

# 教育研究活動報告書

第11号

# Annual report 2016

Nanovision Science Section

Optoelectronic Science Section

Informatics Section

Nanomaterials Section

Energy System Section

Integrated Bioscience Section

Environmental Science Section

Basic Research Section

静岡大学創造科学技術大学院

Graduate School of Science And Technology  
SHIZUOKA UNIVERSITY

目次

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 1. 緒言                   | 1   |
| 2. 組織                   |     |
| (1) 自然科学系教育部            | 2   |
| (2) 創造科学技術研究部           | 5   |
| 3. 専攻別教育活動              |     |
| (1) ナノビジョン工学専攻          | 8   |
| (2) 光・ナノ物質機能専攻          | 10  |
| (3) 情報科学専攻              | 12  |
| (4) 環境・エネルギーシステム専攻      | 14  |
| (5) バイオサイエンス専攻          | 16  |
| 4. 部門別研究活動              |     |
| (1) ナノビジョンサイエンス部門       |     |
| ・部門活動報告                 | 18  |
| ・教員別活動報告                | 20  |
| (2) オプトロニクスサイエンス部門      |     |
| ・部門活動報告                 | 64  |
| ・教員別活動報告                | 66  |
| (3) インフォマティクス部門         |     |
| ・部門活動報告                 | 82  |
| ・教員別活動報告                | 86  |
| (4) ナノマテリアル部門           |     |
| ・部門活動報告                 | 156 |
| ・教員別活動報告                | 158 |
| (5) エネルギーシステム部門         |     |
| ・部門活動報告                 | 194 |
| ・教員別活動報告                | 196 |
| (6) 統合バイオサイエンス部門        |     |
| ・部門活動報告                 | 222 |
| ・教員別活動報告                | 224 |
| (7) 環境サイエンス部門           |     |
| ・部門活動報告                 | 272 |
| ・教員別活動報告                | 274 |
| (8) ベーシック部門             |     |
| ・部門活動報告                 | 304 |
| ・教員別活動報告                | 308 |
| 5. 特別教育研究経費等            | 350 |
| 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    | 353 |
| (2) 英語論文投稿支援申請一覧        | 356 |
| (3) 国際会議発表支援申請一覧        | 360 |
| (4) リサーチ・アシスタント（RA）採用一覧 | 362 |
| 7. 主催・共催シンポジウム等         | 368 |
| 8. 大学間交流協定等             | 369 |

資料編

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 1. 入学状況 .....      | 371 |
| 2. 競争的資金獲得状況       |     |
| (1) 科学研究費補助金 ..... | 372 |
| (2) 受託研究費 .....    | 385 |
| (3) 民間との共同研究 ..... | 385 |
| 3. 学術論文・学会発表等      |     |
| 教員構成員 .....        | 386 |
| (1) 学術論文・著書等 ..... | 386 |
| (2) 特許等 .....      | 386 |
| (3) 国際会議発表件数 ..... | 387 |
| (4) 国内学会発表件数 ..... | 387 |
| (5) 招待講演件数 .....   | 387 |
| 4. 客員教授 .....      | 388 |

## 1. 緒言

創造科学技術大学院長 原 和彦

創造科学技術大学院は、平成 18 年 4 月に、それまでの大学院理工学研究科の後期課程と博士課程の独立研究科であった電子科学研究科を改組してスタートいたしました。1 つの研究科に、工学系、情報系、理学系、農学系、および教育、人文系に所属する一部の自然科学系の幅広い領域からの教員が教育研究に参画して、学際的な科学・技術の教育研究を実践する我が国でもユニークな博士後期課程大学院といえます。本大学院は、修士課程を修了した日本人学生、世界各国からの留学生、および産業界・公的機関等に職を有する社会人を広く受け入れています。毎年向学心とチャレンジ精神に溢れる学生が入学し、また輩出した博士学位取得者も本年 3 月までに 374 名を数えました。

教育においては、特化した専門領域に関する深い知識と時代に対応した幅広い素養を身につけることを目標にしています。体系化された専門科目と日々進展する周辺分野の知識や社会的ニーズに対応した科目からなる T 型カリキュラムと、専攻ごとのきめ細かい指導体制により、創造力、自己解決力、コミュニケーション能力を備えた人材の育成を目指した教育を実践しています。さらに、国際的に活躍できる博士人材を育成するため、中東欧・アジアを中心とする協定大学および研究機関との協働教育、学生の交流などに組織的に取り組んでいます。今年度実施した主な取組としては、国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラム、中東欧協定校 13 大学との国際会議インターアカデミア開催、博士課程ダブルディグリープログラム、環境リーダー育成プログラムなどがあります。

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

本大学院では、博士人財のキャリア支援にも力を入れています。特に、平成 24～28 年度の期間、本学は博士キャリア開発支援センターを設置し、共同実施機関である名古屋大学と連携して博士人財キャリア創造プログラムを実施してきました。このプログラムは博士後期課程学生、ポスドクターを社会に輩出するシステム構築を目的としており、きめの細かい面談、インターンシップ実施、評価、博士学位を有する人財に対する産業界の見方を同窓会の協力を得ながら紹介するなどの活動を進めて来ました。この取組の成果は、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ます。

本大学院は平成 28 年 3 月に設置後 10 年の節目を迎え、新たな 10 年に歩み出しました。これまでに積み重ねてきた活動実績を引継ぎ、今後も教育プログラムの充実、学生に対する支援の強化を進めるとともに、産業界、海外、社会に対してこれまで以上にわかりやすく魅力ある情報を発信し、国際社会や地域社会の期待に応えることのできる人材の育成に取り組んでまいります。

本報告書は、自然科学系教育部 5 専攻、創造科学技術研究部 8 部門、および、担当教員すべての教育研究活動業績を網羅しています。本活動報告書の電子ファイルを Web 上において公開することはもとより、継続性と変化が一目でわかる冊子体として大学院設置以来、毎年継続して発刊してきました。第 11 号にあたる本誌をご高覧いただき、皆様からの忌憚のないご批判やご意見を賜り、将来に対するご指導、ご鞭撻を宜しくお願い申し上げます。

## 2. 組織

### (1) 自然科学系教育部

自然科学系教育部長 原 和彦

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

#### 【平成 28 年度教育活動実績】

以下に、平成 28 年度の創造科学技術大学院における主な教育活動について紹介します。

##### (1) 学位授与

平成 20 年 9 月に 2.5 年次の早期修了生 1 名に第 1 号の博士学位を授与して以来、平成 28 年度博士学位取得者 41 名(うち、9 月期課程博士 20 名、3 月期課程博士 21 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 374 名になりました。

##### (2) 入学者の状況

本年度の入学者数は 43 名で、設置以降初めて定員を割ってしまいました。主な理由としては、昨年度に比較して、社会人学生の入学者が 17 名から 7 名に大幅に減少したことが挙げられます。一方入試制度の改善としては、4 月入学留学生向けの渡日前入試を新設しました。その結果、平成 29 年度 4 月入学者として外国政府派遣留学生を 4 名含む 8 名の合格者を出し、留学生のニーズに応えることができました。

##### (3) 就学支援・研究支援

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

##### (4) キャリア教育・支援体制

本学は、JST 博士人財キャリア創造プログラム(平成 24~28 年度、共同実施機関:名古屋大学)により、静岡大学ポストドクター・キャリア開発事業に取り組みました。これにより博士学生の意識改革、地域企業に重点を置いたキャリア支援など進めてきました。これらの機能は、平成 29 年度からは学生支援センターキャリアサポート部門に移管され、引き続き留学生を含む博士課程学生に手厚い支援を提供できる体制を維持します。

##### (5) 創造科学技術大学院表彰の実施

学生の研究意欲の高揚を目的として、平成 20 年度より、優秀な学業あるいは研究業績を収めた学生に対する創造科学技術大学院長賞の表彰制度を導入しています。今年度は、平成 28 年 9 月およ

び平成 29 年 3 月に各 1 名の大学院長賞の表彰を行いました。

#### (6) 博士ダブルディグリープログラム(DDP)制度の推進

平成 28 年度には、新たにキエフ国立大学(ウクライナ)とガジャマダ大学(インドネシア)との間で DDP 覚書を締結しました。これにより、平成 18 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 15 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(平成 29 年 3 月末までの総計 31 名)、学位を取得した DDP 学生は 1 名(同総計 18 名)であり、国際的な博士課程教育研究の実質化を促進する制度として定着しつつあります。さらに、博士人材育成の新たな国際協働教育の取り組みとして、博士課程学生が相手校指導教員の元で学位取得のための研究を行う Doctoral-Degree Sandwich Program (DDSP)に関する覚書をインドネシア大学と締結しました。

#### (7) 環境リーダープログラムの推進

本学は、平成 22～26 年度までの 5 年間、科学技術戦略推進費による「戦略的環境リーダー育成拠点形成事業」の採択を受け、生態系保全と人間の共生・共存社会の高度化設計に関する環境リーダー育成に努めてきました。平成 27 年度に行われた事後評価では、もっとも高い S 評価を得ることができました。今年度、このプログラムの実施を本大学院が引継ぎ、学内経費による新環境リーダープログラムを開始しました。

#### (8) 超領域分野における国際的若手人材育成プログラムの推進

昨年度に引き続き文部科学省特別教育研究経費の支援を受け、本プログラムに於いて、教員、学生の海外派遣、招聘を推進し、(9)にある国際シンポジウム開催、特任教員の雇用による(4)キャリア支援の取り組みを推進しました。

#### (9) 創造科学技術大学院・2 研究所の合同開催による国際シンポジウム開催

静岡大学の研究と博士課程学生の教育を牽引している電子工学研究所、グリーン科学技術研究所および創造科学技術大学院の三部局が共同して開催する国際シンポジウム 2017 International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University を、平成 29 年 2 月 27 日静岡キャンパス、3 月 8 日浜松キャンパスにて、2 日間にわたり開催しました。本シンポジウムでは、『静岡大学における研究の将来ビジョンとグローバル化ならびに次世代を担う研究者の育成』を共通のテーマとし、海外から 27 名、国内から 2 名を本学に招待し、本学教員、博士課程・修士課程学生ポスドクなど静岡キャンパスでは 103 名、浜松キャンパスでは 74 名が参加し、先端研究の講演や若手研究者の発表が行われました。終了後は優秀発表者には本大学院から賞状が贈呈されました。

#### (10) 協定大学との国際会議開催

##### •Inter-Academia

平成 28 年 9 月 26 日～28 日の期間で、中東欧の協定校との国際会議第 15 回 International Conference on Global Research and Education (Inter-Academia 2016)を、ポーランドのワルシャワ工科大学で開催しました。同会議には 13 か国から 140 名が集まり、本学からは 44 名の教員と大学院生が参加し、工学・情報系分野の最新の研究成果を発表、各国の研究者とディスカッションを行いました。3 日間を通して 40 件以上の口頭による研究発表、40 数名の大学院生を中心とした若手発表者によるポスター及びショートプレゼンテーションが行われました。ショートプレゼンテーション参加者対象の Young Researchers Award には、本大学院生 1 名、静岡大学とワルシャワ工科大学の博士 DDP 修了

生 1 名を含む 5 名が選ばれました。

•**International Conference on Nano Electronics Research and Education(略称:ICENRE)**

本学とインドネシア大学の共催で、偶数年に開催している国際会議です。本年度は、Brawijaya 大学(インドネシア)および Tun Hussein Onn Malaysia 大学(マレーシア)も参画し、平成 28 年 10 月 31 日から 11 月 2 日の期間で、マラン(インドネシア)で開催されました。本学からは 11 名の教員と大学院学生が参加し、研究発表を行うと共に、参加大学との交流に関する情報・意見交換を行いました。

**(11) 国費留学生優先配置を行う特別プログラム**

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「中東欧・アジア地域国際連携教育プログラム」(平成 24～28 年度)では、光・電子分野で高度の博士課程教育を実践し、産学官に優れた外国人研究者・技術者を輩出するとともに、協定大学との国際交流ネットワークの構築を目的とし、ナノビジョン工学専攻および光・ナノ物質機能専攻を担当専攻として推進してきました。平成 28 年度は、中東欧およびアジアの協定大学を中心に、国費留学生 7 名を含む 14 名の留学生を本プログラム学生として受入れました。

**(12) インターネット特別講義**

アレクサンドル・イワン・クザ大学(ルーマニア)との第 8 回インターネット特別講義を平成 28 年 6 月 10 日に開催しました。本インターネット特別講義は、学術の交流を目的として、平成 21 年より毎年 1 回開催しているもので、今回はクザ大学の Liviu Leontie 教授による“Thin films and related structures of oxide and III–VI group semiconductors. Optoelectronic and energy applications”と題した講義が行われ、活発な質疑応答を通して、両大学の学術の交流を深めました。

**【今後の展望】**

今後も、本学における博士人材育成機能を質的量的に充実させるための活動に取り組んで参ります。質的な観点では、修士―博士課程の接続性の強化による体系的な 5 年間の教育プログラムの導入、国際的な協働教育体制を基盤とする留学生指導の促進などを検討します。また、量的な観点では、修士課程における博士導入科目による学内からの進学者、国際交流活動に基づく DDP 学生を含む留学生の入学者の増加を図る必要があると考えています。以上のような複合学際的な教育・研究推進を通して、社会の要請に応えるべく国際的に評価される博士人材の育成を目指す所存であります。

## (2) 創造科学技術研究部

創造科学技術研究部長 齋藤 隆之

### 1. 創造科学技術研究部の組織

大学における教育研究の本質を見失うことなく、科学・技術の急速な変化ならびに研究開発における国際競争の激化に自発的、柔軟かつ迅速に対応するため、平成 18 年度、創造科学技術研究部は、従来の工学、情報学、理学、農学の枠組みを超えて教員組織の編成替えが可能な組織として設置された。

浜松キャンパスには、ナノビジョンサイエンス部門、オプトロニクス部門、インフォマティクス部門、ナノマテリアル部門、エネルギーシステム部門の計 8 部門が配置され、工学系と情報系の教員が光・電子・エネルギー・情報分野の研究を推進している。静岡キャンパスには、統合バイオサイエンス部門、環境サイエンス部門の 2 部門が配置され、理学系と農学系の教員が生命・環境科学分野の研究を推進している。加えて、浜松キャンパスおよび静岡キャンパスにおける研究のシナジー効果を最大化することを目的に、両キャンパスに跨って有機的に組織されたベーシック部門を設置し、基盤的研究が推進されている。

平成 24 年度、本大学院には専任教員 39 名、兼任教員 99 名が所属していたが、平成 25 年度、理系教員の修士課程所属、2 研究所の設置・改組に伴い、研究部の教員配置が大きく変化し、コア教員 10 名、サブコア教員 20 名と少人数の教員を中心として管理運営され、現在に至っている。

