表件数 】

- 1) 17th Asian Conference on Solid State Ionics など 4 件

【 招待講演件数 】

- 1) Symposium on Functional Ionic Materials and Devices など 4 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、田畑土壌の除染、除染後の土壌における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) アルカリ金属イオンを用いた田畑土壌の化学除染と化学除染の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化学除染の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、実際には硝酸カリウム等を用いた化学除染は行われず、一部の地域について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。それは、放射性物質により汚染された地域の面積が莫大であること、さらには数十年、あるいは百年以上にわたって耕作をし続けてきた田畑土壌に手を加えることが現実的には困難であったことが考えられる。その結果、事故から長い年月を経るにつれて、田畑等の農地の土壌からカリウムイオンやアンモニウムイオンを用いて放射性セシウムを除去する化学除染は困難になっていった。その理由としては、バ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、遊離し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。

バーミキュライトに固着した放射性セシウムイオンが他の陽イオンとイオン交換することができないために、土壌から放射性セシウムを除去することができないといわれているが、安定同位体のセシウムイオンであれば同位体交換することが予想されたことから、福島市内の田から採取した土壌を用いて、実験室内でイネの栽培試験を行った。土壌に水を張った後に安定同位体のセシウムを添加した後、苗の植え付けをし、その後は実際の田と同様にイネを生育させたところ、安定同位体のセシウムを添加していない場合に比べて、イネによる放射性セシウムの取り込みが有意に増加した。このことは、安定同位体のセシウムイオンと放射性の ^{137}Cs イオンが同位体交換し、結果として、 ^{137}Cs が遊離してきていると考えられ、これを利用し、稲作を行いつつ、田の除染ができる可能性を示している。それは、イネが放射性セシウムを吸収した場合であっても、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、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することとした。その際、土壌の影響を考慮しなくてすむように、水耕栽培が可能なカイワレダイコンを材料として用いることとした。また、微量元素濃度の定量は機器中性子放射化分析法によることとした。現時点では、過剰に Cs イオンを添加すると Mn 濃度が低くなる傾向が認められたことから、Cs イオンがカイワレダイコンの 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

市販の黒ボク土およびバーミキュライトに ¹³⁷Cs イオンを吸着させることにより模擬汚染土壌を作成した。乾燥後、KCl、RbCl または CsCl 水溶液を用いて ¹³⁷Cs の抽出を試みた。アルカリ金属イオンが残留した場合と除染に用いたアルカリ金属イオンを除去した場合との比較のために、除染後に、純水で洗浄した土壌も用意した。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 ¹³⁷Cs を定量した。

Rb⁺および Cs⁺は、黒ボク土、バーミキュライトの両者に対して比較的高い除染率を示し、土壌除染に有効であった。Rb⁺についてもバーミキュライトに対する除染率は高いものであった。他方、K⁺による除染効果はあまり認められなかった。純水による洗浄作業をおこなった土壌での除染率は上昇する傾向にあった。これは、土壌の吸着サイトから遊離した放射性 Cs⁺が土壌表面に弱く吸着して残っていたところを洗い流されたためと考えている。

【 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, H. Nomura, K. Yamazawa, H. Yoshinaga, R. Okumura and Y. Inuma, “Absorption of alkali metal ions by white radish sprouts (III)”, KURNS Progress Report 2021, CO5-8 (2022).
- 2) 北村晃寿、山下裕輝、矢永誠人、本山 功、中西利典、森 英樹、「静岡県熱海市逢初川の源頭部の盛土下端部の露頭調査」、静岡大学地球科学研究報告、49、61-72(2022)。
- 3) 北村晃寿、矢永誠人、岡崎颯太、片桐 悟、中西利典、森 英樹、「静岡県熱海市逢初川の砂防堰堤の埋積土の放射性セシウム濃度と粒子組成の層位変化 —2021年7月3日の土石流堆積物の識別—」、静岡大学地球科学研究報告、49、87-95(2022)。
- 4) 北村晃寿、山下裕輝、矢永誠人、中西利典、森 英樹、「静岡県熱海市逢初川源頭部の東側地点の盛土に関する調査速報」、静岡大学地球科学研究報告、49、97-103(2022)。
- 5) 北村晃寿、矢永誠人、山下裕輝、矢永誠人、中西利典、「静岡県熱海市逢初川の源頭部の黒色盛土層の放射性セシウム濃度と粒子組成の層位変化」、静岡大学地球科学研究報告、50、39-63(2023)。

【 国内学会発表件数 】 1 件

- 1) 矢永誠人、野村洋生、山沢桂悟、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(II)」、日本放射線安全管理学会第21回学術大会(第4回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会)、2022. 11. 24~26、九州大学伊都キャンパス椎木講堂(福岡)。

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: D2 (2名)
修士課程: M1 (2名)

【 研究目標 】

Aspero-Mota 反復強制法や Neeman 反復強制法は Todorcevic のサイドコンディション法を組み込んだ反復強制法である。近年、これらの反復強制法は良く利用されており、新たな無矛盾結果を生み出している。今後も広範で利用されると思われるが、これらの反復強制法により導かれる無矛盾結果はサイドコンディション法に影響される。例えば、ある Aspero-Mota 反復強制法が連続体仮説の否定を強制するなら、その反復強制法は meager ideal の covering number $\text{cov}(M)$ が \aleph_1 より大きいことを強制する。そこで、サイドコンディション法が何を強制できるかを明らかにすることで、Aspero-Mota 反復強制法や Neeman 反復強制法の技術的制限の一端を解明できる。

サイドコンディション法は基本的に Shelah の strong properness を満たす。そこで、本研究では、strongly proper な強制法が何を保存するのかを研究した。

【 主な研究成果 】

- (1) strongly proper 強制法は almost disjointness number が \aleph_1 であることを強制できることを示した。特に、strongly proper 強制法は Cohen-indestructible な mad family を壊さないことを示した。
- (2) strongly proper 強制法は non-meager set of reals を保存することを示した。つまり、strongly proper 強制法は meager ideal の uniformity $\text{non}(M)$ が \aleph_1 であることを強制できることを示した。

Shelah は strongly proper 強制法の countable support iteration はまた strongly proper であることを示している。従って、以上のふたつの結果から、supercompact cardinal が存在するならば、strongly proper 強制法に関する強制法公理が成り立ち、almost disjoint number と $\text{non}(M)$ がともに \aleph_1 であることを strongly proper 強制法で強制できることを示した。

【 学術論文・著書 】

- 1) Teruyuki Yorioka, Two chain conditions and their Todorčević's Fragments of Martin's Axiom, Ann. Pure Appl. Logic, accepted.
- 2) Teruyuki Yorioka, Aspero-Mota iteration and the size of the continuum, The Journal of Symbolic Logic, accepted,
- 3) Teruyuki Yorioka, Two preservation theorems of strongly proper forcing notions, RIMS Kokyuroku, accepted.

【 招待講演 】

- 1) Teruyuki Yorioka, Aspero-Mota iteration and the size of continuum , RIMS Set Theory workshop 2022, 2022年10月27日 .

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)
博士課程: D1 (1名)
修士課程: M2 (1名)、M1 (2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では、水素を高温、高圧で利用する場面が多く存在する。このような環境において、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) 機能性被覆の実用化に向けた製作技術開発
- (3) 電気化学測定による機能性被覆の検査手法の開発
- (4) ガンマ線照射による材料からの水素同位体移行挙動の解明

【 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、今年度はセラミックス被覆に対し、ガンマ線照射下でリチウム鉛曝露試験を世界に先駆けて実施した。非照射下で曝露した被覆試料と比較して、照射下で曝露した試料の腐食は有意に大きく、ガンマ線照射による腐食の促進が示唆された。

(2) 機能性被覆の実用化に向けた製作技術開発

これまで平板の試験片を用いて機能性被覆の作製および各種試験を行ってきたが、核融合炉実機では配管内面など、複雑な形状の材料に成膜する必要がある。そこで本研究では、SUS316L直管(最長35 cm)および90°屈曲管の内面への機能性被覆の成膜を実施した。いずれの管材内面においても、有機金属分解法によって均一な被覆が作製できることが明らかになった。また、リチウム鉛曝露試験においては、550 °C、1000 時間以上の曝露後に被覆の密着性の低下に伴う剥離がみられた。今後は被覆の密着性の向上に取り組むと同時に、より高い腐食耐性を得るために、機能性被覆を施した管材に対し、内面に薄肉の鉄管を設置し、熱間等方圧加圧(HIP)法による接合を実施し、現在リチウム鉛曝露試験等の各種試験を実施する予定である。

(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と水素同位体透過挙動の相関を検討した。重イオン照射により、透過試験時の被覆の結晶化が開始される温度が高温化すると同時に、損傷密度に応じて電気化学特性の周波数依存性に变化が起こる温度が高温化することが明らかになったことから、被覆の結晶構造変化を電気化学測定から類推できる可能性が示された。

(4) ガンマ線照射による材料からの水素同位体移行挙動の解明

これまで照射影響として注目されてこなかったガンマ線に着目し、水素同位体の材料中の透過の他に、滞留への影響を調べた。機能性被覆に重水素をガス曝露した後に、種々の条件でガンマ線照射を実施し、照射前後で核反応分析による水素同位体濃度分析を実施した。0.5 Gy/s以上の線量率で照射した場合、吸収線量に応じて酸化ジルコニウム被覆中の銦水素濃度が減少することが明らかになった。さらに、被覆中の水素同位体は可動性と安定性の二種類の状態をとることがわかり、吸収線量が1.3 MGyの被覆試料では、可動性の水素同位体のほぼ全てが脱離した。これらの結果は、核融合炉材料からの水素同位体、特にトリチウムの除染を従来検討されている長期間の加熱処理をせずに炉内で絶えず照射されるガンマ線で実現できる可能性を秘めており、きわめて重要な発見として今後さらなる検討を進めていく予定である。

【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、定期点検時に劣化や不具合を検知する被覆の診断手法開発に着手する。電気化学測定に加え、密着性評価や硬さ試験を通して、照射後や腐食後の被覆の性能を診断できるか検討する。さらに、劣化した被覆の修復技術の検討として、再成膜と自己修復性被覆開発に取り組む。並行して、より高性能、高信頼性の被覆の開発として、セラミックス-鉄接合被覆の作製を、ホットプレスおよび熱間等方圧加圧法(HIP)を利用して実施する。また、核融合炉実機に近い環境で機能性被覆の固体増殖材および液体増殖材との共存性を、国際共同研究を通して明らかにする。中性子照射試料の分析評価についても継続して進める。

【学術論文・著書】

- 1) Hikaru Fujiwara, Ryosuke Norizuki, Sota Miura, Sho Kano, Teruya Tanaka, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, Takumi Chikada, Fusion Engineering and Design 191 (2023) 113509.
- 2) Takumi Chikada, Shota Nakazawa, Markus Wilde, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, International Journal of Hydrogen Energy 47 (2022) 39619-39625.
- 3) Teruya Tanaka, Takumi Chikada, Tatsuya Hinoki, Takeo Muroga, Journal of Nuclear Materials 569 (2022) 153917.