### 2. 創造科学技術研究部の目的

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

### 3. 平成 28 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) 文部科学省特別教育研究経費

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

・「超領域分野における国際的若手人材育成プログラム」(平成 26～28 年度、28 年度 14,310 千円)

海外の連携大学、先端拠点大学との間の共同研究指導、共同教育を通して学生、若手研究者のグローバル化と本大学院の機能強化を図るとともに、地域大学、産業界の人的資源も活用して超領域研究を推進し、我が国の発展に貢献できる人材を育成する事業を推進した。今年度は、国際会議・シンポジウム開催の他、9ヶ国の教育研究機関との間で、教員、若手研究者、学生の派遣 41 名、招聘 12 名を実施した。

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

#### (2) 戦略的環境リーダー育成プログラムの継続



科学技術戦略推進費による「戦略的環境リーダー育成拠点形成事業」の採択を受け、生態系保全と人間の共生・共存社会の高度化設計に関する環境リーダーの育成を目的に、平成 22 年度～平成 26 年度に実施した事業の後継として、今年度から本学の自己資金により継続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、本大学院において「環境マイスター」の称号を 19 名に授与した。

### (3) 国際会議の開催

平成 14 年から毎年開催されている中東欧の協定校との国際研究会議(International Conference on Global Research and Education、Inter-Academia 2016)を、平成 28 年 9 月 26 日～28 日の会期で、ワルシャワ工科大学(ワルシャワ市)において開催した。「Recent Global Research and Education: Technological Challenges, Proceedings of the 15th International Conference on Global Research and Education Inter-Academia 2016 (全 518 ページ)」が Springer から発行された。海外 12 ヶ国からの 96 名を含む 140 名の参加者があり、これらの地域との国際交流と教育・研究の国際連携を進展させた。ここでの交流が、国際共同研究の推進や優秀な留学生の獲得につながっている。また、静岡大学の学生が最優秀プレゼンテーション賞ならびに優秀を受賞プレゼンテーション賞するなど、本学の学生の教育に大きく貢献した。

### (4) 国際シンポジウムの開催

本学の研究と博士課程学生の教育を牽引している本大学院、電子工学研究所、グリーン科学技術研究所の 3 部局が共催する国際シンポジウムを開催した。この国際シンポジウムは、「2017 International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University ～Joint International Workshops on Advanced Nanovision Science / Advanced Green Science / Promotion of Global Young Researchers in Shizuoka University～」を共通のテーマとし、学内外の研究者と若手研究者との交流の活性化、国際共同研究の推進、人材育成およびそのシステムの構築、本学の研究力アップを目的とした。より討論を活発化させるために、対象とする分野を絞って静岡キャンパスと浜松キャンパスのそれぞれで 1 日ずつ開催した(静岡:平成 29 年 2 月 27 日、浜松:3 月 8 日、参加者合計 177 名、内、海外招聘 27 名)。

### (5) 産学官連携による新たな国際化の取組

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

### (6) 研究成果の地域への還元

本大学院、電子工学研究所、グリーン科学技術研究所の 3 部局と連携し、静岡県や浜松市等の地方自治体ならびにヤマハ発動機、スズキ、浜松ホトニクスなどの地域産業界に種々の研究成果を還元した。例えば、エネルギーシステム部門はグリーン科学技術研究所と連携して、静岡県のエネルギー政策の立案に参加して政策「ふじのくにエネルギー総合戦略」を取りまとめた。

## 4. 今後の展望

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

### 3. 専攻別教育研究活動

#### (1) ナビジョン工学専攻

専攻長 廣本 宣久

##### 1. 教育目標

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

##### 2. 教育組織

本専攻の教員は、ナビジョンサイエンス部門 24 名、オプトロニクスサイエンス部門 1 名の計 25 名である。

##### 3. 教育プログラムと今年度の実績

###### ① T 型カリキュラム

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

###### ② Monday Morning Forum (MMF)

文部科学省 21 世紀 COE プログラムの採択により、平成 17 年 4 月 18 日に第 1 回を実施して以来、毎週月曜日 1 時限目に、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 333 回～第 358 回の 26 回実施した。うち学生発表数 17 名、教員発表数 9 名である。参加者数は、のべ 405 名、平均 19.3 名であった。MMF を通して学生の研究進捗状況を確認し、高いレベルの学位取得を促進するため、全出席者から、質問、助言を与えている。

###### ③ 中間発表

専攻所属の学生は、MMF、中間発表会のいずれかにおいて、年に 1 回の研究報告を必ず行うことを義務としている。これにより、学位取得に向けた研究の進捗管理、学位取得の促進を行った。実施時期は、各学年の終わりに実施することを明確にするため、前期及び後期の期末に定められている。今年度は、平成 28 年 9 月と平成 29 年 3 月に実施し、9 月には 5 名の学生が発表を行った。

###### ④ 国際性養成

(1) 本専攻では、教育と研究の両方の質の向上を目的とする国際会議インターアカデミア (iA、中東欧協定校 12 校と本学が中心) などへの参加を推進している。今年度の第 15 回 iA は、平成 28 年 9 月 26 日～28 日、ポーランドのワルシャワ市で開催され、13 か国から 140 名が参加した。日本からも 44 名が参加した。

(2) インドネシア大学と本学が中心となって、アジアの国を含め工学・情報学分野の教育・研究協力、交流を進めている ICNERE は、平成 28 年 10 月 31 日～11 月 2 日、第 3 回会議がインドネシアのバツ市で開催された。会議の発表のうち選ばれた論文が、Makara Journal of Technology 誌で出版される。

#### 4. 教育のグローバル化

- (1) 静岡大学では、海外の大学と複数学位認定制度(ダブルディグリー特別プログラム、DDP)を実施している。平成 27 年度までに、ナノビジョン工学専攻が関連する分野では、ワルシャワ工科大学(ポーランド)、アレクサンドル・アイオアン・クザ大学(ルーマニア)、ゴメル国立大学(ベラルーシ)、インドネシア大学(インドネシア)、中国科学院プラズマ物理研究所(中華人民共和国)、ソフィア大学(ブルガリア)、リガ工科大学(ラトビア)、スリ・ラマサミー・メモリアル大学(インド)、サンクトペテルブルグ国立工業大学(ロシア)、カウナス工科大学(リトアニア)、タラス・シェフチェンコ・キエフ国立大学(ウクライナ)とDDP覚書を締結し、教育・研究の連携を行っている。この制度によるこれまでの本専攻での受入学生は、平成 28 年度 10 月に入学した 1 名を加え、計 19 名になった。このうち、11 名が学位を取得している。
- (2) 平成 24 年度文部科学省「国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラム」に採択された「中東欧・アジア地域国際連携教育プログラム」により、平成 28 年度も光・ナノ物質機能専攻と併せて 7 名の国費留学生が 10 月に入学した。

#### 5. 学位論文審査

本専攻では、学位論文審査プロセスの内、事前審査については十分に審査を行うために予備審査を行うことを義務づけている。平成 28 年 9 月の課程博士取得者は 7 名、平成 29 年 3 月の課程博士取得者は 4 名である。

#### 6. FD 活動

ナノビジョン工学専攻教員担当の授業の向上のため、教員による FD 検討会を実施し、博士課程学生による授業アンケート、教員による授業参観、日本人博士課程学生の進学率向上を目指した教育上の方策などの検討を行った。今後、更に具体化を進める。MMF は、他の研究室の学生の研究進捗状況を客観的に把握し、教員相互に適宜指導状況のチェックを行う場として、FD に位置づけている。

#### 7. 今後の展望

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



第 15 回国際会議インターアカデミアの参加者

## (2)光・ナノ物質機能専攻

専攻長 近藤 淳

### 1. 教育目標

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

### 2. 教育組織

光・ナノ物質機能専攻の教員の所属部門はナノマテリアル部門、オプトロニクスサイエンス部門、およびベーシック部門となっている。また、教員および研究室は浜松と静岡の両キャンパスにまたがっている。研究内容も有機から無機、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「物質創製分子化学」、「光量子分子化学」、「量子エレクトロニクス」、「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いる。平成 28 年度は、Takayanagi シンポジウムなどを特別講義とした。これらの講義を通して、深い専門知識と時代に即応した幅広い素養および国際性豊かな知識を専攻の学生が身につけることが可能となる。平成 30 年度に講義担当変更等を行うことを専攻会議にて決めた。

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)や平成24年度文部科学省「国費外国人留学生の優先配置を行う特別プログラム」に採択された「中東欧・アジア地域国際連携教育プログラム」による国費留学生の入学などを行っている。

2年生の学生による研究発表として、平成29年3月9日と30日に分けて中間発表会を実施した。発表した学生にとって、学位論文をまとめるにあたり参考となる貴重な質問が教員からなされた。

- Santhanakrishnan Harish: Development of novel nanostructures for environmental applications
- Ibrahim Khaleelullah Mohamed Mathar Sahib: Multimodal deep tissue imaging using nanostructured materials and its composites
- Ramaraj Sankar Ganesh: Efficient graphene/carbonate/carbon-doped TiO<sub>2</sub> mesoporous nanospheres for dye sensitizer solar cells
- Edvins Dauksta: Laser modification of TiO<sub>2</sub>
- Debnath Nipa: Magnetic-field-induced phase separation in manganese ferrite thin film grown by Dynamic Aurora PLD
- Siarhei Barsukou: Investigation of interaction of shear horizontal surface acoustic wave with controlled electroinduced domain structures in piezoelectric crystal
- 吉田 悠矢: Elucidation of formation pathway of flavor component for efficient aerobic oxidation system (効率的な空気酸化反応システムの構築を指向した香味成分生成経路の解明)

- 小貝 崇: A study of acoustic streaming assisted immunoreactions on SH-SAW immunosensor(音響ストリーミングを用いた免疫反応促進に関する弾性表面波バイオセンサの研究)

#### 4. 学生の受賞

- V. Nirmal Kumar: Dean's Award for Graduate School of Science & Technology, Shizuoka University (2016.9.16)
- 小貝崇: IEEE 2016 International Ultrasonics Symposium, Finalists for the IEEE IUS 2016 Student Paper Competition award and winner. (2016.9.20)
- S. Harish: Best presentation award 2017 International symposium towards the future of advanced researches in Shizuoka University (2017.3.8)
- Siarhei Barskou: Best presentation award 2017 International symposium towards the future of advanced researches in Shizuoka University (2017.3.8)

### (3)情報科学専攻

専攻長 西垣 正勝

#### 1. 教育目標

本専攻は高度情報化社会を支える研究者・技術者の育成を目指し、自然言語処理、デジタル情報伝送システム、情報ネットワーク、ヒューマンインターフェース、モバイル・ユビキタスコンピューティング、情報セキュリティ、CG、データベースなどの観点からの幅広い分野の実践的教育を行い、国際的に活躍できる人材の育成を目指す。

#### 2. 大学院改革GP「マニフェストに基づく実践的IT人材の育成」

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

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

#### 3. 教育活動の内容

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

- 1 日時:平成28年5月18日(水)14:25～17:35  
場所:浜松キャンパス 情報学部講義棟 情21教室  
講演題目:通信事業者としてのセキュリティ対策  
講演者:三宅 優 様 (KDDI研究所 セキュリティ開発グループ グループリーダー)
- 2 日時:平成28年6月1日(水)14:25～15:55  
場所:浜松キャンパス 情報学部講義棟 情21教室  
講演題目:クラウドとビッグデータのセキュリティ  
講演者:小川 隆一 様 (NEC セキュリティ研究所 専任エキスパート)
- 3 日時:平成28年6月1日(水)16:05～17:35  
場所:浜松キャンパス 情報学部講義棟 情21教室  
講演題目:ソーシャルエンジニアリング技法  
講演者:角尾 幸保 様 (NEC 宇宙・防衛事業推進本部 主席技術主幹)
- 4 日時:平成28年6月8日(水)14:25～17:35  
場所:浜松キャンパス 情報学部講義棟 情21教室  
講演題目:サイバーセキュリティの動向と研究開発の現状  
講演者:鍛 忠司 様 (日立製作所システムイノベーションセンタ セキュリティ研究部長)
- 5 日時:平成28年6月15日(水)14:25～17:35  
場所:浜松キャンパス 情報学部講義棟 情21教室  
講演題目:IoTとイノベーション  
講演者:中川路 哲男 様 (三菱電機 情報技術総合研究所長)
- 6 日時:平成28年6月22日(水)14:25～17:35  
場所:浜松キャンパス 情報学部講義棟 情21教室  
講演題目:モバイルネットワークとスマートデバイスの発展と課題  
講演者:稲村 浩 様 (公立はこだて未来大学 教授)
- 7 日時:平成28年7月13日(水)14:25～17:35  
場所:浜松キャンパス 情報学部講義棟 情21教室  
講演題目:最新のサイバー攻撃動向と対策のトレンド  
講演者:嶋田 浩明 様 (NTT データ セキュリティビジネス推進室部長)
- 8 日時:平成28年7月27日(水)14:25～17:35  
場所:浜松キャンパス 情報学部講義棟 情21教室

- 講演題目:「人」「社会」から見たセキュリティ  
 講演者:津田 宏 様 (富士通研究所 知識情報処理研究所プロジェクトディレクター)
- 9 日時:平成 28 年 10 月 27 日(木)13:30~15:00  
 場所:浜松キャンパス 情報学部棟 2 号館 情 24 教室  
 講演題目:人工知能の得手/不得手  
 講演者:松井 くにお 様 (ニフティ 理事、富士通研 主席研究員、創造大学院特任教授)
- 10 日時:平成 28 年 11 月 10 日(木)12:50~14:20  
 場所:浜松キャンパス 創造科学技術大学院棟 2F 会議室  
 講演題目:有機ELディスプレイとタッチパネル~スマートフォン搭載が期待される次期ディスプレイ~  
 講演者:西久保 靖彦 様 (ウェストブレイン代表、元三栄ハイテックス社長、創造大学院客員教授)
- 11 情報学イブニングセミナー  
 日時:平成 28 年 12 月 12 日(月)17:00~18:30  
 場所:浜松キャンパス 情報学部棟 2 号館 情 25 教室  
 講演題目:環境、風土、そして情報学~風土工学誕生物語  
 講演者:竹林 征三 様 (NPO 法人 風土工学デザイン研究所理事長)
- 12 日時:平成 28 年 12 月 14 日(水)10:30~11:50  
 場所:浜松キャンパス 情報学部棟 2 号館 情 25 教室  
 講演題目:産業用デジタル印刷技術と市場動向  
 講演者:橋爪 弘 様 (東芝テック 首席技監)
- 13 日時:平成 28 年 12 月 15 日(木)16:30~17:45  
 場所:浜松キャンパス 創造科学技術大学院棟 2F 会議室  
 講演題目:シリコンバレーと私  
 講演者:松井 くにお 様 (ニフティ 理事、富士通研 主席研究員、創造大学院特任教授)
- 14 日時:平成 28 年 12 月 20 日(火)15:00~16:30  
 場所:浜松キャンパス 情報学部棟 1 号館 情 21 教室  
 講演題目:マルチモーダル脳画像情報に基づく認知症の鑑別診断  
 講演者:玉井 颯 様 (敦賀温泉病院 理事長・院長)
- 15 情報学イブニングセミナー  
 日時:平成 28 年 12 月 21 日(水)17:00~18:30  
 場所:浜松キャンパス 情報学部棟 2 号館 3F 大会議室  
 講演題目:人工知能による第四次産業革命 -HR Tech から地方創生まで-  
 講演者:石山 洗様 (リクルート RIT 長\*Recruit Institute of Technology)
- 16 創造科学技術大学院特別講義  
 日時:平成 29 年 1 月 24 日(火)15:00~16:00  
 場所:浜松キャンパス 情報学部棟1号館 J1501 室  
 講演題目:変化の時代 ~自動車産業も~  
 講演者:井上 友二 様(トヨタ IT 開発センター代表取締役会長、創造大学院客員教授)
- 17 創造科学技術大学院特別講義  
 日時:平成 29 年 1 月 24 日(火)16:10~17:10  
 場所:浜松キャンパス 情報学部棟 1 号館 J1501 室  
 講演題目:IoT 時代に求められるサイバーセキュリティ対策  
 講演者:後藤 厚宏 様 (情報セキュリティ大学院大学 教授、内閣府 SIP プログラムディレクタ、創造大学院客員教授)
- 18 創造科学技術大学院特別講義  
 日時:平成 29 年 2 月 15 日(水)15:00~16:00  
 場所:浜松キャンパス 情報学部棟 2 号館 情 22 教室  
 講演題目:Why Only Nintendo? 日本のソフトウェアは何故海外で売れないか  
 講演者:伏見 信也 様 (三菱電機常務執行役、創造大学院客員教授)
- 19 創造科学技術大学院特別講義  
 日時:平成 29 年 2 月 15 日(水)16:10~17:10  
 場所:浜松キャンパス 情報学部棟 2 号館 情 22 教室  
 講演題目:サイバー・フィジカルシステム  
 講演者:飯田 一朗 様 (秋田県立大学 教授、創造大学院客員教授)
- 20 日時:平成 29 年 3 月 9 日(木)13:30~15:00  
 場所:浜松キャンパス 情報学部棟 1 号館 J1501 室  
 講演題目:Quantified selfに向けた小さな技術開発とビジネスについて  
 講演者:黒田 正博 様 (情報通信研究機構発ベンチャ ゴレタネットワークス社代表取締役、創造大学院客員教授)



## (4)環境・エネルギーシステム専攻

専攻長 吉村 仁

### 1. 実施状況

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

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

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

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

一方、エネルギー資源としての有機質バイオマス、生産プロセスからの廃棄物の有効利用などは微生物生態学およびプロセス工学の学際的な知見を必要とする。たとえば、生産プロセスでは、環境にやさしい環境調和型のグリーンプロセスに対応するエコロジ的な視点、エネルギー効率を重視する視点、ゼロエミッション的な視点など複眼的視点から統合的なビジョンを身に付ける教育を展開している。また、森林など自然生態系と人間活動の調和を求めた調和型の自然環境管理のサイエンスを学ばせる。さらに、近年、地震や地質環境変化による自然災害が頻繁に起きており、それらの自然災害を引き起こすメカニズムや防災についての知識を持つ専門的な人材が社会から求められている。そこで、安心・安全な社会を構築できる幅広い視野を持ち、上記のような様々な視点を統合して理解できる学際的な人材を育成していく。

## 2. 特記事項

### (1) 新・静岡大学環境マイスターの称号授与の要件を決定(平成 28 年度・平成 29 年度)

平成 22～26 年度「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」(5 年間:文科省の最終評価は S 評価)において授与していた静岡大学環境マイスターの称号を、このプログラムの終了から継続的に発展させるために、新しく環境マイスターの要件を決定した。授与の要件は、創造科学技術大学院の所掌事項となるため、若干の変更を伴うが、以下のように、終了したプログラムに沿った内容である。

- 1) フィールド調査・実習(エクスカージョン・見学、飼育・栽培実験等を含む。以下同じ。)を 90 時間以上実施すること。ただし、フィールド調査・実習のための準備及びまとめに要した時間も、フィールド調査・実習の時間全体の 100 分の 50 を越えない範囲で、フィールド調査・実習を実施した時間としてみなすことができる。
- 2) 国際会議等での英語による発表を 1 回以上実施すること。

### (2) 新・静岡大学環境リーダープログラム要件を決定(平成 28 年度・平成 29 年度)

平成 28 年度・平成 29 年度の(新)環境リーダープログラムを、創造科学技術大学院の内規として運用を決定した。環境リーダープログラムに選定する学生は、平成 28 年度・平成 29 年度では、各年度で 4 名を入学金・授業料を不徴収とする。応募資格は、留学生のみとする。前期・後期で各 2 名、合計 4 名とした。環境リーダープログラムで選定された学生は、3 年間、不徴収となる。選定された学生には上述の新・環境マイスターの称号の取得を義務づけている。

## 3. 受賞・表彰・報道など

1. 創造科学技術大学院修了生(島村佳伸研究室)・小林和幸氏が、在学中の業績「均質化法による複合材料のモード法減衰振動解析」により日本複合材料学会林エンジニア賞を受賞(平成 28 年 6 月 8 日)。
2. 木村浩之研究室・佐藤悠君(D2)が、公益財団法人日揮・実吉奨学会 日本人学生向け給与奨学金制度採択に採択(平成 28 年 6 月 14 日)。
3. 二又裕之研究室・鈴木溪君(D3)が、日本生物工学中部支部長賞を受賞(平成 28 年 8 月 5 日)。
4. 齋藤隆之研究室・村松浩也君(D2)が、グリーン科学技術研究所シンポジウムで学生奨励特別賞を受賞(平成 28 年 11 月 17 日)。
5. 木村浩之研究室・松下慎君(D2)が、グリーン科学技術研究所シンポジウムで学生奨励賞を受賞(平成 28 年 11 月 17 日)。
6. 木村浩之研究室・佐藤悠君(D2)が、2017 International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University で、Best Poster Award を受賞(平成 29 年 2 月 27 日)。
7. 齋藤隆之研究室・村松浩也君(D2)が、化学工学会で学生奨励賞を受賞(平成 29 年 3 月 8 日)。
8. 創造科学技術大学院修了生(吉村仁研究室、平成 28 年 3 月修了)・伊東啓氏が、第 64 回日本生態学会大会で、在学中の業績により第 5 回日本生態学会奨励賞(鈴木賞)を受賞(平成 29 年 3 月 16 日)。





## 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 廣本 宣久

#### 1. 部門の目標・活動方針

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

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

#### 2. 教員と主なテーマ(◎は専任教員、○は兼任教員)

本部門は 24 名の教員から構成されている。各教員の主な研究テーマは以下の通りである。

- ◎原 和彦：ナノビジョン光材料・デバイスの開発
- ◎廣本宣久：テラヘルツセンシング技術・光散乱計測技術
- 青木 徹：センシングをベースとした放射線情報学
- 石田明広：量子井戸・ナノ構造の作製とデバイス応用
- 猪川 洋：ナノデバイスを用いた回路・システム集積化
- 小野行徳：シリコンナノ構造を用いた単一電荷、単一スピン、単一フォノン制御
- 金武佳明：表面情報伝達担体に関する研究とその応用
- 川田善正：光ナノサイエンス
- 川人祥二：機能集積イメージングデバイス
- 永津雅章：プラズマを用いたナノ構造材料プロセス
- 中本正幸：ナノ材料等を用いた MEMS・真空ナノデバイス
- 橋口 原：半導体微細加工技術による MEMS デバイスの開発
- Mizeikis：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、材質変性及び Vygantas 光学特性の評価
- 三村秀典：微小電子源の物理とデバイスへの応用
- 池田浩也：シリコンナノ構造を用いた新機能デバイス
- 居波 涉：電子線励起アシスト超解像顕微鏡の開発
- 井上 翼：ミリメートル級長尺カーボンナノチューブによる革新的高強度・高導電性・高熱伝導性材料
- 荻野明久：光子支援型熱電子発電器の開発と高機能化
- 小野 篤史：プラズモニクスを利用した高性能光デバイスの開発
- 香川景一郎：高機能 CMOS イメージセンサとその応用
- 根尾陽一郎：真空電子を用いた能動デバイス

- 渡邊 実：光再構成デバイス、リコンフィギャラブルデバイス
- 武田 正典：テラヘルツ帯における分光技術及び超伝導検出デバイスの開発
- 堀 匡寛：シリコン中の単一量子準位を用いた単一電荷・単一スピンの操作技術の開発

### 3. 部門の活動

以下に、活動の特記事項として、国際会議招待講演、授賞および新聞報道等の実績をまとめた。学術論文・著書、特許、国際会議・国内学会発表件数、招待講演数(国内発表を含む)については、巻末の資料を参照されたい。

#### (1) 国際会議招待講演 44 件

- ・川人 祥二：“Highly Time-Resolved CMOS Image Sensors Using High-Speed Carrier Modulation Techniques”, 2016 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM 2016)
- ・中本 正幸：“Transfer Mold FEAs using Metals, CNTs and New Conductive Ceramics”, International Nanotechnology Lecture in Cambridge University 2016
- ・青木 徹：“High Frame Rate CdTe Flat Panel Detector for Application to Material Identification CT”, 2016 IEEE NSS/MIC RTSD
- ・根尾陽一郎：“Compact image sensor using CdTe and field emitter array”, SPIE Optics and photonics, wide band gap power devices and applications 2016

など

#### (2) 授賞(指導学生の授賞を含む) 26 件

- ・永津 雅章：受賞(全国)平成 28 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞(研究部門)
- ・川人 祥二：受賞(国際)Best Paper Award Committee for IWAIT2017 (2017.1)  
International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT 2017)
- ・渡邊 実：受賞(国際)Excellent Oral Presentation Award (2016.7)  
International Conference on Mechanical and Aerospace Engineering (IEEE)

など

#### (3) 新聞報道等 15 件

- ・青木 徹：静大発私の提言 大学発 VB、基礎研究に好影響 地域金融の目利き育を, 2016.7.12, 日経新聞朝刊 35 面
- ・三村 秀典：技術系ベンチャー育成へ「遠州の知恵袋」が後押し 経営者、研究者ら社団法人を設立 (呼びかけ人), 2016.5.17, 中日新聞朝刊 9 面
- ・川人 祥二：日本の未来企業一次の 100 年を創る(50) ブルックマンテクノロジー社長・青山聡氏「人の目を超える」, 2016.7.11, 日刊工業新聞 20 面
- ・橋口 原：日経エレクトロニクス 2017 年 2 月号, 2017.1.20, 一円玉大で 1mW 振動発電、液体使う新原理で 10mW も, pp.20-21.

など

## ナノビジョン光材料・デバイスの開発

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



### 【 研究室組織 】

教 員：原 和彦、小南 裕子 (工学研究科准教授)、光野 徹也 (工学研究科准教授)  
博士課程：梅原 直己 (創造科技院 D2)、Mariia Keskinova (創造科技院 D2、国費)  
修士課程：M2 (2名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

ディスプレイ、固体照明光源を初めとする可視発光デバイスの高性能化と紫外域の新しい発光デバイスの創出のために、優れた特性と特徴をもつ新しい発光材料の開発、およびこれらの光物性の解明、デバイス応用に関する研究に取り組んでいる。半導体ナノテクノロジーやナノフォトニクスなど、異なる分野の概念の導入による材料の高機能化や、独自の試料作製プロセスの開発を研究の方針とし、主に次の研究テーマに取り組んでいる。

- (1) 六方晶 BN 薄膜の化学気相成長
- (2) Ga 蒸気を用いる CVD による GaN 薄膜の成長
- (3) 高品質 III 族窒化物半導体粒子の作製と蛍光体応用
- (4) 新しい光源などの応用を目指した紫外・近赤外発光材料の開発
- (5) GaN マイクロディスクアレイの作製、光学特性の評価および応用
- (6) CVD による蛍光体粒子のコーティング

### 【 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、深紫外を含む紫外蛍光体、2 次元材料デバイスの構成要素など、電子デバイス用の材料として着目されるようになってきている。h-BN の良質な薄膜を高速で作製するために、 $\text{BCl}_3$  と  $\text{NH}_3$  を原料とする CVD を採用し、h-BN 薄膜の作製と高品質化に取り組んでいる。今年度は、基板前処理後の表面状態が核形成および薄膜の特性に与える影響を明らかにした。表面窒化処理の時間の増加および温度の上昇に従い表面粗さが増加すること、基板表面粗さの増加に伴うステップの増加が初期核密度を増加させ、表面平坦化に悪影響を及ぼすことを示した。

#### (2) Ga 蒸気を用いる CVD による GaN 薄膜の成長

GaN 薄膜の成長法として、固体の副生成物を生じない Ga 蒸気と  $\text{NH}_3$  ガスとの反応を用いる CVD に着目し、成長の高速化による GaN 基板製造法の開発を目指している。本年度は、c 面サファイア基板上に膜状の結晶を成長するには低温 (約 600 °C) バッファ層の導入が有効であることを明らかにすると共に、成長温度 1100 °C においてバンド端発光が支配的な良質の GaN 結晶を約 6  $\mu\text{m}/\text{h}$  の成長速度で得た。

### 【 今後の展開 】

作製手法の改善、条件の最適化から試料の高品質化を通じて、目的とする応用への展開を図る。特に h-BN については、さらに結晶性および表面平坦性の向上を図り、深紫外光源、電子デバイス、イメージング応用を目指す。