【国際会議発表件数】

- ・ 32nd Symposium on Fusion Technology (SOFT-2022, 2022.9.18-23) 他5件

【国内学会発表件数】

- ・ 日本原子力学会 2023年秋の大会 (2022.9.7-9) 他10件

【招待講演件数】

- ・ プラズマ・核融合学会第39回年会 (2022.11.22-25) 計1件

【受賞・表彰】

- ・ 藤原輝 (M2)、総合科学技術研究科理学専攻長表彰 (優秀修士論文賞) (2023年3月22日)
- ・ 伊藤鉄馬 (B4)、日本原子力学会 2023年春の年会学生ポスターセッション 優秀賞 (2023年3月14日)
- ・ 清水悠加 (B4)、日本原子力学会フェロー賞 (2023年3月14日)
- ・ 清水悠加 (B4)、プラズマ・核融合学会第1回学会活動奨励賞 (2022年11月25日)

5. 特別教育研究経費等

令和4年度ミッション実現加速化経費で採択され、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	ミッション実現加速化経費 12,280 千円(令和4年度)
事業計画期間	令和4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>本大学院の研究重点4分野(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)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、本年度も新型コロナウイルスの影響により、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、13 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 SRM 科学技術大学と共催の、ナノ科学とナノ技術に関する国際会議「7th International Conference on Nanoscience and Nanotechnology (ICONN2023)」が、2023.3.27～29 にリモートで開催され、14 名の教員と 13 名のポストドク・学生が参加し、共同研究の推進を支援した。</p> <p>国際シンポジウム(ISFAR-SU)は超領域研究推進本部と共催で 2023.3.1 にオンラインで開催し、国内外から約 100 名の参加があった。バングラディッシュ、インド、ルーマニアから 3 名、日本国内から 4 名の研究者を招待し、講演をし</p>

ていただいた。また、49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8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3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4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 アメリカ	等離子体物理研究所、合肥工業大学 サンディア国立研究所、アイダホ国立研究所
2	工学	准教授	清水 一男	ルーマニア	アレクサンドル・イワン・クザ大学
3	理学	准教授	海老原 孝雄	バングラデシュ タイ	ダッカ大学 タマサート大学
4	理学	准教授	守谷 誠	台湾	明志科技大学
5	工学	教授	真田 俊之	韓国	漢陽大学校 (Hanyang University)
6	工学	准教授	一ノ瀬 元喜	アメリカ ポルトガル	ニューヨーク州立大学ビンガムトン校 リスボン大学
7	農学	教授	王 権	中国	浙江師範大学
8	農学	教授	小谷 真也	バングラデシュ タイ	バングラデシュ国立大学、バングラデシュ水産研 究所、チュラロンコン大学
9	農学	准教授	崔 宰熏	アメリカ	University of California, Riverside (UCR)
10	理学	講師	近田 拓未	ドイツ	マックス・プランクプラズマ物理研究所
11	工学	准教授	本澤 政明	タイ	カセサート大学
12	理学	准教授	岡田 令子	ブルキナファソ バングラデシュ	Ecole Normale Superieure Chittagong Veterinary and Animal Science University
13	理学	准教授	Dur Gael	台湾	国立台湾海洋大学

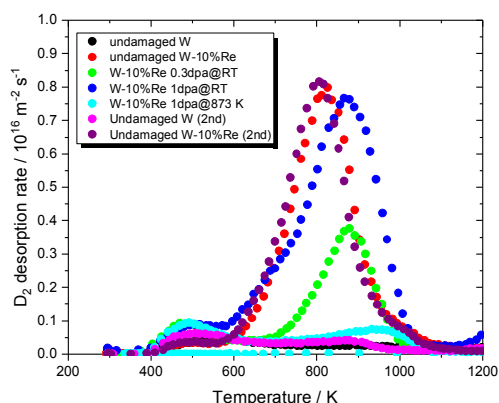
研究代表者	大矢 恭久 (理学領域・准教授)
共同研究先	等離子体物理研究所、合肥工業大学、サンディア国立研究所、アイダホ国立研究所
プロジェクト研究名	核融合炉プラズマ対向材料における水素同位体プラズマ駆動透過挙動評価

二酸化炭素を排出しない核融合炉開発研究が注目されており、日本政府においても次世代エネルギー源候補として注目されている。二酸化炭素を排出しない一方で、放射性物質を取り扱うため、安全研究は核融合炉実現において最重要課題のひとつである。特に燃料としてキログラムオーダーのトリチウムを世界で初めて扱うことになるため、トリチウムと材料の相互作用の理解が必要である。特にプラズマ対向材料はDT (重水素・トリチウム) プラズマに直接曝されることから、壁材料へのトリチウムの滞留と透過の機構解明とその同位体効果の理解が求められている。特に、核融合反応で生成したヘリウム(He)は、プラズマ対向材料中でHe バブルを形成し、トリチウムの滞留・透過挙動を大きく変えることが知られている。そこで本研究では、核融合炉環境を模擬した、D-He 混合プラズマ照射におけるD 滞留挙動についてタングステン(W)およびタングステン(W)-10%レニウム(Re)を用いて明らかにすることとした。

そのために、米国サンディア国立研究所にある重水素プラズマ実験装置(DPE)を用いて、D + He 混合プラズマ照射を行った。図1左上にDPE サンプルホルダーを示す。DPE では同じプラズマ条件での照射ができるようにホルダーには直径6 mm の試料が3枚まで取り付けることが可能である。また、試料直下にはヒーターが設置されているため、種々の温度でのプラズマ照射実験が可能である。本研究ではW および W-10%Re 合金を試料とした。重水素にガス流量で10%のHeを混合したD+He混合プラズマ照射をフラックス、 $\sim 1.0 \times 10^{17}$ ions cm^{-2} s^{-1} で、フルエンス $\sim 1.0 \times 10^{21}$ cm^{-2} まで行った。照射時の試料温度は250 °Cとし、バイアス100 V印加し照射実験を行った。図1に試料ホルダーおよび照射実験をしているときの様子を示す。プラズマはとても安定しており、照射実験を効率的に進めることができた。その後、試料に照射された重水素の脱離挙動を明らかにするために、昇温脱離実験を行った。

図1

図1 DPEにおけるサンプルホルダーに設置した試料ホルダーとプラズマ照射実験の様子



左図2にD + He照射後のTDSスペクトルを示す。非照射Wおよび種々の照射損傷を持つW-10%Re合金の結果である。凡例内に示されている温度はFeイオンで照射損傷を導入したときの温度を示している。非照射Wの重水素放出はW-10%Re合金と比較して、とても少ないとともに、主要な重水素の脱離は573 K付近であった。一方、W-10%Re合金の場合は、主要な放出温度は823 Kに位置していた。これは、D + He混合プラズマ照射によるHeバブル形成に大きく影響していると考えられる。これまでにDuETにてFe + He同時照射した際のHeバブル分布をTEMで調べたところ、Wは小さいHeバブルが試

料中に一様に分布していたのに対して、W-10%Re合金では、Heバブル密度がとても低くなるがバブルサイズが大きく成長していた。そのため、W-10%ReではHeバブルによるDのパルクへの拡散障壁としては機能せず、高温での高い重水素放出になったことが考えられる。また、1 dpaまでFe照射したW-10%Reでは、放出ピーク温度が873 Kとなりさらに高温側に脱離ピークがシフトしていた。照射欠陥生成により重水素が安定に捕捉された影響であると考えられる。重水素の滞留量は、非照射のWで 1.2×10^{19} D m^{-2} およびW-10%Re合金で 6.2×10^{18} D m^{-2} であり、1 dpaまで鉄照射したW-10%Re合金では 8.0×10^{19} D m^{-2} であった。今後、種々の照射損傷レベルでのW-10%Re合金での重水素滞留量評価を行うと共に、プラズマ照射温度やD + He混合比を変えたプラズマ照射実験を予定している。

No.2

研究代表者	清水 一男（工学領域・准教授）
共同研究先	アレクサンドル・イワン・クザ大学
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、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ワイヤ型電極を用いて、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 の導入が認められた。また蛍光試薬により細胞膜脂質の状態変化も明らかになった。 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なワイヤ型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。</p> <p>今後、本国際プロジェクトを発展させる形で 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生としての教育・共同研究なども企画しており、先に行われた国際シンポジウム (ISFAR-SU2023) では、本プロジェクトメンバーである Prof. Serghi (Iasi Plasma Advanced Research Center, Al. I. Cuza University, Romania) から “Bipolar High Power Impulse Magnetron Sputtering for deposition of thin functional coatings” 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	ダッカ大学、タマサート大学
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><研究活動></p> <p>近年、情報機器の利用が増大しており、それに伴って電力消費も増大していくことが予想されている。発電してから消費地までの送電や変圧の過程で失われる電力は膨大な量であり、送電部分での「節電」は、必要とされるピーク電力量を押し下げる効果がある。また、「生もの」である電気を蓄える蓄電も、ピーク時電力を下げる効果があり、将来的な電力確保と発電に伴う排出物削減に大きく貢献することができる。</p> <p>送電での電力ロスには主に、ジュール熱と電磁波発生によって生じるが、特にジュール熱の部分については、電気抵抗ゼロの超伝導体であれば防げるものである。将来、少なくとも室温温度で、超伝導を安定的に示す金属超伝導体が見出されれば、革新的に送電時のエネルギーロスが低減できるため、発電に伴う排出 CO₂ の総量や核廃棄物などを低減できる。CO₂ の排出抑制は、カーボンニュートラルへの大きな貢献である。また、超伝導線にコイルを巻けば蓄電池ができ、大容量の直流電流を安価に蓄えることができる。以上のような節電と CO₂ 抑制という目的を達成するため、本研究では高い T_c を持つ金属系超伝導体を合成して物性測定・電子状態決定を通じることで、T_c を上昇させるための学理を追求する。</p> <p><成果></p> <p>この期間で、古くから知られる金属系高温超伝導体 V₃Si (T_c~17 K) の単結晶育成に成功し、X 線粉末写真法による単相性の高さを確認した上で Laue 法による結晶軸の同定を行った。単相の良い結晶が出来ていることが判明したので、電気抵抗測定による純度測定を行い、残留抵抗比 (室温の電気抵抗値と T_c での電気抵抗値の比 : RRR) が約 8 であることを突き止めた。結晶学的には単相で</p>	

かつ純度は高いが、輸送現象論的な高純度の指標は、この物質の場合、RRRが30~40であることに鑑み、今後より一層の純良化を図ることとした。

一方、現在の純度でも T_c で非常に鋭く転移しており、上部臨界磁場 H_{c2} も確実かつ鋭く観測できることから、Tunneling Diode Oscillator (TDO)を用いて H_{c2} の角度依存性を観測した。 V_3Si は立方晶であるため、{110}面内で角度を10~15度ずつ変化させ、 H_{c2} のマッピングを行い、その結果、およそ20 Tの H_{c2} は、ほとんど角度変化しないことを突き止めた。この結果は、この次の段階である、 H_{c2} 前後の各結晶軸での比熱測定を行う上で、有用な情報である。

<今後の展開>

V_3Si 単結晶のさらなる純良化を図る。その上で、 H_{c2} 前後の強磁場比熱観測に加えて、量子振動現象観測に挑戦し、微視的電子状態の解明に繋げる。

No.4

研究代表者	守谷 誠 (理学領域・准教授)
共同研究先	明志科技大学
プロジェクト研究名	柔粘性イオン結晶の有機系固体電解質材料としての物性評価
<p>脱炭素社会の実現に向け、安全性と特性を両立する全固体電池に大きな注目が集まっている。全固体電池の実現には、電池動作を左右する電解質特性と、電池作製に直結する成型性の両者に優れることが求められる。このような固体電解質の候補として、我々は柔粘性イオン結晶に着目してきた。これまでに、柔粘性イオン結晶の構成要素を種々検討することにより、固体状態でのイオン伝導性と250度以上の高い耐熱性を有する新規イオン伝導体を得ることに成功している。さらに、得られた柔粘性イオン結晶が室温下で適度な柔軟性を有し、室温加圧によって膜状に形成可能な高い成型性を有することも確認している。このような特徴を持つ柔粘性イオン結晶を固体電解質として応用するには、電解質としての特性をさらに向上させることが欠かせない。また同時に、これまで定性的な観察のみにとどまっていた柔軟性を、定量的に評価する技術を確認することにより、成型性を制御する材料設計指針を構築することも必要である。以上の観点から、本プロジェクトでは電解質材料の機械的特性に明るい明志科技大(台湾)の寿教授と柔粘性イオン結晶の物性評価に取り組んだ。具体的には、静大で開発した柔粘性イオン結晶電解質を明志科技大に送付し、この電解質材料の柔軟性に関する定量的な評価を開始した。また、静大で開発した分子結晶電解質についても明志科技大への送付を行い、こちらの電解質を用いた電池作製についての検討も開始した。2023年3月には本支援を活用し、静大側から守谷と学生1名が台湾を訪問し、先方の研究設備見学、最近の研究成果についての講演と情報交換を行った。この際、試料を持参し、我々の電解質材料の取り扱いについて情報提供を行うとともに、この試料を電解質として用いた全固体電池の作製を開始している。以上の結果より、本国際共同研究プロジェクトの支援により、静大と明志科技大の連携を通じた成果創出に向けた体制構築が出来たとと言える。なお2023年度には、これまでの試料提供に加え、相互交流のさらなる発展(台湾側メンバーの静大訪問を予定中)に向けた取り組みを双方で進めることが決定している。</p>	