【 学術論文・著書 】

- 1) N. Umehara, A. Masuda, T. Shimizu, I. Kuwahara, T. Kouno, H. Kominami and K. Hara, “Influences of growth parameters on the film formation of hexagonal boron nitride thin films grown on sapphire substrates by low-pressure chemical vapor deposition”, Jpn. J. Appl. Phys. 55, 05FD09-1-5 (2016).
- 2) T. Kouno, M. Sakai, K. Kishino, and K. Hara, “Biosensing operations based on a whispering-gallery-mode optical cavity in single 1.0- $\mu\text{m}$  diameter hexagonal GaN microdisks grown by rf-MBE”, Jpn. J. Appl. Phys. 55, 05FG02-1~3 (2016).
- 3) T. Kouno, H. Takeshima, K. Kishino, M. Sakai, and K. Hara, “Biosensors based on GaN nanoring optical cavities”, Jpn. J. Appl. Phys. 55, 05FF05-1~3 (2016).
- 4) T. Kouno, S. Suzuki, M. Sakai, K. Kishino, K. Hara, “Periodic radiation patterns and circulating direction of lasing light by quasi whispering gallery mode in hexagonal GaN microdisk”, J. Phys. Soc. Jpn. (Letter) 85, 053401-1~4 (2016).
- 5) T. Kouno, M. Sakai, K. Kishino, A. Kikuchi, N. Umehara and K. Hara, “Crystal structure and optical properties of a high-density InGaN nanoumbrella array as a white light source without phosphors”, NPG Asia Materials 8, e289-1~7 (2016).
- 6) M. Kitaura, K. Kamada, S. Kurosawa, J. Azuma, A. Ohnishi, A. Yamaji, K. Hara, “Probing shallow electron traps in cerium-doped  $\text{Gd}_3\text{Al}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12}$  scintillators by UV-induced absorption spectroscopy”, Appl. Phys. Express 9, 072602 (2016).
- 7) H. Takahashi, H. Takahashi, K. Watanabe, H. Kominami, K. Hara, Y. Matsushima, “ $\text{Fe}^{3+}$  red phosphors based on lithium aluminates and an aluminum lithium oxyfluoride prepared from LiF as the Li source”, J. Lumin. 182, 53-58 (2017).
- 8) K. Akao, T. Tashiro, H. Kominami, K. Hara, Y. Nakanishi, O. Marchylo, “Influence on Transition Metal Doping of Luminescent Properties of  $\text{SrTiO}_3\text{:Pr}$  Phosphors Prepared by Sol-Gel Method”, Proc. 23rd International Display Workshops, 637 (2016).
- 9) T. Ito, H. Kominami, Y. Nakanishi, K. Hara, “Preparation of Deep UV Emitting  $\text{ZnAl}_2\text{O}_4$  Thin Film by Thermal Diffusion of  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{ZnO}$  Multilayers”, Proc. 23rd International Display Workshops, 639 (2016).
- 10) K. Hada, T. Akahori, H. Kominami, K. Hara, Y. Nakanishi, “Luminescent Properties and Particle-Size Control of Eu Doped  $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}$  Afterglow Phosphors”, Proc. 23rd International Display Workshops, 641 (2016).
- 11) 深澤研介・長瀬 剛・増田裕一郎・光野徹也・小南裕子・原 和彦, 「Ga 蒸気を用いる化学気相法による GaN 薄膜の成長」, 電子情報通信学会技術研究報告 116/430, 125 (2017)

他、技術研究報告 3 報

【 国際会議発表件数 】

- 1) The International Workshop on Nitride Semiconductors, Orlando, (2016. 10. 2-7)

他 7 件

【 国内学会発表件数 】

・ 応用物理学会、発光型/非発光型ディスプレイ合同研究会など 19 件

【 招待講演件数 】

- 1) International Workshop on UV Materials and Devices 2016 (2016. 7. 28), Beijing
- 2) Global Forum on Advanced Materials and Technologies for Sustainable Development 2016 (2016. 6. 28), Toronto



## テラヘルツセンシング技術・光散乱計測技術

専任・教授 廣本 宣久 (HIROMOTO Norihisa)  
ナノビジョン工学専攻 (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: テラヘルツテクノロジー、光・赤外センシング技術  
e-mail address: hiromoto.norihisa@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~dnhirom/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 廣本 宣久

学 部 生: 岡 宏樹、倉家 健太郎、中川 裕介、山本 侑樹、伊藤 大 (工学部機械工学科)

### 【 研究目標 】

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

#### I. テラヘルツセンシングテクノロジーの研究

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

#### II. 光散乱計測による空气中浮遊粒子検出技術の研究

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

### 【 主な研究成果 】

#### I. テラヘルツセンシングテクノロジーの研究

##### (1) テラヘルツ時間領域分光計測に関する研究

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

透過型 THz 時間領域分光法は、吸収の小さい物質に対して、屈折率と吸収係数を正確に測定できる利点がある。新しい GABA 試料の精密分光測定を行った。

反射型 THz 時間領域分光法は、THz 波を透過しない物質の測定が可能で実用上重要な測定法である。反射型の偏光測定による毛髪検出の高精度化の研究を進めた。

#### (2) テラヘルツパッシブテラヘルツイメージング技術に関する研究

テラヘルツでしかできない低温物体のイメージングによる温度の測定の研究を行った。

#### (3) テラヘルツパッシブボディスキャナの高度化の研究

THz 帯のボディスキャナ装置を用いて、人が衣服の下に隠し持つ、武器や危険物、違法薬物を識別して検出する方法の研究を進め、アクティブ測定よりパッシブ測定が有効であることを示した。

#### (4) 高感度アンテナ結合テラヘルツボロメータの研究

微細メアンダ構造の Pt 細線を用いたアンテナ結合ボロメータの作製を進めた。

### II. 光散乱計測による空气中浮遊粒子検出技術の研究

繊維状粒子リアルタイム検出装置の小型化に関する検討を行った。

#### 【 今後の展開 】

テラヘルツセンシングテクノロジーの研究においては、利用しやすく、かつ高性能な分光技術、イメージング技術の研究を進め、更なる高感度化、高精度化を実現し、応用分野の開拓を進める。

光散乱計測による空气中浮遊粒子検出技術の研究においては、空气中を浮遊するアスベスト等の粒子を検出するリアルタイム計測技術の更なる高度化を進める。

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Catur A. S., Eko T. R., and N. Hiromoto, "An Attenuator Made of Soda-Lime Glass for Measurements by a THz Body Scanner," Joint International Conference The 3rd International Conference on Nano Electronics Research and Education (ICNERE 2016) and The 8th International Conference on Electrical, Electronics, Communications, Controls, and Informatics System (EECCIS 2016), (Malang, Indonesia), P. 77 (31 Oct. 2016).
- 2) N. Hiromoto, K. Mori and J. Sato, "Study on Material-Classification of Objects Detected by the THz Passive Body Scanner for Security Screening," 41st International Conference on Infrared, Millimeter and Terahertz Waves (IRMMW-THz 2116), (Bella Center, Copenhagen), T5P.03.01 (September 2016).

他 1 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 廣本 宣久, 森 孝二, 佐藤 準一, "テラヘルツボディスキャナによる隠匿物質の識別法とパッシブ/アクティブ測定の比較検討," 第 14 回赤外放射応用関連学会年会 (東京工業大学 鎌田キャンパス), IR-17-06, AR-17-06, IST2017-6 (2017. 2. 2)
- 2) 廣本 宣久, 森 孝二, "テラヘルツボディスキャナによるパッシブ測定とアクティブ測定および物質識別," 第 26 回日本赤外線学会研究発表会 (自然科学研究機構 国立天文台), 2016-IR-06 (2016. 11. 18)
- 3) 廣本 宣久, 森 孝二, "THz ボディスキャナによる物質識別のパッシブ測定とアクティブ測定の性能比較," 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会 (朱鷺メッセ, 新潟市), 16a-B2-7 (2016. 9. 16)

他 1 件

## 量子井戸・ナノ構造の作製とデバイス応用

兼任・教授 石田 明広 (ISHIDA Akihiro)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当: 工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)  
専門分野: 半導体物性、デバイス  
e-mail address: ishida.akihiro@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~tdaishi/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 石田 明広

修士課程: M2 (2名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

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

- (1) 半導体量子井戸の作製とそのデバイス応用
- (2) 光励起チューナブル中赤外線レーザの研究
- (3) 量子井戸サブバンド間遷移と遠赤外量子カスケードレーザへの応用
- (4) 半導体ナノ構造の電気伝導と熱電物性

### 【 主な研究成果 】

- (1) IV-VI 族半導体及び超格子の熱電特性に関する実験的及び理論的な解明をおこない、PbTe系半導体のゼーベック係数、電気伝導率に関する理論的な評価を行なった。
- (2) Si 基板上への IV-VI 族半導体のエピタキシャル成長法を開発し、PbSrS/PbS レーザにおいて室温パルス動作 (波長 3 $\mu$ m) に成功した。

### 【 今後の展開 】

- (1) Si 基板上への 3 $\mu$ m 帯電流注入型 PbS 系レーザの開発
- (2) PbSnTe 系量子カスケードレーザの作製と波長 25-50 $\mu$ m 帯未開拓波長域レーザの開発

### 【 学術論文・著書 】

- 1) "Amorphous / Epitaxial Superlattice for Thermoelectric Application", A. Ishida, H. T. X. Thao, M. Shibata, S. Nakashima, H. Tatsuoka, H. Yamamoto, Y. Kinoshita, M. Ishikiriyama, and Y. Nakamura, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 081201 (2016).
- 2) "Thermal conductivity measurement of thermoelectric thin films by a versatility-enhanced 2 $\omega$  method", R. Okuhata, K. Watanabe, S. Ikeuchi, A. Ishida, and Y. Nakamura, J. Electronic Materials **46**(5), 3089-3096 (2017).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会 2 件
- ・ 日本熱電学会 1 件
- ・ 熱伝シンポジウム 1 件
- ・ ヨーロッパ熱電学会 1 件
- ・ Takayanagi symposium 1 件

## ナノデバイスを用いた回路・システム集積化

兼担・教授 猪川 洋 (INOKAWA Hiroshi)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：電子工学研究所  
極限デバイス研究部門)  
専門分野： 固体デバイス  
e-mail address: inokawa.hiroshi@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.rie.shizuoka.ac.jp/~nanosys/>



### 【 研究室組織 】

教 員：猪川 洋、佐藤 弘明 (工学部助教)  
技術職員：竹内 州  
研 究 員：パネルジー・アミット (学術研究員、5月から)  
博士課程：シャルマ・ヤッシュ (D3、国費)、エラマーアラン・ドウガーデービー (D1、国費)  
修士課程：M2 (1名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

我々は、単電子トランジスタ等のナノデバイスを超低消費電力で高機能な回路・システムとして集積化し情報通信社会の持続的な発展に貢献することを目的として研究を行っている。当面の研究課題は、ナノデバイスを利用した各種の超高感度センサーの開発と集積化である。

### 【 主な研究成果 】

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

SP アンテナ付きフォトダイオードに光を斜め入射した場合に、分光感度特性のピークがアンテナ近傍の媒質の屈折率に対応してシフトする。本フォトダイオードによるバイオセンシングの実現に向け、水溶液系で Au アンテナ表面にアビジンを付着・剥離する手順を確立し、付着による屈折率変化の検出に成功した。

光を斜めに入射する場合は、光学窓もフォトダイオード・チップに対して斜めに設置する必要があり、試料容量 (窓・チップ間の空間) が大きくなる欠点があった。この問題を解決するために垂直入射でも屈折率に対する感度を確保できる新構造 SP アンテナを考案し、試料容量を8分の1 (60  $\mu$ L) に減らす見通しを得た。

#### (2) SOI MOSFET による単一フォトン検出の検討

単一フォトン検出のためには、SOI MOSFET のチャンネル長、幅、厚さが 100 nm 程度かそれ以下である必要があり、光吸収効率 (量子効率) が低い問題があった。この問題を解決するために、Au のボウタイ・アンテナをゲートとする MOSFET を作製し、エレクトロマイグレーションによりボウタイ中央部に強い電磁場を生じさせるナノギャップを形成する技術を開発した。

#### (3) THz 検出用ポロメータ製作技術の検討

THz 用ポロメータの性能向上を狙い金属の抵抗率  $\rho$  と温度係数 (TCR) の狭幅効果を調べたところ、Ti と Pt に共通して  $\rho$  が上がると TCR が低下する現象が見出された。Pt は Ti より狭幅効果が少なく、THz ポロメータとして 2.3 倍の感度が得られることが分かった。

#### (4) 単電子トランジスタ (SET) の超高周波特性に関する検討

Si 単電子トランジスタの整流作用の周波数依存性を評価し、1 GHz の高周波でも整流作用が持続する事を見出した。しかし、この周波数は寄生 MOSFET に制限された値であり、単電子トランジスタ本来の性能を表すものではなかった。

高周波測定に対応したパッドを持ち、寄生 MOSFET の寄与を低減する構造を持つ Si 細線 SET を新たに試作し、室温付近での動作を確認した。

#### 【 今後の展開 】

SP アンテナ付きフォトダイオードについては、屈折率検出限界を更に改善し、生体物質の検出によりバイオセンシング高スループット化の見通しを得る。SOI MOSFET 単一フォトン検出器については、SP アンテナによる量子効率向上の効果を明確化する。ポロメータはイメージセンサの実現に向け、単体センサーの性能向上と回路技術の検討を行う。SET は Si もしくは金属のデバイスを用いて、理論的に予想される超高周波整流特性の実証を目指す。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Hiroto Sato, Atsushi Nakamura, Amit Banerjee, Kenji Yamada, Hiroaki Satoh, Jiro Temmyo and Hiroshi Inokawa, “Strong Quantum Confinement Effects in Nanometer Devices with Graphene Directly Grown on Insulator by Catalyst-free Chemical Vapor Deposition,” Current Graphene Science, Vol. 1, 2017. (in press)
- 2) Amit Banerjee, Hiroaki Satoh, Ajay Tiwari, Catur Apriono, Eko Tjipto Rahardjo, Norihisa Hiromoto, and Hiroshi Inokawa, “Width dependence of platinum and titanium thermistor characteristics for application in room-temperature antenna-coupled terahertz microbolometer,” Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 56, No. 4S, 04CC07\_1-5, Mar. 27, 2017.

#### 【 解説・特集等 】

- 1) 猪川 洋, Si デバイス・プロセス技術の開発史—極限追及と実用化— (監修: 向井久和)、第 2 章 6.4 節「N<sup>+</sup>埋め込み層付き深溝分離」 pp. 168-172, サイバー出版センター (東京)、2017. 3.