No.5

研究代表者	真田 俊之（工学領域・教授）
共同研究先	漢陽大学校（Hanyang University）
プロジェクト研究名	機械的・化学的半導体ウェットプロセスの構築とその高効率化
<p>半導体製造工程の3割を占めるのが液体を使用したウェットプロセスであり、エッチングや洗浄工程がそれに該当する。これらの工程は歩留まりに直結し、高効率化にとって非常に重要である。そのウェットプロセスでは、基本的に液体の化学的作用を検討して使用する液体が選定されるが、近年では研磨や洗浄工程などにおいて機械的作用と組み合わせることで劇的にその性能を向上させてきた。そのため、ウェハ上での機械的作用と化学的作用を総合的に検討して、プロセスを構築する必要がある。本研究では、特殊な高分子スポンジを用いた洗浄に関する研究を遂行した。特に 300 mm ウェハ上での洗浄を想定して、回転するスポンジが回転するウェハ上での相対挙動を調査した。</p> <p>洗浄で一つ問題となるのが、洗浄による PVA ローラーブラシによる再汚染、すなわちクロスコンタミネーションである。その現象解明のため、ブラシノジュールの変形挙動を接触画像および横からの撮影にて詳細観察した。さらにウェハ上のブラシ接触状況を示す接触マップを作製した。その結果、ブラシ/ウェハの相対速度が負でかつ半径の大きな領域で、ブラシが単に押し付けられるようなスタンプ状の接触が発生することが分かった。さらに相対速度が負の領域であっても接触の初期はスタンプと同等であることがわかり、これらの領域は再汚染の領域と酷似していた。さらに実際の軌跡は幾何学計算により算出した軌跡よりも小さくなった。洗浄の際にはこれらの領域を防ぐような回転数の設定が望ましいことを提案した。</p> <p>今年度はコロナも落ち着いたことから、真田が Hanyang 大学に訪問し、実際に学生の装置を視察したり、意見交換を行ったりした。来年度は、CMP の国際会議が日本で開催予定のため、現地の学生が静岡大学を訪問する予定である。さらに交流を深め、共同研究を進展させることで、さらなる高効率な洗浄技術開発に挑戦する。</p>	

No.6

研究代表者	一ノ瀬 元喜（工学領域・准教授）
共同研究先	ニューヨーク州立大学ビンガムトン校、リスボン大学
プロジェクト研究名	オンライン経済ゲーム実験システムの開発
<p>今回の国際共同プロジェクトでは、より良い社会や経済システムを構築したり、自然災害や感染症の拡大を最小限に食い止めたりする上で重要となる人間の行動特性を明らかにするためのオンライン経済実験ゲームシステムの開発を行った。プロジェクト期間中に実験システムは完成し、実際に3月17日に実験を行った。Yahoo! クラウドソーシングを用いてオンラインで600人の被験者を募集し、oTree と呼ばれるアプリケーションを用いて開発したオンライン実験サーバに誘導し、グループに分かれてそれぞれのグループで経済ゲームをプレイしてもらった。実験中、データベースサーバの不具合により、4台用意した実験サーバのうち、2台がシステムダウンしてしまい、十分な数の実験データが取れなかった。そのため、再実験を4月11日に予定している。</p> <p>このプロジェクトは研究代表者が教員特別研修で3ヶ月間滞在していたポルトガルのリスボン大学にて滞在中に行った。当初の予定になかったこととして、共同研究者（リスボン大学）がポルトガル政府科学技術機構（FCT）に出向しており、彼とは十分な議論の時間を持つことができなかった。しかし、その他のビンガムトン大学、明治大学、長崎大学の共同研究者とは実験システムの構築段階から3月17日の実際の実験当日まで密に連絡を取り合いながら共同研究を進めることができた。またリスボン大学の共同研究者の博士課程学生とは、この研究プロジェクトや研究代表者の他の研究について、代表者の修士学生・博士課程学生とともにオンラインで議論する機会を何度か持つことができた。さらには、ちょうど研究代表者がリスボン大学に滞在していた同時期に、この研究プロジェクトとかなり類似していることをやっているベルギーのブリュッセル自由大学の研究グループがリスボン大学に短期間研究滞在中にあり、研究代表者はそのグループに積極的にアピールすることによって、関連研究の最先端の情報を交換する機会を持つことができた。今後、このベルギーの研究グループとも共同研究を行っていく予定であり、既に新しい研究プロジェクトに関する議論をオンラインベースで行っている。今後もリスボン大学やブリュッセル自由大学の研究者や博士課程学生と研究交流を続けていく予定であり、5月にはリスボン大学の2名の博士課程学生（日本でインターンシップ中）を招いて浜松で研究セミナーを行ったり、2023年度末にはブリュッセル自由大学から2名の研究者を日本に招いてセミナーを行ったりする予定である。</p>	

No.7

研究代表者	王 権 (農学領域・教授)
共同研究先	浙江師範大学
プロジェクト研究名	ひまわり 8 号静止衛星観測データによる PM2.5 時間スケール評価に関する国際共同研究
<p>PM2.5 とは、空気中の直径が 2.5 μm 未満の微小粒子状物質を指し、大気質の重要な指標です。PM2.5 の濃度が高くなると、呼吸器感染症、心血管疾患等々が増加するだけでなく、大気の視程が低下し、地球・大気系の放射バランスに影響を与え、気候変動に影響を及ぼします。したがって、PM2.5 濃度を正確に推定することは重要です。特に長江デルタにおいて、経済の急速な発展に伴い、大気汚染と人間活動の影響によりますます懸念されています。本プロジェクトでは、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、パラメトリックモデルとノンパラメトリック機械学習手法を組み合わせた 2 段階の手法によって、PM2.5 濃度を時間毎に推定する。単純な多重線形回帰モデル(MLR モデル)、一般化加法モデル(GAM モデル)、混合線形パラメトリックモデル(MEM モデル)の中で、MEM モデルが最も正確であることが示唆された。また、これらのパラメトリックモデルをノンパラメトリックなランダムフォレストモデルと組み合わせることで、PM2.5 濃度の推定精度の向上、特に PM2.5 の日内変動をよく捉えていることが示された。さらに、本研究で推定された PM2.5 濃度は、Kriging 手法よりも空間的な詳細を反映することができ、他の地域やより広範囲に適用されることが予想されます。今後、さらに広範な解析を行い、PM2.5 の空間的・時間的なダイナミクスを明らかにする予定です。</p>	

No.8

研究代表者	小谷 真也 (農学領域・教授)
共同研究先	バングラデシュ国立大学、バングラデシュ水産研究所、チュラロンコン大学
プロジェクト研究名	東南アジアの大学との共同研究による新しい生理活性物質の発見
<p>本プロジェクトは、バングラデシュおよびタイの大学の複数の研究者と緊密なネットワークを利用し、現地で活用可能な生理活性物質を得ることを目的としている。具体的には、小課題 1) 植物抽出物からの卵成熟誘ホルモン様化合物の単離および構造決定、小課題 2) タイの微生物の生産する抗菌物質の単離および構造決定、の二つからなる。小課題 1 の成果) ウミウチワの分泌物に卵成熟誘ホルモン様化合物が存在することを発見した。さらに ODS カラムを用いた溶媒分画を行い、活性物質を部分精製した。さらに構造決定を行った。重クロロフォルムを溶媒に用い各種二次元 NMR を行い、化学構造を決定することができた。現在、合成品の類縁化合物との活性を比較し、構造活性相関を検討している。結果をまとめて、論文に投稿する予定である。小課題 2 の成果) 実験に先立ち、MTA をチュラロンコン大学との間に締結し、研究用渡航ビザを取得した。2022 年 11 月にタイのバンコクに渡航し、チュラロンコン大学理学部の Chompoonik Kanchanabanca 博士と、一連の共同研究を行った。具体的には、チュラロンコン大学敷地内で菌分離のための試料をサンプリングした。誘引物質としてスキนมルクを用い、土壌及び枯れた植物の葉っぱなどを用いて、フィルターを通過する遊走性のある孢子を集積した。遊走性孢子を集積した溶液を H V 寒天培地に塗布し、1-2 週間培養を行い、コロニーを検出した。その結果、100 株程度の放線菌を単離した。それぞれの株に関して、16S rDNA の配列を決定し、解析したところ、ほとんどが、希少放電菌であり、新種の可能性のある株が複数見られた。現在、植物防疫所の植物病原性の解除の申請を行っているところであり、解除が出来次第、生理活性物質の単離実験を行う予定である。</p>	

No.9

研究代表者	崔 宰熏 (農学領域・准教授)
共同研究先	University of California, Riverside (UCR)
プロジェクト研究名	シロイヌナズナにおけるフェアリー化合物のシグナル伝達経路の解明
<p>University of California, Riverside (UCR)・准教授・David C. Nelson 博士と共同研究を行った。フェアリー化合物のシグナル伝達経路を解明するためにはその生合成経路を明らかにする必要があるため、生合成研究を明らかにした。二つの研究成果を紹介する。</p> <p>1) 2-アザヒポキサンチン (AHX) は、<i>Lepista sordida</i> という菌の培養液から、フェアリーリングを誘発する化合物として初めて分離されました。その後、多くの植物やキノコが AHX を内因的に産生すること、AHX が植物の成長に有益な影響を与えることが明らかになった。AHX は、窒素を多く含む 1,2,3-トリアジンという珍しい部位を持ち、生合成の起源は不明である。ここでは、<i>L. sordida</i> における AHX 生成のための生合成経路を確立した。その結果、1,2,3-トリアジン生成の鍵となる窒素源は、NO 合成酵素 (NOS) によって生成される一酸化窒素 (NO) 由来の活性窒素種 (RNS) であることが判明した。さらに、RNS は 5-aminoimidazole-4-carboxamide-1-β-D-ribofuranosyl 5'-monophosphate (AICAR) から AHX-ribotide (AHXR) への生化学変換にも関与しており、菌体内に AHX を生成する新規生合成経路が存在することが示唆されました。これらの結果は、AHX の生合成および窒素-窒素結合を有する他の天然物の生合成において、NOS が生理的役割を果たすことを示すものである。2) FCs の生合成経路は、5-アミノイミダゾール-4-カルボキサミドから生合成される新規プリン体代謝であることが定義されている。我々は、プリン体サルベージ酵素の一つであるヒポキサンチン・グアニンホスホリボシルトランスフェラーゼ (HGPR1) が、AHX と AOH を基質として認識することを明らかにした。AOH の誘導体である AOH リボヌクレオチドおよびそのリボヌクレオチドという 2 つの新規化合物を酵素合成した。質量分析、1 次元および 2 次元 NMR スペクトル、X 線単結晶回折分析により、その構造を決定した。本報告は、イネにおける HGPR1 の機能と、FCs の生合成に関連する新規プリン代謝の存在を示すものである。</p>	

No.10

研究代表者	近田 拓末 (理学領域・講師)
共同研究先	マックス・プランクプラズマ物理研究所
プロジェクト研究名	核融合炉材料中の水素同位体移行挙動に対する放射線照射影響の解明
<p>核融合炉の燃料である三重水素 (トリチウム) を自己生産すると同時に、中性子のエネルギーを熱に変換するブランケットにおいて、トリチウム生産系から冷却系へのトリチウムの漏洩にともなう安全性の懸念が指摘されている。冷却水が接する鋼材表面は酸化することが想定されるが、酸化膜におけるトリチウム滞留挙動および放出挙動は明らかになっておらず、ブランケット内でのトリチウム移行評価が正確にできない状況にある。また、近年研究代表者らは、炉内の高線量率のガンマ線によってセラミックス材料中に滞留した水素同位体の移動が促進されることを明らかにし、酸化膜からのトリチウムの脱離がガンマ線照射によって変化する可能性を示した。そこで本国際共同研究プロジェクトでは、鋼材表面に生成した酸化膜中の水素同位体量がガンマ線照射によってどのように変化するかを解明することを目的とし、材料中の水素同位体測定手法を牽引する東京大学とマックス・プランクプラズマ物理研究所の所有するタンデム加速器を活用して実施した。</p> <p>300 °C、15 MPa の高圧水に 500 時間曝露した低放射フェライト鋼 F82H に対して、重水素曝露による組織変化がないことを確かめた後、80 kPa の重水素に 500 °C、50 時間曝露することで酸化物層中に重水素を滞留させた後、室温で種々の吸収線量 (0.3 ~ 2.8 MGy) および線量率 (0.7 ~ 1.6 Gy/s) におけるガンマ線照射を実施し、照射前後の核反応分析による水素同位体量の測定を実施した。照射前の酸化物層における重水素滞留量は数 at% に達したが、線量率に応じて重水素滞留量は減少した。また、最大の吸収線量を与えた試料では、滞留していた重水素のほぼ全量が脱離した。これより、核融合炉実機中ではガンマ線照射による酸化物層からのトリチウムの脱離が想定され、冷却水中への移行が起こる可能性が示された。</p>	

No.11

研究代表者	本澤 政明（工学領域・准教授）
共同研究先	カセサート大学
プロジェクト研究名	抵抗低減流れの伝熱低下に対する受動的／能動的伝熱改善技術に関する研究
<p>カーボンニュートラル実現に向けて、様々な分野で更なる省エネルギー化が求められている。液体循環型ビル空調や地域冷暖房では熱輸送媒体となる液体を、導管を通して供給することで冷暖房が行われている。ある種の界面活性剤では乱流の流れに添加することで流れの抵抗を著しく低減できることが知られており、実際に液体循環型ビル空調等にも応用が検討され、実証実験でも大きなポンプ動力の削減が確認されている。一方で、この界面活性剤溶液の抵抗低減流れにおける問題は、乱流拡散の抑制による伝熱低下にある。従って、システム内の熱交換部においてこの伝熱低下を改善できれば更なる省エネルギー化に直結する。本研究プロジェクトでは、この抵抗低減流れにおいて抑制された伝熱に対して、タイ王国カセサート大学の Prof. W. Chaiworapuck と共同で、受動的もしくは能動的に伝熱改善技術を開発することを目的として研究を実施した。</p> <p>研究活動の概略・成果は次のとおりである。静大では、受動的手法として、界面活性剤の抵抗低減流れへのカーボンナノチューブ（以下、CNT と記す）添加による伝熱改善効果について詳細に調べた。試験では、市販の CNT 混合液に界面活性剤を添加することで試験流体を作成し、界面活性剤と CNT の濃度を種々に変化させて熱流動試験を行った。この結果、界面活性剤と CNT のある濃度の組合せにおいて、CNT 無添加の界面活性剤溶液と同程度の抵抗低減効果が得られていることに加え、伝熱が大きく改善される現象が見出された。現在は、この現象の再現性を検証し、より多くの濃度の組み合わせで試験を行い、学会発表・論文執筆を検討している。カセサート大学では、能動的な手法として超音波照射による伝熱促進技術の研究を行った。本学との共同では超音波振動子の配列により、単体の振動子よりも相乗的に伝熱が促進する結果が得られており、引き続き詳細を調べていく予定である。</p> <p>本プログラムの助成により、5年にわたり研究交流を継続することができ、令和5年2月には久々に Prof. W. Chaiworapuck が本学へ来訪された。また、令和5年5月には研究室学生もつれて来訪される予定になっており、対面での交流が再び活発化している。今後も共同研究・人材交流を引き続き活発に行っていく予定である。</p>	

No.12

研究代表者	岡田 令子（理学領域・准教授）
共同研究先	Ecole Normale Supérieure, Chittagong Veterinary and Animal Science University
プロジェクト研究名	両生類の陸環境への適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い。本共同研究は、両生類の陸環境順応機構について解明し、その分子機構の進化様式について推察することを最終目的とする。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）、A.P. Dabire [ブルキナファソ・École Normale Supérieure (ENS)]、および M.M.U. Mamun [バングラデシュ・Chittagong Veterinary and Animal Sciences University (CVASU)] 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。乾燥的な環境下に置かれると腹側皮膚で水吸収機構が発現するネッタイツメガエルを用い、腹側皮膚の表皮と真皮から RNA を抽出した。これらのサンプルについて RNA-Seq 解析を行う方向で作業を進めている。本リードデータは、経皮水吸収機構並びにその発現調節機構を解析するための基盤データとなる。また、DABIRE 助教と共同研究を推進するため、ENS と静岡大学間で共同研究契約(CRA)を締結した。名古屋議定書に基づく ABS 等に関する手続きも済ませ、DABIRE 助教がアフリカヒキガエルの膀胱を静岡大学に送付した。この組織に関しても RNA-Seq 解析を行う方向で作業を進めている。DABIRE 助教は、2023年9月～10月にかけて静岡大学に滞在し、共同研究を行う予定である。Mamun 助教はバングラデシュで無足類の調査を行っている。Mamun 助教は、Shizuoka University MEXT program の2023年度国費外国人留学生の一人として文部科学省に推薦された。採択されれば、2023年10月に静岡大学創造科学技術大学院に入学して、共同研究を継続する予定である。なお、静岡大学イノベーション社会連携推進機構・寺嶋芳江先生等のご協力により、CVASU と静岡大学間の CRA も締結し、ABS 等に関する手続きを進めている。</p>	

No.13

研究代表者	Dur Gael (理学領域・准教授)
共同研究先	国立台湾海洋大学
プロジェクト研究名	一石二鳥：養殖業生産と炭素固定を向上させる鍵はカイアシ類にあり
<p>本プロジェクトは、国立台湾海洋大学 (National Taiwan Ocean University) と共同で行なっており、日本と台湾における主要な2種のカイアシ類の体長や生産性、炭素固定に及ぼす水温と餌濃度の影響を評価することを目的としている。これらの影響を調査することで、養殖に関するグリーンサイエンスおよびカーボンニュートラルサイエンスの両分野に貢献し、一石二鳥を達成することを狙いとしている。</p> <p>2022年11月から2023年4月にかけては、プロジェクトの第一段階である駿河湾産のカイアシ類の純粋培養に注力した。このため、割り当てられた資金は、植物プランクトンおよびカイアシ類の培養環境を確立するために必要な機材の購入に使用した。</p> <p>2022年10月から2023年1月まで国立台湾海洋大学から修士課程の学生が来日し、カイアシ類の餌に不可欠な植物プランクトンの培養確立に協力した。現在は、より高次の栄養段階生物の培養に必要な2種の植物プランクトン、<i>Isochrysis galbana</i> と <i>Proteomonas sulcata</i> の培養を行なっている (図1)。台湾の学生は滞在中、植物プランクトンの培養に関する知識・技術を静岡大学の学生に指導し、現在は指導を受けた学生が培養の維持管理を担当している。</p> <p>植物プランクトンの培養が安定した後、2022年12月から当研究チームは駿河湾で動物プランクトンのサンプリングを複数回行なった。台湾の学生が12月に数種の培養を開始し、そのうちの一種は幼体期まで到達することにも成功した。2023年3月に採取したカイアシ類は現在も維持されており、4月には更なるカイアシ類を採取して培養水槽に補充した。以降、駿河湾での毎月のサンプリングを計画し、定期的にカイアシ類を補充している。現在は採取した様々な種類のカイアシ類の同定と測定を進めている (図2-6)。</p> <p>台湾では、共同研究者と日本人学生が、現地のカイアシ類の糞便ペレット生産量における餌の影響についていくつかの実験を行なっている。予備的な実験結果から、糞便ペレット生産量 (炭素固定量) の推定方法を改良する必要があることが判明した。台湾の共同研究者は5月9日に静岡大学を訪問し、改良した実験プロトコルを紹介する予定である。一方でDur准教授は5月12日から17日まで台湾に滞在し、(1)民間企業と共同開発し最近リリースされた、個体ベースモデルを構築・運用するための新しいプラットフォームの発表、および(2)台湾のカイアシ類のモデル開発に取り組むことを予定している。</p> <p>また台湾に滞在中、Dur准教授は静岡大学理学部を現地の学生に紹介し、静岡大学のABPプログラムを通じて当該プロジェクトに参加する有望な候補者を募集する予定である。</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	Seenidurai Athithya	池田 浩也	Investigation of SnSe based materials for thermoelectric applications
ナビジョン工学	Koteeswaran Kalaiarasan	池田 浩也	Development of Seebeck coefficient measurement system using Kelvin Probe Force Microscopy
ナビジョン工学	Suresh Prasanna Chandrasekar	池田 浩也	Growth of vertical ZnO-nanorods on carbon fabric by microwave-assisted chemical-bath deposition for wearable thermoelectric applications
光・ナノ物質機能	Esteaque Ahmed	海老原 孝雄	金属系高温超伝導体の基礎物性測定と次世代金属超伝導体の開拓
光・ナノ物質機能	Markcruz Arockia Jenisha	脇谷 尚樹	Preparation and thermoelectric properties of spontaneously formed superlattice thin films by dynamic aurora PLD
光・ナノ物質機能	Kannan Gunasekaran	脇谷 尚樹	Preparation and property of thin film gas sensor deposited on porous substrates
光・ナノ物質機能	Sadia Afrin Rimi	清水 一男	マイクロプラズマ照射による細胞への高分子輸送制御に関する研究
光・ナノ物質機能	孟 章	李 洪譜	Ultra-wideband the higher-order OAM mode generator based on a helical grating written in a graded-index few-mode fiber
光・ナノ物質機能	Parakatawelle Mudiyansele Shalika Udara Bandara Parakatawella	立岡 浩一	Synthesis of Mg ₂ SiO ₄ /MgO Nanostructures using CaSi ₂ as a Template and their Structural and Optical Properties
光・ナノ物質機能	渡邊 佳乃子	近藤 満	新しい陰イオン検出技術の開発に向けたカプセル型錯体の合成
情報科学	Umme Fawzia Rahim	峰野 博史	Deep learning-based automated yield parameter detection, quantification and analysis for efficient viticulture
情報科学	横谷 温子	峰野 博史	高信頼・低遅延型情報指向ネットワーク制御に関する研究
情報科学	長島 一真	森田 純哉	好奇心のモデルに基づく記憶圧縮手法の開発
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 II
環境・エネルギーシステム	Tan Guangfan	大矢 恭久	遠心造粒法で作成したトリチウム増殖セラミックスからのトリチウム放出挙動の解明
環境・エネルギーシステム	Sun Xuehui	王 権	リモートセンシングプロダクトから抽出した鉛直・水平方向の特徴量を用いた日本の森林地上部バイオマスの推定
環境・エネルギーシステム	Tan Yunhui	王 権	1分スケールでの地面太陽放射照度の直達と散乱成分の分離とMS-711 測定への応用
環境・エネルギーシステム	Zhuang Jie	王 権	分光反射特性による樹冠内葉光合成特性のトレーシング
バイオサイエンス	殷 茹	平井 浩文	白色腐朽菌を用いたバイオレメディエーションに関する研究
バイオサイエンス	王 俊紅	平井 浩文	白色腐朽菌からの生物活性物質の探索

専攻名	申請者氏名	指導教員名	プロジェクト研究名
バイオサイエンス	長房 秀幸	茶山 和敏	ドライマンナンを用いた培養肉の開発に関する研究
バイオサイエンス	Jyoti Md Maisum Sarwar	徳元 俊伸	Establishment of steroid binding assay for steroid receptors by using grapheme quantum dots (GQDs)
バイオサイエンス	Tanvir Md Razain	徳元 俊伸	To identify the role of membrane progesterone receptors (mPRs) by establishing the gene knockout zebrafish.
バイオサイエンス	Umme Habiba Mustary	徳元 俊伸	Analysis of the role of membrane progesterone receptors in zebrafish by using gene knock-out technology
バイオサイエンス	Md. Forhad Hossain	徳元 俊伸	Expression, purification, and characterization of recombinant human membrane estrogen receptor (hmER)
バイオサイエンス	Ahamed Saokat	徳元 俊伸	Establishment of in vivo stimulating method for zebrafish male sex behavior
バイオサイエンス	Marzuk Ahmed	山崎 昌一	Effect of negative membrane tension on stability and function of biomembranes
バイオサイエンス	Luthfi Lulul Ulum	大吉 崇文	Mechanism of telomere-length structure regulated by EWS as G4-binding Protein
バイオサイエンス	Arif Agung Wibowo	栗井 光一郎	シアノバクテリア <i>Synechococcus elongatus</i> PCC 7942 の塩ストレス耐性におけるアルカンの役割
バイオサイエンス	Idris Maliki	栗井 光一郎	<i>Euglena gracilis</i> の糖脂質蓄積によるリン欠乏適応機構の解析