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Amit Banerjee, Hiroaki Satoh, Tiwari Ajay, Norihisa Hiromoto and Hiroshi Inokawa, “Comparative Investigation on Platinum and Titanium Thermistors for Room-Temperature Antenna-Coupled Terahertz Microbolometer Application,” 29th International Microprocesses and Nanotechnology Conference (MNC 2016) 11P-11-106L, (ANA Crowne Plaza Kyoto, Kyoto, Japan, Nov. 8-11, 2016).
- 2) Amit Banerjee, Hiroaki Satoh, Ajay Tiwari, Catur Apriono, Eko Tjipto Rahardjo, Norihisa Hiromoto and Hiroshi Inokawa, “Width Dependence of Platinum and Titanium Thermistor Characteristics for Application in Room-Temperature Antenna-Coupled Terahertz Microbolometer,” 2016 Int. Conf. Solid State Devices and Materials (SSDM) PS-2-12L, pp. 695-696 (Tsukuba, 2016.9.26-29).
- 3) Hiroaki Satoh, Taiki Aso, Shohei Iwata, Atsushi Ono, and Hiroshi Inokawa, “Refractive Index Measurement of Aqueous Solution using Silicon-On-Insulator Photodiode with Surface Plasmon Antenna,” 2016 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices (AWAD 2016) B1-3 (Hakodate Kokusai Hotel, Hakodate, Japan, July 4-6, 2016).

他 1 1 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・麻生 泰気、佐藤 弘明、竹内 州、猪川 洋、「表面プラズモンアンテナ付 SOI フォトダイオードを用いた屈折率測定に基づくアビジン-ビオチン結合の観測」第 64 回応用物理学会春季学術講演会 16p-F206-12 (パシフィコ横浜、横浜市、2017. 3. 14-17) など 6 件

#### 【 招待講演件数 】

- ・Hiroshi Inokawa, Hiroaki Satoh, and Takeo Ueta, “Highly Sensitive and Functional Photodetectors Based on Silicon-On-Insulator,” 2016 IEEE International Conference on Electron Devices and Solid-State Circuits (EDSSC'16) pp. 452-455 (The University of Hong Kong, Hong Kong, Aug. 3-5, 2016)
- ・猪川 洋、佐藤 弘明、「SOI 基板を利用した高感度・高機能光検出器」2016 年電子情報通信学ソサイエティ大会 C1-3-2 エレクトロニクス講演論文集 2 pp. SS-13-14 (北海道大学 札幌市、2016.9.20-23) など 3 件

## シリコンナノ構造を用いた単一電荷、単一スピン、単一フォノン制御

兼任・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： 半導体工学  
e-mail address: ono.yukinori@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/nano/>



### 【 研究室組織 】

教 員：小野 行徳

博士課程：渡邊 時暢 (D2、大学院特別研究学生)、ヒンマ・フィルダウス (D1、私費)

修士課程：M2 (2名、大学院特別研究学生)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

シリコンナノ構造を用いた単一電荷、単一スピン、および単一フォノン制御手法を確立し、エネルギー効率の高い革新的なデバイスを創出する。具体的には、以下の項目を検討する。

- (1) シリコントランジスタにおけるチャージポンピング過程を利用した単一電荷制御
- (2) シリコントランジスタにおけるチャージポンピング過程を利用した単一電荷スピン制御
- (3) シリコン中のドーパント原子を用いた局在振動制御
- (4) シリコンナノ構造を用いたフォノン制御

### 【 主な研究成果 】

#### (1) Silicon on insulator におけるチャージポンピング過程の実時間観察

Silicon on insulator (SOI) 上に形成した gated PIN diode を用いて SOI デバイスのチャージポンピング電流を初めて実時間観察した。これにより、その素過程が基板ゲート電圧に強く依存する等の新たな知見を得た。(T.Watanebe, et al., Jpn.J.Appl.Phys., Vol.56 (2017), pp.011303\_1-5)

#### (2) 単一フォノン制御手法の提案

シリコン中のドーパント原子を利用した単一フォノン制御手法の提案を行った。(Y.Ono et.al., Advances in intelligent system and computing, vol. 519 (2017), pp. 137-141)

#### (3) CP-EDMR 法の高感度化

電子スピン共鳴の電氣的読み出し手法である EDMR (Electrically-detected magnetic resonance) とチャージポンピング (CP) を組み合わせた CP-EDMR 法の高感度化を達成し、初めて SiO<sub>2</sub>/Si 界面欠陥の観測に成功した。(M.Hori, et al., Applied Physics Express, Vol.10 (2017), pp.015701\_1-4)

### 【 今後の展開 】

今回得られた知見をベースとして、電荷、スピンの精密制御にむけて計測手法の更なる高感度化、高精度化を図る。また、今回提案したフォノン制御手法を実現するための、デバイス構造等の設計を進める。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) M. Hori, T. Tsuchiya and Y. Ono, “Improvement of charge-pumping electrically detected magnetic resonance and its application to silicon metal-oxide-semiconductor field-effect transistor”, Appl. Phys. Express, Vol.10 (2017), pp.015701\_1-4
- 2) T. Watanebe, M. Hori, T. Tsuchiya, A. Fujiwara and Y. Ono, “Time-domain charge pumping on silicon-on-insulator MOS devices”, Jpn. J. Appl. Phys., Vol.56 (2017), pp.011303\_1-5
- 3) M. Hori and Y. Ono, “EDMR on recombination process in silicon MOSFETs at room temperature”, Advances in intelligent system and computing, Vol. 519 (2017), pp. 89-93
- 4) Y. Ono, M. Hori, G. P. Lansbergen, and A. Fujiwara, “Manipulation of single charges using dopant atoms in silicon – Interplay with intervalley phonon emission –”, Advances in intelligent system and computing, Vol. 519 (2017), pp. 137-141
- 5) A. Samanta, M. Muruganathan, M. Hori, Y. Ono, H. Mizuta, M. Tabe and D. Moraru, “Single-electron quantization at room temperature in a-few-donor quantum dot in silicon nano-transistors”, Appl. Phys. Lett. (2017) accepted for publication

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) 2016 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices (AWAD), Hakodate (2016.6.4-6)
  - 2) 2016 IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop (SNW), Honolulu, USA (2016.6.12-13)
  - 3) 15<sup>th</sup> International Conference on Global Research and Education (IA), Warsaw, Poland, (2016.9.26-28)
- 他 4 件

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、電気学会など 8 件

### 【 招待講演件数 】

- ・ シリサイド系半導体研究会など 5 件

### 【 受賞・表彰 】

- 1) 38<sup>th</sup> JSAP Paper Award (2016.9), Toshiaki Tsuchiya and Yukinori Ono, “Charge pumping current from single Si/SiO<sub>2</sub> interface traps: Direct observation of P<sub>b</sub> centers and fundamental trap-counting by the charge pumping method”



## 表面情報伝達担体に関する研究とその応用

兼任・教授 金武 佳明 (KANEV Kamen)

ナノビジョン工学専攻 (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: 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@rie.shizuoka.ac.jp

homepage: <http://vipl.rie.shizuoka.ac.jp>



### 【 研究室組織 】

教 員: 金武 佳明

博士課程: D1 (1名)

### 【 研究目標 】

Our research on surface communication carriers and its applications stem from the surface-based interaction concept that denotes a novel transparent spatial tracking approach for enhancing user interactions with surrounding objects and environments. The research focuses on surface based interaction models that encapsulate multidimensional position and orientation recognition methods aiming to enrich human-computer interactions and bring to augmented graphical user interfaces with natural, self-explanatory components and semantics. Imaging, sound, and vision information processing play a central role in our research activities and projects. We also research and employ high resolution printing and laser engraving methods and technologies for seamless blending with exiting content and for unobtrusive encoding of physical objects and surfaces with applications in education and elsewhere.

### 【 主な研究成果 】

#### (1) Integrating Technology-Enhanced Collaborative Surfaces and Gamification for the Next Generation Classroom.

We put collaborative student engagement in a non-traditional perspective by considering a novel, more interactive educational environment and explaining how to employ it to enhance student learning. To this end, we explore modern technological classroom enhancements as well as novel pedagogical techniques which facilitate collaborative learning. In our setup, the traditional blackboard or table is replaced by a digitally enabled interactive surface such as a smart board or a tabletop computer. The information displayed on the digital surface can be further enhanced with augmented reality views through mobile apps on student smartphones. We also discuss ways to enhance the instructional process through elements of game mechanics, and outline an experimental implementation. Finally, we discuss an application of the proposed technological and pedagogical methods to human anatomy training [1].

#### (2) A multi-user tabletop display with enhanced mobile visuals for teaching and collaborative training.

Advances in technology provide access to cost-effective user interfaces that change the way people interact and carry out their daily activities. Education is also benefiting from various collaborative scenarios where students work together to overcome challenges while improving cognitive and social skills. Indeed, as a way to improve learning, Information and Communication Technology (ICT) has already become an indispensable component of modern educational systems. ICT brings a wealth of online features such as short messaging and chats, forums and groups, IP voice and video calls, cloud-based interactions and shared storage, etc., but it also forces students to focus on the screens of their computing devices and use the content to perform instruction-bound and other tasks. Therefore, despite all benefits that ICT brings to education, it could also have a negative impact on the learning process as it might restrict natural interactions thus isolating students and limiting their experience. Here, we investigate the effectiveness of using heterogeneous computing paradigms (mobile devices and tabletop computers) in a collaborative learning environment [2].

### 【 今後の展開 】

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

【 学術論文・著書 】

- 1) Barneva, R., Kanev, K., Kapralos, B., Jenkin, M., Brimkov, B., Integrating Technology-Enhanced Collaborative Surfaces and Gamification for the Next Generation Classroom, *Journal of Educational Technology Systems*, Vol. 45, No. 3, 2017, pp. 309-325. DOI: 10.1177/0047239516671945.
- 2) Uribe -Quevedo, A., Kapralos, B., Hogue, A., Kamen, K., Jenkin, M., Barneva, R., A multi-user tabletop display with enhanced mobile visuals for teaching and collaborative training: faculty poster abstract. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, Vol. 31, No. 6, June 2016, pp.60-62.

【 国際会議発表件数 】

- 1) Barneva, R., Kanev, K., Hung, P., De Marsico, M., Bottoni, P., Motion Tracking for Improved Activity Planning in Sports, *The 19<sup>th</sup> Int. Conf. on Humans and Computers HC2016*, Hamamatsu, Japan, December 15, 2016.
- 2) Bottoni, P., Kanev, K., Mei, A., Pedone, M., Interface and Security Firmware Enhancements of Mobile Communication Appliances, *The 19<sup>th</sup> Int. Conf. on Humans and Computers HC2016*, Hamamatsu, Japan, December 15, 2016.
- 3) Gelsomini, F., Kanev, K., Bottoni, P., Improving Student Collaboration in Dynamic Group Environment Language Learning Through Digitally Enhanced Physical Objects, *The 19<sup>th</sup> Int. Conf. on Humans and Computers HC2016*, Hamamatsu, Japan, December 15, 2016.
- 4) Kanev, K., Kapralos, B., Jenkin, M., Uribe, A., Merging Individual and Shared Views in Virtual and Augmented Reality Applications, *The 19<sup>th</sup> Int. Conf. on Humans and Computers HC2016*, Hamamatsu, Japan, December 15, 2016.
- 5) Barneva, R., Brimkov, V., Hung, P., Kanev, K., Motion Tracking for Gesture Analysis in Sports, 2016 Western New York Image and Signal Processing Workshop (WNYISPW 2016), Rochester, NY, November 18, 2016.
- 6) Hung, P., Kanev, K., Fung, B., Huang, S., Mettrick, D., Digital Imaging for Protecting Children Privacy in Smart TV Environments, Abstracts and Short Communications, Fifth International Symposium CompIMAGE'16 - Computational Modeling of Objects Presented in Images: Fundamentals, Methods, and Applications, Niagara Falls, USA, September 21-23, 2016.
- 7) Nguyen, M., Uribe-Quevedo, A., Jenkin, M., Kapralos, B., Kanev, K., Jaimes, N., An Interactive Virtual Reality Environment for Image Based Fundus Examination Training, Abstracts and Short Communications, Fifth International Symposium CompIMAGE'16 - Computational Modeling of Objects Presented in Images: Fundamentals, Methods, and Applications, Niagara Falls, USA, September 21-23, 2016.
- 8) Kanev, K., Multilayered Encoding of Surfaces, Abstracts and Short Communications, Fifth International Symposium CompIMAGE'16 - Computational Modeling of Objects Presented in Images: Fundamentals, Methods, and Applications, Niagara Falls, USA, September 21-23, 2016.
- 9) Codd-Downey, R., Shewaga, R., Uribe-Quevedo, A., Kapralos, B., Kanev, K., Jenkin, M., A Novel Tabletop and Tablet-Based Display System to Support Learner-Centric Ophthalmic Anatomy Education, In: De Paolis L., Mongelli A. (eds), LNCS Vol. 9769, *Third International Conference on Augmented Reality, Virtual Reality and Computer Graphics (AVR 2016)*, Otranto, Italy, June 15-18, 2016, pp. 3-12. DOI: 10.1007/978-3-319-40651-0\_1
- 10) Kanev, K., De Marsico, M., Bottoni, P., Mecca, A., Mobiles and Wearables: Owner Biometrics and Authentication, AVI'16 Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces, Bari, Italy, June 7-10, 2016, pp.318-319.
- 11) Barneva, R., Kanev, K., Kapralos, B., Jenkin, M., Enhanced student engagement using cell phones and tabletop computers or smart boards, In *Proceedings of 25<sup>th</sup> CIT 2016 Conference on Instructional Technologies*, Potsdam, NY, USA, May 31-June 3, 2016.
- 12) Barneva, R., Brimkov, V., Hung, P., Kanev, K., Statistics and Data Analytics in Sports Management, In *Proceedings of 5<sup>th</sup> Joint Conference of the Upstate Chapters of the American Statistical Association*, Buffalo, NY, USA, April 22-23, 2016.

【 招待講演件数 】

- 1) Kanev, K., Operating Systems: Gesture Authentication Interfaces and Security, MITS 5300G, 18:40-21:30, UL2, Collaborative Research and Education (CRE) Workshop, Invited Lecture, UOIT, Oshawa, Canada, January 26, 2017.
- 2) Integrating Shared and Private Views in Virtual and Augmented Reality, Invited Lecture, November 24, 2016, 12:00-13:30, Seminar Room 3F, Via Salaria 113.
- 3) K. Kanev, Surface-based Localization for Augmented Interaction Environments, Fifth International Symposium Computational Modeling of Objects Presented in Images: Fundamentals, Methods, and Applications (CompIMAGE'16), Invited Tutorial Presentation, Niagara Falls, USA, September 21-23, 2016.