(2) 英語論文投稿支援申請一覧

専攻名	投稿者名	指導教員名	掲載(受理)年月日	論文名	著者名	雑誌名
ナノビジョン工学	Arie Pangesti Aji	猪川 洋	2022.7.4	Responsivity and NEP Improvement of Terahertz Microbolometer by High-Impedance Antenna	Arie Pangesti Aji, Hiroaki Satoh, Catur Apriono, Eko Tjipto Rahardjo, Hiroshi Inokawa	Sensors
ナノビジョン工学	Alka Singh	猪川 洋	2022.8.12	Dynamic Single-Electron Transistor Modeling for High-Frequency Capacitance Characterization	Alka Singh, Tomoki Nishimura, Hiroaki Satoh, Hiroshi Inokawa	Applied Sciences
光・ナノ物質機能	Esteaque Ahmed	海老原 孝雄	2022.8.28	Superconducting properties of the A15 structure compound V3Ge	Esteaque Ahmed, Kazu Kobayashi, Yuta Okubo, Naoya Arakawa, Akito Sakai, Satoru Nakatsuji, Alira Iyo and Takao Ebihara	Physica C: Superconductivity and its applications
光・ナノ物質機能	Ye Li	立岡 浩一	2022.7.4	Reaction of CaSi2 and FeCl2 with additional NaCl to synthesis of β -FeSi2/Si composites	Ye Li, Jilani Ansari, Yohsuke Shimura, Hirokazu Tatsuoka, and Liugang Chen	Journal of the Ceramic Society of Japan
光・ナノ物質機能	田中 晶子	佐藤 浩平	2022.8.2	Hydrazide-mediated solubilizing strategy for poorly soluble peptides using a dialkylbenzaldehyde linker	S. Tanaka, T. Narumi, N. Mase, K. Sato	Chemical and Pharmaceutical Bulletin
光・ナノ物質機能	Rengarajan Abinaya	下村 勝	2022.8.22	Decoupling trade-off thermoelectric relations and controlled out-plane lattice dynamics in few-layer MoS2	R. Abinaya, S. Harish, J. Archana, M. Shimomura, and M. Navaneethan	Appl. Phys. Lett.
光・ナノ物質機能	Mirasol Emie S.	下村 勝	2022.12.5	Synthesis and characterization of nanostructured silica powders using rice hull ash-based sodium silicate solution by precipitation and calcination	Emie Salamangkit Mirasol, Masaru Shimomura	Materials Letters X

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	小野 公輔	下村 勝	2022.8.25	Epitaxial growth of a homogeneous anatase TiO ₂ thin film on LaAlO ₃ (001) using a solvothermal method with anticorrosive ligands	Kokuke Ono, Koji Kimura, Tatsuya Kato, Kouichi Hayashi, Rajapakse MG Rajapakse, Masaru Shimomura	Chemical Engineering Journal
情報科学	Rahim Umme Fawzia	峰野 博史	2022.5.23	Deep learning-based accurate grapevine inflorescence and flower quantification in unstructured vineyard images acquired using a mobile sensing platform	RAHIM UMME FAWZIA, Tomoyoshi Utsumi, Hiroshi Mineno	Computers and Electronics in Agriculture
情報科学	Rebeka Sultana	大橋 剛介	2022.12.9	PREDICTION OF DRIVER'S VISUAL ATTENTION IN CRITICAL MOMENT USING OPTICAL FLOW	Rebeka Sultana, Gosuke Ohashi	The IEICE Transactions on Information and Systems
環境・エネルギーシステム	Guoxiao Cai	孔 昌一	2022.3.3	Determination of diffusivities of triolein in pressurized liquids and in supercritical CO ₂	Guoxiao Cai, Wataru Katsumata, Idzumi Okajima, Takeshi Sako, Toshitaka Funazukuri, Chang Yi Kong	Journal of Molecular Liquids
環境・エネルギーシステム	中村 大亮	塚越 哲	2022.4.19	Morphological types of male copulatory organs of Bicornucythere bisanensis (Ostracoda, Crustacea) and the description of a new Bicornucythere species	Nakamura, D. & Tsukagoshi, A.	Zootaxa
環境・エネルギーシステム	Song Guangman	王 権	2022.3.9	Developing Hyperspectral Indices for Assessing Seasonal Variations in the Ratio of Chlorophyll to Carotenoid in Deciduous Forests	Guangman Song and Quan Wang	Remote sensing

専攻名	投稿者名	指導教員名	掲載(受理)年月日	論文名	著者名	雑誌名
環境・エネルギーシステム	Tan Yunhui	王 権	2022.4.27	Assessing spatiotemporal variations of AOD in Japan based on Himawari-8 L3 V31 aerosol products: Validations and applications	Yunhui Tan, Quan Wang, Zhaoyang Zhang	Atmospheric Pollution Research
環境・エネルギーシステム	徳田 真穂	新谷 政己	2022.8.2	Hitherto-Unnoticed Self-Transmissible Plasmids Widely Distributed among Different Environments in Japan	Masaya Hayakawa*, Maho Tokuda*, Kensei Kaneko*, Koichiro Nakamichi*, Yukie Yamamoto*, Tatsuya Kamijo*, Honoka Umeki*, Reimi Chiba, Ryo Yamada, Mitsuya Mori, Kosuke Yanagiya, Ryota Moriuchi, Masahiro Yuki, Hideo Dohra, Hiroyuki Futamata, Kazuhide Kimbara, Masaki Shintani * Equal contributed	Applied and Environmental Microbiology
環境・エネルギーシステム	Cuaresma Diane Carmeliza Navera	守田 智	2022.4.1	Optimal strategies and cost-benefit analysis of the n-player weightlifting game	Diane Carmeliza N. Cuaresma, E. Chiba, J.M. Tubay, J.F. Rabajante, M.K.A. Gavina, J. Yoshimura, H. Ito, T. Okabe & S. Morita	Scientific Reports
環境・エネルギーシステム	藤田 佳祐	菊池 将一	2022.11.1	Effect of grain size on fatigue limit in CrMnFeCoNi high-entropy alloy fabricated by spark plasma sintering under four-point bending	Keisuke Fujita, Kenta Nakazawa, Hiroshi Fujiwara, Shoichi Kikuchi	Materials Science and Engineering: A
環境・エネルギーシステム	岩間 清大	野口 敏彦	2022.3.26	Three-Phase Inverter Fed Adjustable Field IPMSM Drive Utilizing Zero-Sequence Current	Kiyohiro Iwama	IEEE Transactions on Industrial Electronics

専攻名	投稿者名	指導教員名	掲載(受理)年月日	論文名	著者名	雑誌名
環境・エネルギーシステム	岩間 清大	野口 敏彦	2022.11.29	High-Efficiency Drive Method of Adjustable Field IPMSM Utilizing Magnetic Saturation	Kiyohiro Iwama	IEEE Access
バイオサイエンス	宮田 高明	森田 達也	2022.1.13	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	Takaaki Miyata, Takayasu Mizushima, Nobuyuki Miyamoto, Takahiro Yamada, Koji Hase, Michihiro Fukushima, Naomichi Nishimura, Shingo Hino, Tatsuya Morita	Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry
バイオサイエンス	Md. Masum Billah	山崎 昌一	2022.2.23	Effect of Osmotic Pressure on Pore Formation in Lipid bilayers by the Antimicrobial Peptide Magainin 2	Masum Billah, Samiron Kumar Saha, Md. Mamun Or Rashid, Farzana Hossain, and Masahito Yamazaki	Phys. Chem. Chem. Phys
バイオサイエンス	Ali MD Hasan	徳元 俊伸	2022.2.14	Purification and identification of the 20S proteasome complex from zebrafish	Ali Md. Hasan, Md. Maisum Sarwar Jyoti, Md. Rubel Rana Md. Rezanujjaman and Toshinobu Tokumoto	Zebrafish

(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	Alka Singh	猪川 洋	2022.6.11～6.12	2022 Silicon Nanoelectronics Workshop	Honolulu, USA (オンライン参加)	Dynamic Single-Electron Transistor Model with Capacitance Analysis Capability
光・ナノ物質機能	Teguh Firmansyah	近藤 淳	2022.7.18～7.20	IEEE MTT-S International Conference on Microwave Acoustics & Mechanics	Munich, Germany (オンライン参加)	Shear-horizontal SAW driven asymmetric structure of array gold nanoparticles for reconfigurable localized surface plasmon resonance spectrum
光・ナノ物質機能	Shalika Parakatawella	立岡 浩一	2022.9.5	9th International Symposium on Control of Semiconductor Interfaces (ISCSI-IX)	名古屋大学	Synthesis of Mg ₂ SiO ₄ /MgO Nanostructures using CaSi ₂ as a Template and their Structural and Optical Properties
環境・エネルギーシステム	中村 大亮	塚越 哲	2022.7.19	19th international symposium on Ostracoda	Lyon, France (オンライン参加)	Correlation between morphological types of male copulatory organs and distribution patterns of corolla-like pore systems in Bicornucythere bisanensis
環境・エネルギーシステム	辻野 修平	藤原 健智	2022.7.20～7.22	International Union of Microbiological Societies (IUMS) 2022	Rotterdam, Netherlands (オンライン参加)	Transcriptomic analysis during induction of heterotrophic nitrification in Alcaligenes faecalis
環境・エネルギーシステム	徳田 真穂	新谷 政己	2022.9.17～9.24	International symposium on plasmid biology 2022	Toulouse, France	Host ranges of plasmid could be predicted using genomic signature
環境・エネルギーシステム	藤田 佳祐	菊池 将一	2022.9.25～10.1	Materials Science and Engineering Congress (MSE2022)	Darmstadt, Germany	High cycle fatigue properties of notched austenitic stainless steel with harmonic structure under axial loading

(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	マルチタップ時間分解型イメージセンサの研究	ナノビジョン工学	Kwen Hyeun Woo	川人 祥二
2	シリコンナノワイヤ熱電発電素子の開発	ナノビジョン工学	Seenidurai Athithya	池田 浩也
3	ハイブリッドカスケード光電荷変調による極限時間分解撮像デバイスの画素駆動・制御及び読み出し回路に関する研究	ナノビジョン工学	Shukri B. Korakkottil Kunhi Mohd	川人 祥二
4	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
5	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
6	穀殻からのナノシリカの抽出と構造に関する研究	光・ナノ物質機能	Emi Salamangkit Mirasol	下村 勝
7	単結晶酸化チタン薄膜の成長制御	光・ナノ物質機能	小野 公輔	下村 勝
8	金属ドーパ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
9	マイクロプラズマ照射による腫瘍細胞への影響検証	光・ナノ物質機能	Sadia Afrin Rimi	清水一男
10	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
11	ヒドラジド化学を基盤とするタンパク質化学合成法の開拓	光・ナノ物質機能	田中 晶子	間瀬暢之
12	旋光性を有する螺旋状ファイバ回折格子の開発とその化学バイオセンサーへの応用	光・ナノ物質機能	孟 章 (Meng Zhang)	李 洪譜
13	熱硬化性ポリマーにおけるシクロデキストリンの応用	光・ナノ物質機能	Hoque Mohammed Jabedul	間瀬暢之
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	陰イオンに対して呈色活性を示す金属錯体の研究	光・ナノ物質機能	渡邊 佳乃子	近藤 満
17	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
18	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
19	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
20	ロボットへの機械学習応用	情報科学	加藤 大資	小林 祐一
21	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
22	事前経験が主観的同時性に与える影響:認知神経科学的研究	情報科学	Kevin Widjaja	宮崎 真
23	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	Rebbka Sultana	大橋 剛介
24	プラスチックリサイクルに関するリスク分析	情報科学	Suresh Pooja Pragati	前田 恭伸
25	ニューラルネットワークの高効率学習法に関する研究	情報科学	Indrapriyadarsini Sendilkkumaar	西村 雅史
26	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
27	インタラクティブ認知モデリングの基盤構築	情報科学	長島 一真	森田 純哉
28	インタラクティブ認知モデリングの基盤構築	情報科学	西川 純平	森田 純哉

№	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
29	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
30	SNS上の誤情報拡散のメカニズム解明	情報科学	宮川 大樹	一ノ瀬 元喜
31	生体信号を用いた食の満足感に関する研究	情報科学	吉野 朱香	沖田 善光
32	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
33	マーティンの公理の部分公理	情報科学	青木 悠史郎	依岡輝幸
34	組合せ原理と位相空間	情報科学	葛西 陽介	依岡輝幸
35	くりこみ群に基づくテンソルネットワークにおける時空の創発の研究	情報科学	桑原 孝明	土屋 麻人
36	Noncommutative quadric hypersurfaces	情報科学	Hu Haigang	毛利 出
37	くりこみ群と勾配流の研究	情報科学	田中 豪太	土屋 麻人
38	3-dimensional AS-regular algebras	情報科学	松野 仁樹	毛利 出
39	行列模型における曲がった時空の記述の研究	情報科学	水野 優輝	土屋 麻人
40	量子ダイナミクスの研究	情報科学	吉田 大輝	森田 健
41	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
42	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

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
43	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	神谷 佳紀	朝間 淳一
44	環境中における薬剤耐性プラスミドの動態解明	環境・エネルギーシステム	Singh Shweta	新谷 政己
45	ベアリングレスモータの新しい制振方法の検討	環境・エネルギーシステム	Swandahru Suryo Kumoro	朝間 淳一
46	加圧流体中における物性値に関する研究	環境・エネルギーシステム	Cai Guoxiao	孔 昌一
47	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 真徳	新谷 政己
48	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 佳祐	菊池 将一
49	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
50	高品質なグラフェン創成技術の開発	環境・エネルギーシステム	Yao Fangbo	孔 昌一
51	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	Roengritronna chai Perawat	朝間 淳一
52	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
53	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
54	異なるスケールでの植物生化学特性と分光反射特性に関する研究	環境・エネルギーシステム	Zhuang Jie	王 権
55	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
56	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

№	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
57	従属栄養微生物による硝化の分子機構の解明	環境・エネルギーシステム	辻野 修平	藤原 健智
58	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
59	ゼブラフィッシュプロテオソームの構造と機能の解析	バイオサイエンス	Alimd Hasan	徳元 俊伸
60	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
61	白色腐朽菌を用いたバイオレメディエーションに関する研究	バイオサイエンス	殷 茹	平井 浩文
62	Nanozyme-embedded nanocage-based virus detection	バイオサイエンス	Indra Memdi Khoris	朴 龍洙
63	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	Umme Habiba Mustary	徳元 俊伸
64	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
65	白色腐朽菌からの生物活性物質の探索	バイオサイエンス	王 俊紅	平井 浩文
66	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	Md Saiful Islam Khan	木寄 暁子
67	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	平井 浩文
68	Antigen displaying through SpyTag/SpyCatcher bioconjugation system on virus-like particle for vaccine matrix	バイオサイエンス	Jirayu Boonyakida	朴 龍洙
69	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析	バイオサイエンス	Tanbir Md Razain	徳元 俊伸
70	Nostoc sp. 36 由来desC遺伝子を用いたAnabaena sp. PCC 7120のdesC遺伝子破壊株相補実験	バイオサイエンス	Devi Bentia Effendi	栗井 光一郎

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
71	多分岐デキストランの分解に関与するタンパク質の構造機能解析□	バイオサイエンス	中村 駿太郎	宮崎 剛亜
72	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
73	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
74	グラフェン量子ドット(GQD)を用いたステロイド膜受容体アッセイシステムの確立	バイオサイエンス	Jyoti Md Maisum Sarwar	徳元 俊伸
75	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 Mrityunjooy	徳元 俊伸
76	RGG領域による核酸認識機構の解明	バイオサイエンス	Luthfi Lulul Ulum	大吉 崇文

(4)リサーチ・アシスタント(RA)後期採用一覧

No	研究プロジェクト等名	専攻名	氏名	RA受入教員名
1	液相によるフッ化物ナノ粒子の合成に関する研究	ナノビジョン工学	Anastasiia Dorokhina	小南 裕子
2	光照射によるSEM像のコントラスト増強法の開発	ナノビジョン工学	Lukita Sari Ikhshan	居波 渉
3	金属ドーブ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
4	新規有機イオン結晶の合成と固体電解質への展開	光・ナノ物質機能	Naw mie mie Aung	守谷 誠
5	クライン幾何による意匠設計用自由曲線・局面の定式化とその実務への応用	情報科学	王 丹	三浦 憲二郎
6	量子多体系におけるt-designの生成法の研究	情報科学	Arora Devanshi	尾張 正樹
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	Chowdhury Fatima	朝間 淳一
8	先進エネルギーデバイス用機能性被覆の研究開発	環境・エネルギーシステム	Hnin Lai Lai Wai	近田 拓未
9	細菌由来抗菌物質の単離と構造決定	バイオサイエンス	Thetsana Chanaphat	小谷 真也
10	カルス培養によるアマモの培養増殖技術の開発	バイオサイエンス	Hassan Mohammad Maksudul	徳元 俊伸
11	シアノバクテリアを用いたチラコイド膜の Δ pH維持機構の解析	バイオサイエンス	Muhammad Fathur Ramadhan	栗井 光一郎
12	ソラレン誘導体によるDNA構造解析	バイオサイエンス	Rahman Moshfiquir	大吉 崇文

7. 主催・共催シンポジウム等

(1) The 7th International Conference on Nanoscience & Nanotechnology (ICONN) 2023

日時 令和5年3月27日～29日
場所 スリ・ラマサミー・メモリアル科学技術大学 インド オンライン開催
世話人 スリ・ラマサミー・メモリアル科学技術大学
分野 工学・情報・理学系分野
参加者 原正和創造科学技術大学院長をはじめ、14名の教員、ポスドク・学生13名の静大関係者を含む、海外の教員・研究者、博士課程学生、企業の研究者・技術者など

(2) “The 9th International Symposium toward the Future of Advanced Research at Shizuoka University 2023(ISFAR-SU2023)～Joint International Workshops on Advanced Nanovision Science / Advanced Green Science / Promotion of Global Young Researchers on the basis of Interdisciplinary Domain Researches～”

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5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の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 コロナ禍のため、3回連続のオンライン開催となり、原正和創造科学技術大学院長、間瀬暢之グリーン科学技術研究所長、木村雅和電子工学研究所長、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46名、「未来の科学者養成スクール」を受講する高校生3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) 浙江工業大学材料科学工学院(中国)との部局間交流協定覚書締結(令和5年2月13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	0	1	0	1
	10月入学	0	0	1	4	5
	計	0	0	2	4	6
光・ナノ物質機能	4月入学	2	1	1	0	4
	10月入学	0	1	1	3	5
	計	2	2	2	3	9
情報科学	4月入学	5	2	0	0	7
	10月入学	0	2	1	0	3
	計	5	4	1	0	10
環境・エネルギーシステム	4月入学	0	1	0	0	1
	10月入学	0	0	2	0	2
	計	0	1	2	0	3
バイオサイエンス	4月入学	0	2	2	0	4
	10月入学	0	0	4	6	10
	計	0	2	6	6	14
合 計		7	9	13	13	42

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4年度		令和5年度	令和6年度		
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費		
新学術領域研究 (研究領域提案型)	工学部	准教授	鳴海 哲夫	2,800,000	840,000	0	0	ユビキタン鎖の空間配向制御を指向したケモテクノロジーの開発	
新学術領域研究 (研究領域提案型)	農学部	教授	本橋 令子	1,700,000	510,000	0	0	ヤボネシア人とサトイモの来た道	
新学術領域研究 (研究領域提案型)	工学部	教授	鳥居 肇	1,800,000	540,000	1,800,000	0	材料分子と水の界面において生ずるスペクトルの特微的变化に関わる電子構造論的解析	
新学術領域研究 (研究領域提案型)	理学部	教授	丑丸 敬史	4,000,000	1,200,000	3,700,000	0	ミクロスケルオプアジャージーにおける液胞と核の協働機構の解析	
新学術領域研究 (研究領域提案型)	工学部	准教授	小林 祐一	2,200,000	660,000	2,300,000	0	部分ダイナミクスの再利用を行う運動学習モデルの筋シナジー再構成への拡張	
新学術領域研究 (研究領域提案型)	情報学部	准教授	森田 純哉	4,400,000	1,320,000	4,500,000	0	対話的モデルベース回想法の自然化と社会的接地	
新学術領域研究 (研究領域提案型)	創造科学技術大学院	教授	竹内 勇剛	7,000,000	2,100,000	7,300,000	0	対話参入時の他者への配慮を伴ったロボットの行動デザイン	
学術変革領域研究(A)	情報学部	准教授	尾張 正樹	1,000,000	300,000	1,000,000	0	量子制御理論に基づく量子多体系における物理的に自然なi-designの生成法の研究	
学術変革領域研究(A)	理学部	教授	土屋 麻人	1,000,000	300,000	1,000,000	0	くりこみ群に基づくテンソルネットワークにおける時空の創発の研究	
学術変革領域研究(A)	理学部	准教授	平内 健一	1,900,000	570,000	1,900,000	0	深部スロー地震断層のレオロジー不均質性に対する岩石・流体相互作用の影響	
学術変革領域研究(A)	理学部	教授	川本 竜彦	1,900,000	570,000	2,000,000	0	炭酸ガスを含む水流体によるマンテルの加水反応はスロー地震の分布を説明するか？	
学術変革領域研究(A)	グリーン科学技術研究所	教授	間瀬 暢之	3,100,000	930,000	3,100,000	0	グリーンものづくりに向けた合成手法の機械学習最適化と化学反応の理解	
基盤研究(S)	電子工学研究所	教授	川人 祥二	15,500,000	4,650,000	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)	電子工学研究所	教授	小野 行徳	7,200,000	2,160,000	7,200,000	0	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	8,400,000	2,520,000	8,300,000	0	分子制御が可能な多抗原提示型ウイルス様粒子による敗血症感染のワクチン開発	

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4年度		令和5年度	令和6年度	
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費	
基盤研究(A)	工学部	教授	福原 長寿	7,200,000	2,160,000	6,000,000	0	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	10,000,000	3,000,000	7,500,000	0	広視野生体定量イメージングに向けたコンピュータショナルCMOSイメージセンサ
基盤研究(A)	農学部	教授	平井 浩文	5,600,000	1,680,000	6,200,000	6,600,000	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(A)	電子工学研究所	教授	越水 正典	7,200,000	2,160,000	10,900,000	8,100,000	有機無機ハイブリッド線量計の開発による有機物ベース線量計の超高度化の実現
基盤研究(A)	情報学部	教授	宮崎 真	11,300,000	3,390,000	8,300,000	6,800,000	複数の事前分布の学び分け:タイムイング行動における神経基盤と心理物理学的機序の探究
基盤研究(B)	工学部	教授	前田 恭伸	2,600,000	780,000	0	0	ポラテニア参加機構を活用したポラテニア獲得のための情報システムの展開と拡張
基盤研究(B)	創造科学技術大学院	教授	原 正和	1,600,000	480,000	0	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)	情報学部	教授	西垣 正勝	2,500,000	750,000	0	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	大島 律子	2,200,000	660,000	0	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)	工学部	教授	江上 力	2,300,000	690,000	2,100,000	0	DDSナノ微粒子薬物キャリア分光計測のための非線形共焦点顕微鏡システムの開発
基盤研究(B)	理学部	准教授	大矢 恭久	3,200,000	960,000	0	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	3,100,000	930,000	0	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造形法の開発
基盤研究(B)	工学部	准教授	朝間 淳一	3,600,000	1,080,000	0	0	非対称構造を有するペリ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	准教授	堀 匡寛	3,300,000	990,000	2,000,000	0	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)	その他部局等	理事	川田 善正	3,100,000	930,000	0	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

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4年度		令和5年度	令和6年度			
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費			
基盤研究(B)	農学部	教授	森田 達也	3,600,000	1,080,000	0	0	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	
基盤研究(B)	農学部	准教授	森 智夫	3,100,000	930,000	0	0	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	2,500,000	750,000	2,400,000	0	0	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	3,400,000	1,020,000	0	0	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	教授	桐山 伸也	3,400,000	1,020,000	3,200,000	0	0	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	3,300,000	990,000	3,300,000	0	0	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	3,200,000	960,000	3,300,000	3,300,000	0	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	2,600,000	780,000	2,300,000	0	0	海水起源の沈み込み帯流体によるマントルウェッジの蛇紋岩化・炭酸塩化作用	
基盤研究(B)	電子工学研究所	准教授	臼杵 深	1,600,000	480,000	1,600,000	0	0	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	3,500,000	1,050,000	3,500,000	0	0	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	6,400,000	1,920,000	2,800,000	0	0	Redox性格子S種の直接電気励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	2,700,000	810,000	2,800,000	0	0	ファイババ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	2,400,000	720,000	2,400,000	1,900,000	1,900,000	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)	農学部	教授	河合 真吾	2,100,000	630,000	1,900,000	0	0	アクチリザル樹木の根粒共生に関わるケミカルコミュニケーション機構の解明	
基盤研究(B)	理学部	教授	丑丸 敬史	3,000,000	900,000	1,900,000	0	0	液胞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	