## 光ナノサイエンス

兼任・教授 川田 善正 (KAWATA Yoshimasa)  
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： 光物理、光応用計測、光情報処理  
e-mail address: kawata@eng.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://optsci.eng.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員：川田 善正

博士課程：福田 真大 (創造科技院 D3)、益田 有里子 (創造科技院 D3)、Anna Statsenko (創造科技院 D3、国費)、Mohamad Amin Al-Tabich (創造科技院 D3、国費)、Taras Hanulia (創造科技院 D2、国費)、Mykyta Kolchiba (創造科技院 D1、国費)

修士課程：M2 (7名)、M1 (6名)

連携教員：居波 渉 (工学研究科准教授)

事務補佐員：岩浪 あかね

### 【 研究目標 】

我々は、光応用計測を基盤として光を用いた微小物体の計測、加工、制御に関する研究を行っている。レーザー光と物質の相互作用の解明、多光子過程による高分解能顕微鏡の開発などを行っている。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) バイオ試料のための高分解能近接場光学顕微鏡の開発
- (2) 深紫外域プラズモンによる蛍光の高感度励起
- (3) 光伝導性基板を用いた光制御可能な電気泳動法の開発
- (4) 多光子過程を利用したワイドギャップ半導体材料の内部欠陥観察および制御
- (5) 多光子過程による3次元微細構造の作製

### 【 主な研究成果 】

#### (1) バイオ試料のための高分解能近接場光学顕微鏡の開発

電子線励起による生きた生物細胞を高分解能に観察可能な手法を開発し、実験による検証を行った。生きた生物細胞の動態を観察することに成功した。

#### (2) 深紫外プラズモンによる蛍光の高感度励起

表面プラズモンを深紫外領域に展開し、生物試料を高効率および高感度に励起する手法を提案した。表面プラズモンはこれまで近赤外から赤色光の領域で広く用いられてきたが、深紫外域で用いることができなかった。これは深紫外域ではプラズモン励起に利用できる金属がなかったためである。我々はアルミニウムが深紫外領域で適切な材料であることを発見し、数値シミュレーションおよび基礎実験によりその有効性を確認した。また、実際に生物細胞の蛍光励起に応用し、高感度および高効率で蛍光を励起可能であることを確認した。

#### (3) 光伝導性基板を用いた光制御可能な電気泳動法の開発

光伝導性基板を用いて、光制御可能な電気泳動法を開発した。光伝導性基板は光照射によって、大きくその電気抵抗が変化するため、光照射パターンによって基板に印加した電圧勾配分布を制御することが可能である。光照射パターンによって、電気泳動法により移動する李稀粒子を制御する手法を開発した。

### 【 今後の展開 】

我々は、上記のように光応用計測を基盤として光を用いた微小物体の計測、加工、制御に関する研究を行っている。レーザー光と物質の相互作用の解明、多光子過程による高分解能顕微鏡の開発などを進めている。今後に展開としては、産業応用を目指して、我々の開発した手法の応用展開を検討していきたい。とくに多光子過程による3次元微小構造の作製技術の応用展開、電子顕微鏡と光学顕微鏡との融合による高分解能顕微鏡の開発を検討して行く予定である。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Dheivasigamani Thangaraju, Yuriko Masuda, Ibrahim Khaleelullah Mohamed Mathar Sahib, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, Yasuhiro Hayakawa, “Multi-modal imaging of HeLa cells using a luminescent ZnS:Mn/NaGdF<sub>4</sub>:Yb:Er nanocomposite with enhanced upconversion red”, RSC Advances, Vol. 6, No. 40, pp. 33569-33579, (2016)
- 2) Masahiro Fukuta, Atsushi Ono, Yasunori Nawa, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, Susumu Terekawa, “Cell structure imaging with bright and homogeneous nanometric light source”, Biophotonics, Vol.9, pp.1-8, (2016)
- 3) Masahiro Fukuta, Yuriko Masuda, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, “Label-free cellular structure imaging with 82 nm lateral resolution using an electron-beam excitation-assisted optical microscope”, Optics Express, Vol.24, No. 15, pp. 16487-16495, (2016)
- 4) Koji Watari, Takeyoshi Goto, Masakazu Kikawada, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, Yukihiro Ozaki, “Direct optical measurements of far- and deep- ultraviolet surface plasmon resonance with different refractive indices”, Optics Express, Vol. 24, No.19, pp. 21886- 21896, (2016)
- 5) Dheivasigamani Thangaraju, Natarajan Prakash, Yuriko Masuda, Wataru Inami, Yoshimasa Kawata, Yasuhiro Hayakawa, “Size controlled synthesis of silver sulfide nanostructures by multi-solvent thermal decomposition method”, Journal of Crystal Growth, (2016)

### 【 解説・特集等 】

- 1) 川田善正、居波 渉 “電子線励起により微小光源を実現した近接場光学顕微鏡”, 光アライアンス, Vol27, No.5, pp. 46-50(2016)

### 【 国際会議発表件数 】

- ・ Yoshimasa Kawata, Masakazu Kikawada, Atsushi Ono, Wataru Inami, “Sensitive Imaging of Organellas in Label-Free Cells by Surface Plasmon Resonance in Deep-Ultraviolet Region”, SPIE Optics + Photonics UV and Higher Energy Photonics: From Materials to Applications, Session 6 New Methods and Instrumentations, San Diego Convention Center, San Diego, California, USA (2016)など 1 3 件

### 【 招待講演件数 】

- ・ Yoshimasa Kawata, Masakazu Kikawada, Atsushi Ono, Wataru Inami, “Deep-UV Surface Plasmon for Bio-Imaging”, SCIX2016, Hyatt Regency Hotel, Minneapolis, MN, USA (2016)など 9 件

### 【 受賞・表彰 】

- 1) Best Presentation Award, **Inter Academia 2016, Anna Statsenko**
- 2) Best Poster Presentation, The 14th International Conference on Near-field Optics, Nanophotonics, and Related Techniques, 益田有里子
- 3) 優秀発表賞, レーザー学会中部支部若手研究発表会, 田中克弥
- 4) Best Presentation Award, Takayanagi Symposium 2016, Anna, Statsenko
- 5) 優秀発表賞, 情報フォトニクス研究会, 渡辺一翔

## 機能集積イメージングデバイス

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



### 【 研究室組織 】

教 員：川人 祥二、香川 景一郎（電子工学研究所准教授）、安富 啓太（電子工学研究所助教）、寺西 信一（電子工学研究所特任教授）、袴田 正志（電子工学研究所特任教授）、Seo Min Woong（電子工学研究所特任准教授）、Kamel Mars（電子工学研究所特任助教）  
研 究 員：張 博（学術研究員）、Cao Chen（学術研究員）、Lioe De Xing（学術研究員）、Tan Leyi（学術研究員）  
博士課程：Sumeet Shrestha (D3)、Sivakumar P. Selvam (D3)、Lee Minho (D3)、望月 風太 (D3)、Lee Sanggwon (D1)  
修士課程：M2（7名）、M1（7名）

### 【 研究目標 】

我々は、CMOS 集積回路と光検出デバイスを融合した新機能のイメージングデバイスに関する研究を行っている。ミックストシグナル信号処理を活用し、従来よりも感度やダイナミックレンジ（DR）を大幅に高めノイズを極限まで減らした高性能イメージセンサ、高速電荷転送を用いた時間分解撮像等、CMOS の機能性を活かした高機能イメージセンサを開発し、科学計測、医療、バイオ、工業計測、輸送機器、民生機器等の分野で実用化することを目標としている。

### 【 主な研究成果 】

#### （1）高時間分解撮像デバイス

CMOS 撮像デバイスに適する高速電荷変調ピクセルとして、ラテラル電界制御型電荷変調素子（LEFM）を提案し、これを応用した距離画像センサ、蛍光寿命イメージセンサ、誘導ラマン散乱イメージセンサ等を開発している。ロックインイメージセンサのピクセルのマルチタップ化を進め、4 タップ LEFM、8 タップ LEFM ピクセルの開発に成功した。4 タップ方式では、0.9ns の時間窓を実現し、高分解能化により単一細胞に対する極微弱蛍光寿命イメージングが可能であることを実証した。

#### （2）高分解能 Time-of-flight 距離画像センサ

超高速応答の LEFM 時間分解ピクセルを用いた光飛行時間（TOF）距離画像センサでは、3 タップ化による光利用率の改善等により、距離分解能を 100um 以下まで高められることを実証した。また、マルチタップ LEFM ピクセルと短時間パルスによるレンジシフト計測法により高い太陽光耐性を有する TOF 距離計測法を考案し、近距離（～10m）における距離分解能の改善効果を確認した。

#### （3）超高感度・広ダイナミックレンジイメージセンサ

超高感度イメージセンサでは、新しいピクセルリセット原理（ブートストラップリセット）を導入することで、実用的な画素数（約 700×700 画素）とフレーム周波数（30fps）において 0.44 電子の極低ノイズを有する超高感度イメージセンサの開発に成功した。また、LEFM の原理を用いた 2 重ストレージによる動き歪の少ない広ダイナミックレンジイメージセンサを試作し、その基本動作を確認した。

### 【 今後の展開 】

開発した高時間分解撮像デバイスを用いた蛍光寿命計測等の医療分野での応用評価（細胞内の自家蛍光物質 FAD, NADH 等に対する寿命計測、NIRS, 顔からの生体情報計測）を一層推進する。また提案するレンジシフト TOF 距離画像センサにより近距離、長距離計測において、背景光（太陽光下）で、従来方式（CW 波利用）よりも高い分解能を実現できる可能性があり、試作により性能実証を行う。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) 渡部 俊久 , 小杉 智彦 , 大竹 浩 , 島本 洋 , 川人 祥二, “3300 万画素 120fps CMOS イメージセンサ用カラム並列 2 段サイクリック型 ADC のデジタル補正の高精度・高速化手法”, 電気学会論文誌E (センサ・マイクロマシン部門誌) , Vol.137, No.2, pp.65-71, 2017.2
  - 2) T. Wang, M-W. Seo, K. Yasutomi, S. Kawahito, “A 19-bit Column-Parallel Folding-Integration/Cyclic Cascaded ADC with a Pre-Charging Technique for CMOS Image Sensors”, IEICE Electronics Express, Vol.14, No.2, 2017.2
  - 3) B. I. Abdulrazzaq, I. A. Halin, S. Kawahito, R. M. Sidek, Suhaidi Shafie, N. A. M. Yunus, “A review on high-resolution CMOS delay lines: towards sub-picosecond jitter performance”, SpringerPlus 5:434, 2016.12
  - 4) O. Adegoke, M-W. Seo, T. Kato, S. Kawahito, E. Y. Park, “An ultrasensitive SiO<sub>2</sub>-encapsulated alloyed CdZnSeS quantum dot-molecular beacon nanobiosensor for norovirus”, Biosensors and Bioelectronics, vol.86, pp.135-142, 2016.12.15
  - 5) S. Kawahito, M-W. Seo, “Noise Reduction Effect of Multiple-Sampling Based Signal-Readout Circuits for Ultra-Low Noise CMOS Image Sensors” , MDPI Sensors, 2016, No.16, 1867(pp1-19), 2016.11.6
  - 6) B. I. Abdulrazzaq , O. J. Ibrahim, S. Kawahito, R. M. Sidek, S. Shafie, N. A. M. Yunus, L. Lee. I. A. Halin, “Design of a Sub-Picosecond Jitter with Adjustable-Range CMOS Delay-Locked Loop for High-Speed and Low-Power Applications”, MDPI Sensors, 2016, No.16, 1593, 2016.9.28
  - 7) Y. Goto, I. Takai, T. Yamazato, H. Okada, T. Fujii, S. Kawahito, S. Arai, T. Yendo, and K. Kamakura, “A New Automotive VLC System Using Optical Communication Image Sensor”, IEEE Photonics Journal, vol. 8, no. 3, pp. 1-17, 2016.6
  - 8) D-X. Lioe, K. Mars, S. Kawahito, K. Yasutomi, K. Kagawa, T. Yamada, M. Hashimoto, “A Stimulated Raman Scattering CMOS Pixel Using a High-Speed Charge Modulator and Lock-in Amplifier”, MDPI Sensors, 532, pp.1-16, 2016.4
  - 9) Y. Takiguchi, M-W. Seo, K. Kagawa, H. Takamoto, T. Inoue, S. Kawahito, S. Terakawa, “Mechanical scanner-less multi-beam confocal microscope with wavefront modulation”, Optical Review, Vol. 23, Issue 2 , pp 364-368, 2016.4
- 他 2 件

#### 【 特許等 】

- ・ 川人祥二「撮像モジュール」, 特許番号 : 6083554 号, 登録日 : 2017. 2. 3 (国内 1 件)
- ・ 川人祥二, 澤田友成「Semiconductor element and solid-state imaging device」, 登録国 : EP, 特許番号 : EP2739037, 登録日 : 2016. 9. 14 等 (海外 6 件)

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ M-W. Seo, Y. Shirakawa, Y. Masuda, Y. Kawata, K. Kagawa, K. Yasutomi, S. Kawahito, “A Programmable Sub-Nanosecond Time-Gated 4-Tap Lock-In Pixel CMOS Image Sensor for Real-Time Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy”, 2017 IEEE INTERNATIONAL SOLID-STATE CIRCUITS CONFERENCE (ISSCC 2017), San Francisco, CA, United States, 2017.2.6 等 36 件(内、招待講演 6 件)

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 川人祥二, 徐珉雄, “単一光子感度を目指した超高感度 CMOS イメージセンサ”, 第 58 回光波センシング技術研究会講演会, 東京都新宿区, 2016. 12. 8 等 54 件 (内、招待講演 10 件)

#### 【 新聞報道等 】

- ・ 日経エレクトロニクス, 2016 年 11 月号, 静岡大学 川人研究室「8K テレビ放送向け CMOS センサー、A-D 変換回路の工夫で 240fps に」, 2016. 10. 20, pp. 55-56 等 8 件

#### 【 受賞・表彰 】

- ・ 高井勇, 原田知育, 安藤道則, 安富啓太, 香川景一郎, 川人祥二, 電気通信普及財団賞 : テレコムシステム技術賞 (2017. 3. 24)「Optical Vehicle-to-Vehicle Communication System Using LED Transmitter and Camera Receiver」等

## プラズマを用いたナノ構造材料プロセス

兼担・教授 永津 雅章 (NAGATSU Masaaki)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：電子工学研究所  
ナノマテリアル研究部門)  
専門分野： プラズマエレクトロニクス、プラズマ科学  
e-mail address: nagatsu.masaaki@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://nagatsu-lab.eng.shizuoka.ac.jp/japan/lab/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：永津 雅章

事 務 員：本田 栄子

研 究 員：アンチャー・ビスワン (H28.10～H29.4 学術研究員)

博士課程：アンチャー・ビスワン (D3、国費)、トミー・アブザイリ (D3、国費)、胡 銳 (D2-D3、国費)

修士課程：M2 (3名)、M1 (4名)

学部4年：2名

### 【 研究目標 】

プラズマ科学を基盤とするプラズマプロセス技術の産業応用を目的として、様々な社会的ニーズに応える各種プラズマの生成から、バイオ・医療などの様々な分野へのプラズマ応用技術の開発を行うとともに、新しい学際研究領域の創成およびイノベーション創出を目指している。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 各種形状を有するカーボンナノ微粒子の作製と表面高機能化に関する研究