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4年度		令和5年度	令和6年度	直接経費		
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費			
基盤研究(B)	工学部	准教授	小林 祐一	3,100,000	930,000	1,600,000	1,300,000	可制御性・可到達性にもとづいた画像学習によるロボットの統合的非線形制御の検討		
基盤研究(B)	情報学部	准教授	山本 祐輔	3,700,000	1,110,000	2,400,000	2,900,000	批判的なウェブ情報探索を活性化させる情報インタラクション		
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	4,100,000	0	微生物制御の新展開：電氣的代謝スイッチング制御機構の解明		
基盤研究(B)	情報学部	准教授	狩野 芳伸	2,900,000	870,000	2,600,000	2,600,000	SNS・新聞記事・議会議事録を用いたAIによる世論形成過程と政治家の応答性の分析		
基盤研究(B)	理学部	准教授	平内 健一	10,400,000	3,120,000	800,000	1,700,000	深部スロー地震の発生周期を支配する蛇紋岩の破壊・溶解析出に関する実験的研究		
基盤研究(B)	工学部	准教授	菊池 将一	8,300,000	2,490,000	2,600,000	2,800,000	4次元的損傷分散概念に基づく多機能ヘテロ金属創製原理の創発		
基盤研究(B)	工学部	教授	能見 公博	7,500,000	2,250,000	4,600,000	1,500,000	伸展巻取が可能な宇宙宙宙ザー(ローブ・ワイヤ)制御装置の研究開発		
基盤研究(B)	工学部	教授	井上 翼	6,300,000	1,890,000	3,600,000	3,600,000	均質緻密CNT/銅複合材料の創製と熱伝導材料開発に向けた電気伝導・熱伝導物性解明		
基盤研究(B)	工学部	教授	李 洪譜	7,800,000	2,340,000	3,700,000	2,000,000	旋光性を有する螺旋状ファイバ回折格子の開発とそのキラリティセンサーへの創出		
基盤研究(B)	電子工学研究所	教授	脇谷 尚樹	6,400,000	1,920,000	3,900,000	3,200,000	スマートウインドウを目標としたガラス基板上への軸配向スピノーダル分解薄膜の作製		
基盤研究(B)	電子工学研究所	准教授	根尾 陽一郎	3,600,000	1,080,000	1,600,000	5,000,000	液体金属電子源による次世代超高輝度電子源の開発		
基盤研究(B)	電子工学研究所	教授	小野 篤史	6,700,000	2,010,000	3,700,000	3,100,000	偏光・波面制御システムによる超微細金属ホログラフィックパターニング技術の創成		
基盤研究(B)	グリーン科学技術研究所	教授	小林 健二	7,000,000	2,100,000	3,600,000	2,900,000	大環状パイ共役アントラセン-アセチレン6量体の創製と機能および超分子化学特性		
基盤研究(B)	農学部	教授	轟 泰司	2,900,000	870,000	2,600,000	2,600,000	アブジシン酸制御剤の創出と応用による種子の二次休眠誘導機構の解明と休眠制御		
基盤研究(B)	工学部	教授	石原 進	4,000,000	1,200,000	2,700,000	3,500,000	移動制御を伴う異種無線混合DTNを用いた災害応急対策時通信の高信頼・大容量化		

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4年度		令和5年度	令和6年度			
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費			
特別研究員奨励費	電子工学研究所	DC2	水野 文菜	800,000	0	0	0	0	表面プラズモンを利用した動的フルカラーフィルタの開発	
特別研究員奨励費	グリーン科学技術研究所	DC2	コリス インドラ メンディ	900,000	0	0	0	0	色原体包埋ナノキャリアを用いたシグナル増幅型多重ウイルスの二元的検出技術の確立	
特別研究員奨励費	理学部	DC3	松野 仁樹	700,000	0	0	0	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	理学部	DC3	増澤 樹	700,000	0	0	0	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	
特別研究員奨励費	工学部	DC2	徳田 真徳	900,000	0	800,000	0	0	プラズミドの宿主域を高確度に予測するための宿主域決定因子の同定	
特別研究員奨励費	工学部	DC2	藤田 佳佑	1,200,000	0	1,100,000	0	0	三次元周期構造制御した高エントロピー合金の創製とその損傷メカニズムの解明	
ひらめき☆ときめきサイエンス ～よこそ大学の研究室 へ～KAKENHI	理学部	教授	丑丸 敬史	500,000	0	0	0	0	細胞内のお掃除屋:オートファジーと病気	
基盤研究(C)	情報学部	教授	高口 鉄平	200,000	60,000	0	0	0	情報銀行の経済分析ー個人の非合理性と便益の多様性への制度的対応ー	
基盤研究(C)	工学部	教授	和田 忠浩	600,000	180,000	0	0	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)	情報学部	教授	小西 達裕	800,000	240,000	700,000	0	0	プログラミング演習における学習者の作業プロセスの分析に基づく学習教育支援システム	
基盤研究(C)	情報学部	教授	宮崎 佳典	1,300,000	390,000	0	0	0	数式検索技術を核とした数学学習援用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	1,300,000	390,000	0	0	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	700,000	0	0	微分方程式の適切性理論ーベクトル空間の枠を超えた展開ー	
基盤研究(C)	理学部	教授	鈴木 信行	600,000	180,000	700,000	800,000	0	構成性を制御しながら直観主義論理を拡大する	
基盤研究(C)	理学部	准教授	森田 健	700,000	210,000	700,000	700,000	0	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輻射の多角的解析	

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4年度		令和5年度	令和6年度	研究課題名		
				直接経費	間接経費					
基盤研究(C)	理学部	助教	LEGRAND Julien	400,000	120,000	0	0	東南アジアの白亜紀花粉化石から明らかになる被子植物の初期進化		
基盤研究(C)	工学部	准教授	本澤 政明	600,000	180,000	0	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	0	0	土壌のイオン種制御にむけた長期連続計測のための妨害イオン抑制型pHセンサの実現		
基盤研究(C)	工学部	教授	立岡 浩一	700,000	210,000	0	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		
基盤研究(C)	理学部	准教授	阪東 一毅	700,000	210,000	0	0	高Q値有機結晶ウィスパリングギヤラリーモード共振器の狭線幅スペクトル形状の解析		
基盤研究(C)	工学部	准教授	武田 正典	500,000	150,000	0	0	人工周期超伝導パラメトリック増幅器の研究		
基盤研究(C)	電子工学研究所	教授	下村 勝	1,100,000	330,000	0	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高所構造の解明		
基盤研究(C)	理学部	准教授	大吉 崇文	1,000,000	300,000	0	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)	グリーン科学技術研究所	教授	大西 利幸	800,000	240,000	0	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	0	0	パン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	700,000	210,000	0	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	900,000	270,000	0	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	教授	栗井 光一郎	500,000	150,000	0	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	800,000	240,000	0	0	ステロイド膜受容体の機能解析を中心とした卵成熟・排卵誘導機構の解明		
基盤研究(C)	工学部	准教授	伊藤 友孝	900,000	270,000	0	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		

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4年度		令和5年度	令和6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	大橋 剛介	600,000	180,000	0	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	800,000	240,000	0	0	半順序関係に基づくストリームデータの劣化形要約		
基盤研究(C)	工学部	教授	守田 智	1,000,000	300,000	1,000,000	0	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)	情報学部	准教授	尾張 正樹	800,000	240,000	700,000	600,000	ノイズのある中規模量子計算機を用いた量子多体系の計測と制御		
基盤研究(C)	理学部	教授	土屋 麻人	800,000	240,000	800,000	0	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	1,300,000	390,000	500,000	0	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	1,200,000	360,000	1,100,000	0	円筒面ターゲットと光にてによる5自由度微小運動計測用センサシステムの高感度化		
基盤研究(C)	工学部	教授	野口 敏彦	1,000,000	300,000	300,000	0	透磁率変調に基づく新規可変昇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	1,000,000	300,000	1,000,000	0	ミスト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	トリパティ サロジ	1,600,000	480,000	700,000	0	Human sweat ducts as helical antenna: Prospects for practical applications		
基盤研究(C)	工学部	教授	早川 邦夫	400,000	120,000	200,000	0	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)	グリーン科学技術研究所	教授	加藤 竜也	800,000	240,000	700,000	0	フラビンタンパク質機能から紐解くAshbya gossypiiポフフラビン生産		
基盤研究(C)	理学部	教授	佐藤 慎一	700,000	210,000	700,000	600,000	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	1,100,000	330,000	800,000	0	時間発展的な相互他者モデル推定を伴うインタラクシ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	800,000	0	従属栄養的に硝化を行うことは微生物自身にとつてどのような意義があるのか?		

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4年度		令和5年度 直接経費	令和6年度 直接経費	研究課題名		
				直接経費	間接経費					
基盤研究(C)	未来社会デザイン機構 (企画推進本部)	教授	竹之内 裕文	700,000	210,000	1,100,000	600,000	死生を支え合うコミュニケーションの思想的拠り所の究明——対話とコンパッションを糸口に		
基盤研究(C)	情報学部	教授	永吉 実武	500,000	150,000	1,400,000	1,400,000	組織的な「失敗からの学び」に関する組織記憶に与える情報技術の影響		
基盤研究(C)	工学部	准教授	荻野 明久	1,500,000	450,000	1,000,000	700,000	マイクロ波プラズマによる循環利用型水素キャリア合成と高効率化に関する研究		
基盤研究(C)	理学部	准教授	石橋 秀巳	1,600,000	480,000	800,000	800,000	苦鉄質ブリニニー式噴火の火道浅部結晶化過程と破碎メカニズムの解明		
基盤研究(C)	工学部	准教授	MOBEDI MOGHTADA	1,800,000	540,000	1,300,000	100,000	A novel heat transfer enhancement method: Combination of Nano-encapsulated PCM and metal foam		
基盤研究(C)	電子工学研究所	准教授	Moraru Daniel	1,500,000	450,000	1,100,000	600,000	Research on band-to-band tunneling via discrete dopants near pn junctions in Si nanodevices		
基盤研究(C)	工学部	准教授	岡島 いづみ	1,100,000	330,000	1,100,000	1,100,000	海洋プラスチックごみ削減に向けた漁網のケミカルリサイクル技術の開発		
基盤研究(C)	工学部	助教	佐藤 浩平	1,000,000	300,000	1,100,000	1,100,000	タンパク質化学合成を基盤としたエステル連結ユビキチンシグナル解析プロトコルの創製		
基盤研究(C)	工学部	講師	沖田 善光	1,500,000	450,000	900,000	600,000	AIとコヒーレンス解析を用いた機能性食品の脳内機構の解明に繋がる推定手法の確立		
基盤研究(C)	理学部	教授	鈴木 雅一	1,400,000	420,000	900,000	1,000,000	無尾両生類におけるバントシン応答性露皮水吸収機構の発現機構と脊椎動物の陸環境適応		
基盤研究(C)	工学部	准教授	立蔵 洋介	1,000,000	300,000	1,500,000	800,000	可能な限りインパルス応答を再現しない逆システム型音場制御を探索		
基盤研究(C)	電子工学研究所	教授	KAMEN Kanev	1,900,000	570,000	1,000,000	300,000	ハブテックグループによる盲ろう者の国際的遠隔双方向情報伝達方法の研究		
基盤研究(C)	工学部	教授	海老澤 嘉伸	1,600,000	480,000	1,200,000	400,000	遠隔かつ非接触な眼底酸素飽和度計測装置の開発と有効性の検討		
挑戦的研究(開拓)	情報学部	准教授	狩野 芳伸	6,400,000	1,920,000	7,000,000	0	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		
挑戦的研究(開拓)	情報学部	教授	西村 雅史	3,500,000	1,050,000	6,000,000	5,900,000	多元的センサー情報に基づく食行動研究基盤の構築		