銅粉末・グラファイト混合電極を用いた DC アーク放電により、中空状グラファイトナノボールの作製に成功するとともに、その生成メカニズムを明らかにした。(Nanotechnology, (2016) 27 (2016) 335602) また、ワンステップ DC アーク放電法によるアミノ基修飾されたグラファイト被覆金属ナノ微粒子の作製に成功した。特に、金ナノ微粒子の実験では、DC アーク生成条件の最適化により、表面プラズモン効果を高めることができることを示した。(J. Phys. D: Appl. Phys., 49 (2016) 185304, Appl. Surf. Sci., 416 (2017) 731)

#### (2) ナノ微粒子のプラズマ表面修飾技術とそのバイオ・医療応用に関する研究

DC アーク放電作製磁性体ナノ微粒子を用いた RF プラズマ表面処理により、微粒子表面へのアミノ基修飾を確認した。さらに微粒子のバイオ・医療応用に向けて、 Deng 熱および大腸菌の抗体の固定化を行い、 Deng 熱および大腸菌の高濃縮化に成功した。(Mol. Med. Rep., 14 (2016) pp. 697, J. Phys. D: Appl. Phys., 49 (2016) 364001)

#### (3) プラズマを用いたバイオポリマー材料表面の低温プロセスに関する研究

大気圧プラズマジェットを用いた CNT アレイ基板、ポリマー樹脂、およびテフロン表面への官能基表面修飾に関する研究を実施し、アミノ基およびカルボキシル基のマスクレス低温表面修飾による多機能バイオセンサーの開発の可能性を示した。(Appl. Phys. Lett., 109 (2016) 023701, Appl. Surf. Sci., 390 (2016) 489, ACS Appl. Mater. Interfaces, 8 (2016) 12528)

#### (4) プラズマ高機能化ナノ構造材料を用いた金属イオン除去に関する研究

磁性体ナノ微粒子などの比表面積の大きいナノ構造材料表面のプラズマ処理によるセシウムイオン除去技術の開発を行った。(Recent Global Research and Education, 519 (2016) 261)

### 【 今後の展開 】

プラズマ科学を駆使した大気圧下でのナノスケール放電およびそれらを駆使した超微細加工技術の開発および産業応用などに力を注いでいきたいと考えている。また、プラズマプロセスの特長を生かした医学、理学、農学との連携を視野に入れたプラズマとバイオテクノロジーを融合した学際領域的な研究にチャレンジしていきたい。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Rui Hu, Taiki Furukawa, Xiangke Wang, Masaaki Nagatsu, “Morphological study of graphite-encapsulated iron composite nanoparticles fabricated by a one-step arc discharge method”, *Appl. Surf. Sci.*, 416 (2017) pp.731-741. (available online 2017.4.28) (IF=3.150)
- 2) Rui Hu, Taiki Furukawa, Xiangke Wang, Masaaki Nagatsu, “Highly concentrated amino group-functionalized graphite encapsulated magnetic nanoparticles fabricated by a one-step arc discharge method”, *Carbon* 110 (2016) pages 215–224. (available online 2016.9.7) (IF=6.198)
- 3) Tomy Abuzairi, Mitsuru Okada, Sudeep Bhattacharjee, and Masaaki Nagatsu, “Surface conductivity dependent dynamic behaviour of an ultrafine atmospheric pressure plasma jet for microscale surface processing”, *Appl. Surf. Sci.*, 390 (2016) pp.489-496. (available online 2016.8.21) (IF=3.150)
- 4) Anchu Viswan, Han Chou, Kuniaki Sugiura, and Masaaki Nagatsu, “Surface Modification of Graphite-Encapsulated Iron Nanoparticles by RF Excited Ar/NH<sub>3</sub> Gas Mixture Plasma and Their Application to *Escherichia Coli* Capture”, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 49 (2016) 364001. (published 2016.8.9) (IF=2.772)
- 5) Tomy Abuzairi, Mitsuru Okada, Retno Wigajatri Purnamaningsih, Nji Raden Poespawati, Futoshi Iwata, and Masaaki Nagatsu, “Maskless localized patterning of biomolecules on carbon nanotube microarray functionalized by ultrafine atmospheric pressure plasma jet using biotin-avidin system”, *Appl. Phys. Lett.*, 109 (2016) 023701(4 pages). (published 2016.7.15) (IF=3.142)
- 6) Rui Hu, Xuemei Ren, Guangshan Hou, Dadong Shao, Yu Gong, Xiaojun Chen, Xiaoli Tan, Xiangke Wang and Masaaki Nagatsu, “A carboxymethyl cellulose modified magnetic bentonite composite for efficient enrichment of radionuclides”, *RSC Adv.*, 6 (2016) pp.65136-65145. (published 2016.7.4) (IF=3.289)
- 7) Rui Hu, Mihai Alexandru Ciolan, Xiangke Wang and Masaaki Nagatsu, “Copper induced hollow carbon nanospheres by arc discharge method: controlled synthesis and formation mechanism”, *Nanotechnology*, Vol.27, No. 33 (2016) 335602. (Published 2016.7.4). (IF=3.573)
- 8) Iuliana Motrescu and Masaaki Nagatsu, “Nano-capillary atmospheric pressure plasma jet – A tool for ultrafine maskless surface modification at atmospheric pressure”, *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 8(19) (2016) pp. 12528-12533. (online publication 2016.4.26) (IF=7.145)
- 9) Xiaoli Yang, Xijiang Chang, Reitou Tei and Masaaki Nagatsu, “Effect of excited nitrogen atoms on inactivation of spore-forming microorganisms in low pressure N<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> surface-wave plasma”, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 49 (23) (2016) 235205. (Published 2016.5.6) (IF=2.772)
- 10) Enbo Yang, Han Chou, Shun Tsumura and Masaaki Nagatsu, “Surface Properties of Plasma Functionalized Graphite-Encapsulated Gold Nanoparticles Prepared by Direct Current Arc Discharge Method”, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 49(18) (2016) 185304. (Published 2016.4.7) (IF=2.772)

他 7 篇

### 【 解説・特集等 】

- 1) 永津 雅章, Anchu Viswan, 張 晗, 作道 章一, 生田 和良, “プラズマ高機能化磁気ナノ微粒子を用いた高感度ウイルス検出システム”, *クリーンテクノロジー*, 26 巻 6 号 (2016) pp.52-56. (2016.6.10)

### 【 特許等 】

- 1) “アルミ・樹脂接合体の製造方法及びアルミ・樹脂接合体”, 発明者: 永津雅章他、特許権者: 静岡大学, 特願 2013-006118, 特許第 6061384 号 (取得 2016. 12. 22) .
- 2) “被処理体を修飾する方法及び被処理体を修飾する装置”, 発明者: 永津 雅章, 出願者: 静岡大学, 特願 2016-230170 (出願 2016. 11. 28) .

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Masaaki Nagatsu, Anchu Viswan, Tomy Abuzairi, et al., “The Future of Nanotechnology for Medical Applications”, (Invited Talk), ICNERE 2016/EECCIS 2016, Malang, Indonesia (2016.10.31-11.2).

他 1 3 件

### 【 国内学会発表件数 】

・応用物理学会、プラズマ・核融合学会等 計 3 2 件

### 【 受賞・表彰 】

- 1) 永津雅章、平成 28 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰科学技術賞・研究部門受賞 (2016. 4. 20) .
- 2) Enbo Yang , et al., *J. Phys. D: Appl. Phys.* 49(18) (2016) 185304 が Highlight 2016 にセレクトされた.



## 半導体微細加工技術による MEMS デバイスの開発

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



### 【 研究室組織 】

教 員：橋口 原  
研 究 員：杉山 達彦、芝田 泰  
博士課程：鈴木 雅人 (D3、社会人)  
修士課程：M2 (3名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) エレクトレット MEMS デバイスの開発

カリウムイオンエレクトレットを用いた新機能 MEMS デバイスとして、静電トランス、双安定アクチュエータ、電流ブースターなどを作成し、その機能を確認した。

#### (2) 超低加速度で発電可能な振動発電素子の開発

エレクトレット型振動発電素子の高効率化を推進し、電力効率にしてほぼ 100%の変換効率を達成した。また実際の高速道路における振動により、ZigBee 規格の無線素子を十分駆動できる電力が得られた。

### 【 今後の展開 】

振動発電素子では環境インフラにおける実証実験を引き続き実施し、環境インフラヘルスマニタリングシステムの実証を行っていく。さらに NEDO 先導研究から本格研究へと移行しているので、その目標達成のための研究開発を行っていく。エレクトレット MEMS デバイスとしては、今後需要が見込める MEMS スピーカーの開発を行うとともに、携帯用超音波センサーのエレクトレット化を行い、エレクトレット MEMS デバイスの実用化を目指す。

### 【 学術論文・著書 】

1) M.Suzuki, T.Moriyama, H.Toshiyoshi, H.Ashizawa, Y.Fujita, H.Mitsuya, T.Sugiyama, M.Ataka,

H.Toshiyoshi, and G.Hashiguchi, A Bistable Comb-drive Electrostatic Actuator Biased by the Built-In Potential of Potassium Ion Electret, Journal of Microelectromechanical Systems, vol.25, No.4, pp. 65 2-661(2016).(IF,1.939)

2) M.Suzuki, T.Moriyama, H.Toshiyoshi, and G.Hashiguchi, MEMS electrostatic inductive transformer using potassium ion electrets for up- or down-conversion of AC current, Japanese Journal of Applied Physics, vol.55, 107201(2016).(IF,1.122)

3) 橋口原、アクチュエータの新材料、駆動制御、最新応用技術、第9章第4節、モデリング手法に基づく櫛歯アクチュエータの解析とエレクトレット化による低電圧駆動・新機能、技術情報協会、発刊日 2017. 3. 31.

#### 【 解説・特集等 】

1) 橋口原、アルカリイオンを利用した MEMS 用エレクトレット技術とその応用、自動化推進、2017. 2、pp. 16-19.

#### 【 特許等 】

1) 発明の名称「振動発電デバイス」、特許出願の番号 特願 2016-231750, 出願日：2016. 12. 10

2) 発明の名称「振動発電デバイス」、特許出願の番号 特願 2016-231751, 出願日：2016. 12. 10

#### 【 国際会議発表件数 】

1) H Koga, H Mitsuya, T Sugiyama, H Toshiyoshi, G Hashiguchi, 1mW output electrostatic vibratory power generator allowed by optimization of the proof mass, The 16th International Conference on Micro and Nanotechnology for Power Generation and Energy Conversion Applications, Paris, December 6 – 9, 2016

他 2 件

#### 【 招待講演件数 】

1) 橋口原、センサ・マイクロマシン技術の最近の動向と鉄道応用の可能性、平成 29 年電気学会全国大会シンポジウム、富山大学五福キャンパス、2017. 3. 15.

#### 【 その他の活動 】

・ 機械学会知能情報機器部門編集委員

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

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



### 【 研究室組織 】

教 員 : ミゼイクス ビガンタス

博士課程 : ファニャエウ イハル (創造科技院 D3、社会人)

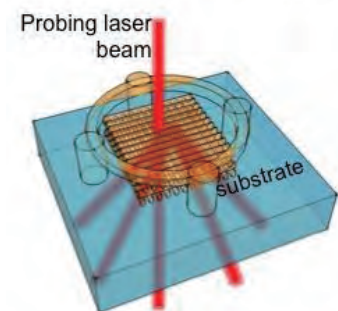
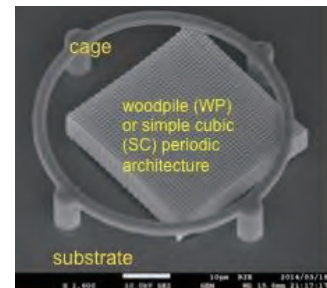
修士課程 : M2 (1名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

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

In particular, we focus on the following goals

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



### 【 主な研究成果 】

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

### 【 今後の展開 】

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

### 【 学術論文・著書 】

- 1) T. Jonavičius, D. Gailevičius, M. Malinauskas, V. Mizeikis, E. G. Gamaly, S. Juodkazis, Nanoscale Precision of 3D Polymerization via Polarization Control, *Adv. Opt. Mater.* 5 (2016), pp.1209-1214.
- 2) S. Rekštytė, D. Paipulas, M. Malinauskas, V. Mizeikis, Microactuation and Sensing Using Reversible Deformations of Laser-Written Polymeric Structures, *Nanotechnology* 28 (2016), pp. 124001-8.
- 3) V.A. Gnatyuk, O.I. Vlasenko, S.N. Levytskyi, T. Aoki, V. Mizeikis, S. V. Gagarsky, D. Gnatyuk, K.S. Zelenska, Capabilities of Laser-Induced Marks as Information Carriers Created in Different Materials, *J. Las. Micro-/Nano-Eng.* 11 (2016) pp. 164-169.
- 4) R. Buividas, S. Juodkazis, V. Mizeikis, Local Photorefractive Modification in Lithium Niobate Using Ultrafast Direct Laser Write Technique, *J. Las. Micro-/Nano-Eng.* 11 (2016) pp. 246-252.