研究種目	研究代表者			交付(予定)額						研究課題名
	所属	職名	氏名	令和4年度		令和5年度	令和6年度			
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費			
挑戦的研究(開拓)	工学部	教授	福原長寿	8,200,000	2,460,000	6,100,000	0	0	温室効果ガスからの固体C捕集でCO2削減の草案に貢献する革新触媒プロセスの開拓	
挑戦的研究(開拓)	情報学部	教授	宮崎真	4,400,000	1,320,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	皮膚ウサギ錯覚の生成機序の解明:ポストアクシオンの計算論的生理心理学の開拓	
挑戦的研究(開拓)	電子工学研究所	教授	小野行徳	5,500,000	1,650,000	2,500,000	5,500,000	5,500,000	MOSトランジスタ構造を基盤としたシリコン超伝導	
挑戦的研究(萌芽)	理学部	講師	守谷誠	1,500,000	450,000	0	0	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	1,200,000	360,000	0	0	0	氷点下領域で機能する極限環境触媒システムの創製	
挑戦的研究(萌芽)	電子工学研究所	教授	池田浩也	1,500,000	450,000	0	0	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	2,000,000	600,000	1,500,000	0	0	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	1,300,000	390,000	0	0	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	2,400,000	720,000	0	0	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	1,300,000	390,000	1,200,000	0	0	超高感度マルチパスレーザヘテロ干渉計の開発と衝撃波前方ブリカース現象の解明	
挑戦的研究(萌芽)	理学部	教授	坂本健吉	1,900,000	570,000	0	0	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炭化水素シラフエナレンの創生	
挑戦的研究(萌芽)	電子工学研究所	教授	山崎昌一	1,500,000	450,000	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	
挑戦的研究(萌芽)	電子工学研究所	教授	岩田太	2,700,000	810,000	2,300,000	0	0	界面形態および電荷分布の動的観察可能な高速イオン伝導顕微鏡の開発	
挑戦的研究(萌芽)	電子工学研究所	教授	小野篤史	3,000,000	900,000	2,000,000	0	0	超広角透過型ブラズモンによる高感度近赤外シリコンイメージセンサの開発	
挑戦的研究(萌芽)	創造科学技術大学院	教授	原正和	2,000,000	600,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000	植物天然変性タンパク質の優れた超低温特性を利用した製剤凍結保存技術に関する研究	

研究種目	研究代表者			交付(予定)額						研究課題名
	所 属	職 名	氏 名	令和4年度		令和5年度	令和6年度	直接経費		
				直接経費	間接経費	直接経費	直接経費			
挑戦的研究(萌芽)	農学部	准教授	崔 宰 熏	1,400,000	420,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	プリン代謝産物による植物由来アルギニン依存性一酸化窒素合成酵素の探索	
挑戦的研究(萌芽)	工学部	准教授	甲斐 充彦	2,600,000	780,000	1,100,000	1,100,000	1,100,000	音声言語刺激と脳波の同時収録による脳波特徴表現獲得と想起音声認識	
挑戦的研究(萌芽)	工学部	講師	田代 陽介	2,400,000	720,000	2,500,000	0	0	生体内微粒子イメージング:オルガネラを細菌膜小胞に封入する	
若手研究	情報学部	講師	遠山 紗矢香	700,000	210,000	500,000	0	0	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	
国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化(A))	工学部	講師	田代 陽介	11,700,000	3,510,000	0	0	0	超解像イメージングによる細菌の膜小胞分泌機構解明	
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	2,800,000	840,000	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	5,300,000	1,590,000	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	3,700,000	1,110,000	3,900,000	0	0	亜寒帯・温帯・熱帯植物の「植物体圏」におけるフラスコで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)) (令和3(2021)採択分)	理学部	教授	川本 竜彦	3,400,000	1,020,000	3,400,000	3,500,000	3,500,000	西アルプスのシシトフ・オプ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)) (令和3(2021)採択分)	農学部	准教授	小谷 真也	3,600,000	1,080,000	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	
	合計 145 件			407,500,000	120,540,000	241,800,000	104,400,000	104,400,000		

(2) 受託研究費

合計件数	当該年度の受入れ金額	直接経費	間接経費
60 件	770,648,785 円	654,219,263 円	116,429,522 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
176 件	337,540,252 円	246,825,352 円	81,034,900 円	8,067,400 円	1,612,600 円

3. 学術論文・学会発表等

【教員構成員】

2022/10/1 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	25	15	3		43
4	ナノマテリアル	11	7		1	19
5	エネルギーシステム	11	7			18
6	統合バイオサイエンス	18	9	1	1	29
7	環境サイエンス	9	7		1	17
8	ベーシック	12	8	1		21
計		107	63	5	3	178

(1) 学術論文・著書等

令和4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	95	28			123
2	オプトロニクスサイエンス	24	6			30
3	インフォマティクス	80	29	13		122
4	ナノマテリアル	35	9		5	49
5	エネルギーシステム	53	35			88
6	統合バイオサイエンス	72	17	1		90
7	環境サイエンス	33	16			49
8	ベーシック	29	19			48
計		421	159	14	5	599

(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	12				12
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	1	3			4
4	ナノマテリアル	2	4			6
5	エネルギーシステム	3	1			4
6	統合バイオサイエンス	1				1
7	環境サイエンス	1				1
8	ベーシック		4			4
計		21	12			33

(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	135	34			169
2	オプトロニクスサイエンス	22	9			31
3	インフォマティクス	38	15	2		55
4	ナノマテリアル	25	15			40
5	エネルギーシステム	31	34			65
6	統合バイオサイエンス	19	7	1		27
7	環境サイエンス	8	17			25
8	ベーシック	10	17			27
計		288	148	3		439

(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	171	77			248
2	オプトロニクスサイエンス	26	4			30
3	インフォマティクス	136	62	11		209
4	ナノマテリアル	87	42		20	149
5	エネルギーシステム	111	64			175
6	統合バイオサイエンス	104	36	38		178
7	環境サイエンス	36	34			70
8	ベーシック	23	40			63
計		694	359	49	20	1,122

(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	46	10			56
2	オプトロニクスサイエンス	4				4
3	インフォマティクス	7	2			9
4	ナノマテリアル	14	7		1	22
5	エネルギーシステム	9	4			13
6	統合バイオサイエンス	18	1	3		22
7	環境サイエンス	3	9			12
8	ベーシック	7	11			18
計		108	44	3	1	156

4. 客員教授

部門 ナノビジョンサイエンス部門
氏名 Bottoni Paolo(62歳)
現職 ローマ大学 教授
任期 令和4年4月1日～令和6年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門
氏名 Jenkin Michael(63歳)
現職 ヨーク大学 教授
任期 令和4年4月1日～令和6年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門
氏名 Kapralos Bill(49歳)
現職 University of Ontario Institute of Technology 准教授
任期 令和4年4月1日～令和6年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門
氏名 Erik Brundermann(56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(67歳)
現職 秋田県立大学 理事、研究・地域貢献本部長
任期 令和4年4月1日～令和6年3月31日

部門 インフォマティクス部門
氏名 井上 友二(74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 大石 直記(61歳)
現職 静岡県農林技術研究所 主任研究員
任期 令和4年8月1日～令和6年3月31日

部門 インフォマティクス部門
氏名 大島 芳樹(50歳)
現職 Croquet Corporation Computer Scientist
任期 令和4年8月1日～令和6年3月31日

部門 インフォマティクス部門
氏名 玉井 顕(67)
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(64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(67歳)
現職 なし
任期 令和4年4月1日～令和6年3月31日

部門 インフォマティクス部門
氏名 水野 拓宏(48歳)
現職 株式会社アルファコード 代表取締役社長 CEO
任期 令和4年8月1日～令和6年3月31日

部門 インフォマティクス部門
氏名 MD Yushalify Misro(30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 インフォマティクス部門
氏名 Robert NAGY(36歳)
現職 ブダペスト工科経済大学 Assistant professor
任期 令和4年10月1日～令和5年2月28日

部門 ナノマテリアル部門
氏名 今野 弘之(70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(68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(65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 ナノマテリアル部門
氏名 谷津田 博美(63歳)
現職 tst biomedical electronics Co., Ltd. Chief Technology Officer
任期 令和4年11月1日～令和6年3月31日

部門 エネルギーシステム部門
氏名 中井 善一(67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 Victor G.Levadny(76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 吉村 仁(68歳)
現職 なし
任期 令和4年4月1日～令和6年3月31日

部門 ベーシック部門
氏名 竹内 康博(71歳)
現職 青山学院大学 客員教授
任期 令和4年4月1日～令和6年3月31日

部門 ベーシック部門
氏名 三重野 哲(66歳)
現職 なし
任期 令和4年4月1日～令和6年3月31日

部門 ベーシック部門
氏名 増崎 貴(55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

部門 ベーシック部門
氏名 後藤 基志(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 准教授
任期 令和4年4月1日～令和6年3月31日

氏名 河合 文雄(72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4年4月1日～令和6年3月31日

教員索引

あ

栗井 光一郎 …………… 196

い

池田 浩也 …………… 20
石田 明広 …………… 22
石橋 秀巳 …………… 258
石原 進 …………… 72
伊藤 友孝 …………… 109
井上 翼 …………… 25
一ノ瀬 元喜 …………… 107
猪川 洋 …………… 27
居波 涉 …………… 23
岩田 太 …………… 59

う

丑丸 敬史 …………… 198
臼杵 深 …………… 111

え

江上 力 …………… 61
海老澤 嘉伸 …………… 63
海老原 孝雄 …………… 292

お

大岩 孝彰 …………… 167
大島 純 …………… 74
大島 律子 …………… 77
大橋 剛介 …………… 79
大本 善正 …………… 113
大矢 恭久 …………… 294
大吉 崇文 …………… 225
岡島 いづみ …………… 180
岡田 令子 …………… 227
沖田 善光 …………… 130
荻野 明久 …………… 43
奥谷 昌之 …………… 150
小野 行徳 …………… 29
尾張 正樹 …………… 115

か

甲斐 充彦 …………… 118
香川 景一郎 …………… 31
加藤 竜也 …………… 200
金武 佳明 …………… 33
狩野 芳伸 …………… 120
川本 竜彦 …………… 246

き

菊池 将一 …………… 182
北村 晃寿 …………… 248
木村 浩之 …………… 244
木村 洋子 …………… 202

く

久保野 敦史 …………… 138
桑原 不二郎 …………… 169

け

こ

孔 昌一 …………… 170
光野 徹也 …………… 45
木崎 暁子 …………… 229
越水 正典 …………… 35
小谷 真也 …………… 204
小西 達裕 …………… 81
小林 健二 …………… 277
小林 祐一 …………… 122
近藤 淳 …………… 134
近藤 満 …………… 279
昆野 昭則 …………… 136

さ

坂元 尚紀 …………… 152
佐々木 哲朗 …………… 37
佐治 斉 …………… 83
佐藤 浩平 …………… 160
佐藤 慎一 …………… 252
真田 俊之 …………… 172
茶山 和敏 …………… 231

し

島村 佳伸 …………… 174
清水 一男 …………… 65
新谷 政己 …………… 260

す

杉浦 彰彦 …………… 85
杉山 岳弘 …………… 87
鈴木 信行 …………… 281

せ

そ

菌部 礼262

た

竹内 勇剛 70
竹之内 裕文206
田代 陽介237
立岡 浩一140
田中 直樹283

ち

近田 拓未306

つ

塚越 哲254
土屋 麻人275

て

デュア ガエル264

と

徳元 俊伸194
轟 泰司208
富田 誠284
富田 因則210
鳥居 肇286
トリパティ サロジ 47

な

中村 篤志154
永吉 実武 89

に

庭山 雅嗣 91

ぬ

ね

根尾 陽一郎 49

の

能見 公博 93

は

朴 龍洙212
橋口 原 39
長谷川 孝博 95
早川 邦夫176
原 和彦 18

原 正和192

ひ

平井 浩文214
平川 和貴142

ふ

福田 直樹124
福田 充宏178
藤井 朋之184
藤間 信久144
二川 雅登 51
二又 裕之165

へ

ほ

堀 匡寛 53

ま

前田 恭伸 97
間瀬 暢之146
松井 信186
松田 靖弘156

み

三浦 憲二郎 99
ミゼイクス ビガンタス 41
道下 幸志101
三井 雄太267
峰野 博史103
宮崎 剛亜239
宮崎 佳典105
宮崎 倫子288

む

め

メヒア デイエゴ296

も

毛利 出290
本澤 政明188
本橋 令子216
モラル ダニエル158
森 智夫233
森田 健298
森田 純哉126

森田達也……………220
守谷誠……………300

や

矢永誠人……………302
山崎昌一……………221
山本歩……………223
山本泰生……………128

ゆ

雪田聡……………235

よ

依岡輝幸……………304

ら

り

李洪譜……………57

る

ルグラン ジュリアン……………269

れ

ろ

わ

脇谷尚樹……………148
王権……………256

静岡大学創造科学技術大学院
教育研究活動報告書

第 17 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