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) I. Faniyeyu, V. Mizeikis, Fabrication Of Bi-Anisotropic Optical Metamaterials For Infra-Red Spectral Range By Direct Laser Write Technique, The Second Smart Laser Processing Conference, Yokohama, Japan, May 17-19 (2016)

他 5 件

### 【 国内学会発表件数 】

- 1) I. Faniyeyu, V. Mizeikis, Realization of Twist Polarizer Design Using Femtosecond Direct Laser Write Technique in Infra-Red Spectral Range, the 18<sup>th</sup> Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium, Nov. 15-16, Hamamatsu, Japan (2016)

他 2 件

### 【 招待講演件数 】

- 1) V. Mizeikis, I. Faniyeyu, Direct Laser Writing of Optical Field Concentrator Structures, Progress In Electromagnetics Research Symposium PIERS 2016, Shanghai, China, August 8 – 11 (2016).
- 2) V. Mizeikis, I. Faniyeyu, Direct Laser Writing Of Optical Perfect Absorber Structures, LPM 2016, 17th International Symposium on Laser Precision Microfabrication, May 23-17, Xian, China (2016)

## 微小電子源の物理とデバイスへの応用

兼担・教授 三村 秀典 (MIMURA Hidenori)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：電子工学研究所  
ナノビジョン研究部門)

専門分野： ナノエレクトロニクス  
e-mail address: mimura.hidenori@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.nvrc.rie.shizuoka.ac.jp/vision-i>  
<http://www.rie.shizuoka.ac.jp/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：三村 秀典、根尾 陽一郎（電子工学研究所准教授）、増澤 智昭（電子工学研究所助  
教）、細田 誠（特任教授）、畑中 義式（客員教授）、蔦木 邦夫（客員教授）  
職 員：川合 圭子（技術補佐）、山下 進（技術補佐）  
博士課程：石田 稔幸（創造科技院 D3、社会人）、本田 悠葵（創造科技院 D3、社会人）、Lia  
Aprilia（創造科技院 D2、DDP）

### 【 研究目標 】

「ナノビジョンサイエンス」用の電子ビーム源の開発とその応用研究。また、表面プラズモン  
共鳴を利用した新規センサーの開発。MEMS カンチレーバーを用いた新規ガスセンサの開発。有機  
ナノファイバーなどの研究を行っている。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) THz 電子管の開発

NEA-GaAs カソードを作成し、スミスパーセル超放射に用いる光電面開発を行った。極端パル  
スの診断方法を提案した。

#### (2) 電子顕微鏡用新規電子源の開発

単結晶炭化タングステン (0001) を用いて高輝度な電子放出が得られることを見出した。

#### (3) 新規X線管の開発

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

#### (4) 原子炉内部観察用イメージセンサの研究

耐放射線用の小型撮像板実現を目指して、CdS/CdTe 光導電性膜の電荷を火山構造ダブルゲー  
トスピント型電子源からの電子ビームで読み出すイメージセンサの耐放射線特性について測  
定した。ガンマ線照射下での劣化特性を評価し、1.2MGy までほぼ劣化なしで撮像できること  
を確認した。

#### (5) 表面プラズモン共鳴を利用した新規センサーの開発

Metal- Insulator- Metal 多層構造を用いた導波路モードと表面プラズモン共鳴を結合  
させることで Plasmon induced Transparency, Adsorption, Fano resonance スペクトルの観  
察に成功した。

### 【 今後の展開 】

各デバイスの高性能化を図っていく。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) P. Onufrijevs, P. Ščajev, K. Jarašiūnas, A. Medvid, V. Korsaks, N. Mironova-Ulmane, M. Zubkins, and H. Mimura, “Photo-electrical and transport properties of hydrothermal ZnO”, J. Appl. Phys. 119 (2016) 135705-1-7.
- 2) M. Nagao, Y. Gotoh, Y. Neo, and H. Mimura, “Beam profile measurement of volcano-structured double-gate Spindt-type field emitter arrays”, J. Vac. Sci. Technol. B 34 (2016) 02G108-1-6.
- 3) Y. Honda, M. Nanba, K. Miyakawa, M. Kubota, M. Nagao, Y. Neo, H. Mimura, and N. Egami “Double-gated, Spindt-type Field Emitter with Improved Electron Beam Extraction”, IEEE Trans.

Electron Devices 63 No.5 (2016) 2182-2189.

- 4) M. Sugiura, M. Kushimoto, T. Mitsunari, K. Yamashita, Y. Honda, H. Amano, Y. Inoue, H. Mimura, T. Aoki, T. Nakano, "Study of radiation detection properties of GaN pn diode" Jpn. J. Appl. Phys. 55 (2016) 05FJ02-1-3.
- 5) K. Ueyama, H. Mimura, Y. Inoue, T. Aoki, and T. Nakano, "Effect of substrate offcut angle on B GaN epitaxial growth", Jpn. J. Appl. Phys. 55 (2016) 05FD05-1-5.
- 6) K. Suzuki, K. Yataka, Y. Okumiya, S. Sakakibara, K. Sako, H. Mimura, and Y. Inoue, "Rapid-Response, Widely Stretchable Sensor of Aligned MWCNT/ Elastomer Composites for Human Motion Detection", ACS Sensors 1 (2016) 817-825.
- 7) T. Masuzawa, Y. Kudo, H. Mimura, Y. Neo, K. Okano, and T. Yamada, "Modification of internal barrier in hydrogen-terminated heavily phosphorus-doped diamond for field emission", Physica Status Solidi A 213 (2016) 2063-2068.
- 8) Y. Honda, M. Nanba, K. Miyakawa, M. Kubota, M. Nagao, Y. Neo, H. Mimura and N. Egami, "Electrostatic-focusing image sensor with volcano-structured Spindt-type field emitter array", J. Vac. Sci. Technol. B 34(2), Sep/Oct (2016) 052201-1-6.
- 9) K. Tsutaki, Y. Neo, H. Mimura, N. Masuda, M. Yoshida, "Design of a 300 GHz Band TWT with a Folded Waveguide Fabricated by Microelectromechanical Systems", J. Infrared Milli, Terahz. Waves, Vol. 37, No.10 October (2016) 1166-1172.
- 10) H. Shimawaki, Y. Neo, H. Mimura, M. Nagao, F. Wakaya, M. Takai, "Electron emission properties of gated silicon field emitter array driven by laser pulses", Appl. Phys. Lett. 109 (2016) 183106-1-3.
- 11) Y. Neo, T. Matsumoto, T. Watanabe, M. Tomita, and H. Mimura, "Transformation from plasmon-induced transparency to -induced absorption through the control of coupling strength in metal-insulator-metal structure", Optics Express 24 (2016) 26201-26208.
- 12) P. Onufrijevs, A. Medvid, E. Dauksta, H. Mimura, M. Andrusevicius, N. Berezovska, I. Dmitruk, L. Grase, and G. Medinskis, "The effect of UV Nd: YAG laser radiation on the optical and electrical properties of hydrothermal ZnO crystal", Optical & Laser Technology 86 (2016) 21-25.
- 13) 三村秀典, "真空ナノエレクトロニクスに期待する", J. Vac. Soc. Jpn. No. 1 (2017) 2-7.

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) H. Mimura, Y. Neo, Y. Inoue, and K. Suzuki, "Fabrication and characteristics of highly aligned CNT and P(VDF/TrFE) nanofiber sheets", Inter. Conf. on Sci. & Tech. of Emerging Materials, July 27-29, 2016 Pattaya, Thailand, Invited
  - 2) H. Mimura, T. Masuzawa, Y. Neo, T. Aoki, M. Nagao, T. Okamoto, M. Akiyoshi, N. Sato, I. Takagi, and Y. Gotoh, "Compact image sensor using CdTe and field emitter array", SPIE Optics and photonics, wide band gap power devices and applications, 28 August-1 September, 2016 San Diego Convention Center, USA, Keynote
  - 3) H. Mimura, Y. Neo and M. Nagao, "Micro field emitters: emission characteristics and applications", 2<sup>nd</sup> Autumn school on Advanced Materials, September 8-14, 2016 Cluj-Napoca, Romania, p. 50, Plenary
  - 4) H. Mimura, Y. Neo, Y. Inoue, and K. Suzuki, "Fabrication and characteristics of highly aligned CNT and P(VDF/TrFE) nanofiber sheets", 8<sup>th</sup> Inter. Conf. on Materials Science and Condensed Matter Physics, September 12-16, 2016, p. 36, State University of Moldova, Chisinau, Moldova, Plenary
  - 5) H. Mimura, Y. Neo, Y. Inoue, and K. Suzuki, "Fabrication of Highly Aligned CNT and P(VDF/TrFE) Nanofiber Sheets", 5<sup>th</sup> Thailand International Nanotechnology Conference (NanoThailand2016), The Greenery Resort, Khao Yai, Thailand, November 27-29, 2016, Invited
- 他 18 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 16 件

#### 【 招待講演件数 】

- ・ 真空ナノシンポジウムなど、国内外で 13 件

## シリコンナノ構造を用いた新機能デバイス

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



### 【 研究室組織 】

教 員: 池田 浩也、マニ・ナバニーザン (特任助教)  
研 究 員: ヴェラッパン・マニムス (CREST 特別研究員)  
博士課程: ベルスワミィ・パンディヤラサン (創造科技院 D3、私費)、山下 尚見 (創造科技院 D3、社会人)、鈴木 悠平 (創造科技院 D2)、セルバラジ・シャンティ (創造科技院 D2、国費)、チャンドラ・プラカシュ・ゴヤル (創造科技院 D1、国費)、ファイザン・カーン (創造科技院 D1、私費)、ファウジア・ホティマトウル (創造科技院 D1、私費)  
修士課程: M2 (2名)、M1 (1名)  
学 部 生: B4 (4名)

### 【 研究目標 】

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

- (1) 多元素系シリコンナノ構造による熱電変換特性の高効率化
- (2) ナノ構造材料のための熱電特性評価技術の開発
- (3) ウェアラブル発電デバイス用フレキシブル熱電材料の開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 極薄 SiGe 混晶膜の作製

混晶膜により熱伝導率の低減が期待できるため、SiGe 混晶ナノワイヤによる高効率化を目指している。厚さ 100nm の SOI 基板に Ge を蒸着し、熱処理を行うことにより極薄 SGOI 基板を作製した。Ge 原子と Si 原子の相互拡散に高温・長時間熱処理を要することがわかった。相互拡散を促進するために、Ar イオン照射により基板 SOI 表面に欠陥を導入できるよう、装置の改良を行った。

#### (2) KFM を用いたナノ構造熱電材料のゼーベック係数測定技術の構築

ナノ構造材料のゼーベック係数を測定するために、KFM (表面電位顕微鏡) を利用した技術を構築している。ゼーベック係数を評価する際に必要となる温度差を KFM で測定するために、Si の表面電位 (フェルミレベル) の温度依存性を測定した。その結果、アクセプタ濃度  $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$  の Si において、 $3 \text{meV/K}$  の温度係数が得られた。この値は理論値に比べて 5 倍ほど大きく、表面準位などの影響を含めた解析が今後必要である。

#### (3) ZnO ナノ構造/布材料の作製とゼーベック係数測定

熱水作用法を用いて ZnO ナノ構造を綿布や炭素布上に形成したフレキシブル材料を作製した。フレキシブル材料の、面内方向および厚さ方向のゼーベック係数を測定するための装置をそれぞれ自作し、測定精度の確認を行っている。

### 【 今後の展開 】

SiGe ナノワイヤ試料のゼーベック係数の測定を行い、混晶化とゼーベック係数の関係を明らか

にする。また、電子線を利用した熱伝導率測定装置を構築し、SiGe ナノワイヤの熱電変換性能指数を明らかにする。

【 学術論文・著書 】

- 1) V. Manimuthu, M. Arivanandhan, Y. Hayakawa and H. Ikeda, Reduction of the surface roughness of Ge-on-insulator layers up to sub-nanometer range by chemical mechanical polishing, *Journal of Advances in Physics*, 11 (2016) 4088-4092.
  - 2) V. Pandiyarasan, S. Suhasini, F. Khan, A. Ghosh, M. Abhijit, Y. Hayakawa, H. Ikeda, Incorporation of ZnO and their composite nanostructured material into a cotton fabric platform for wearable device applications, *Carbohydrate Polymers*, 157 (2017) 1801-1808.
  - 3) V. Pandiyarasan, J. Archana, A. Pavithra, V. Ashwin, M. Navaneethan, Y. Hayakawa, H. Ikeda, Hydrothermal growth of reduced graphene oxide on cotton fabric for enhanced ultraviolet protection applications, *Materials Letters*, 188 (2017) 123-126.
  - 4) V. Pandiyarasan, S. Sathiyamoorthy, K.H. Chowdary, M. Omprakash, K. Krishnamoorthy, T. Takeuchi, H. Ikeda, Morphology dependent thermal conductivity of ZnO nanostructures prepared via a green approach, *J. Alloys and Compounds*, 695 (2017) 888-894.
  - 5) V. Manimuthu, M. Arivanandhan, F. Salleh, Y. Shimura, Y. Hayakawa and H. Ikeda, Fabrication of high quality, thin Ge-on-insulator layers by direct wafer-bonding for nanostructured thermoelectric devices, *Semiconductor Science and Technology*, 32 (2017) 035021-1-10.
  - 6) V. Pandiyarasan, S. Suhasini, J. Archana, M. Navaneethan, M. Abhijit, Y. Hayakawa, H. Ikeda, Fabrication of hierarchical ZnO nanostructures on cotton fabric for wearable device applications, *Applied Surface Science*, in press.
  - 7) V. Manimuthu, M. Omprakash, M. Arivanandhan, F. Salleh, Y. Hayakawa, H. Ikeda, Phonon-drag contribution to Seebeck coefficient in p-type Si, Ge and  $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$ , *IEICE Transactions on Electronics*, in press.
  - 8) Y. Suzuki, F. Salleh, Y. Kamakura, M. Shimomura, H. Ikeda, Phonon-drag effect on Seebeck coefficient in co-doped Si wire with submicrometer-scaled cross section, *IEICE Transactions on Electronics*, in press.
- 他 8 編

【 国際会議発表件数 】

- ・ 2016 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications of Advanced Semiconductor Devices (AWAD2016), Hakodate (2016.7.4-6).
- ・ 2016 International Conference on Flexible and Printed Electronics, Yonezawa (2016.9.6-8).
- ・ 14th European Conference on Thermoelectrics, Portugal (2016.9.20-23).
- ・ International Union of Materials Research Society, International Conference of Young Researchers on Advanced Materials (IUMRS-ICYRAM2016), India (2016.12.11-15). など 2 2 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、電子情報通信学会など 9 件

【 招待講演件数 】

- ・ 1 件

【 新聞報道等 】

- 1) 中日新聞 (2016. 6. 12)
- 2) 静岡新聞 (2016. 6. 12)

【 受賞・表彰 】

- 1) AWAD2016 Young Researcher Poster Award, 鈴木 悠平, 2016 Asia-Pacific Workshop on Fundamentals and Applications Semiconductor Devices (Hakodate, 2016.7.6)



## 電子線励起アシスト超解像顕微鏡の開発

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



### 【 研究室組織 】

教 員: 居波 渉

修士課程: M2 (1名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

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

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 均一発光する高輝度蛍光膜の開発

本顕微鏡において高輝度なナノ光源を生成するための均一発光する蛍光体薄膜を開発した。原子層堆積法で窒化シリコン薄膜上に酸化亜鉛蛍光薄膜を成膜した。スパッタ法により成膜した蛍光体と比較して、場所によって発光強度がほとんど変わらない、均一な発光膜を得ることができた。

#### (2) 生きた細胞のナノイメージング

電子線励起アシスト顕微鏡に原子層堆積法で成膜した蛍光薄膜を導入し、非染色の MARCO 細胞を観察した。蛍光プローブなどによる染色は、細胞にダメージを与えるため、無染色での観察は重要である。その結果、太さ 130nm 程度の dendroid 構造を明瞭に観察できた。位相差顕微鏡では、dendroid 構造にはほとんどコントラストが付いていなかった。均一発光する高輝度蛍光膜により、観察試料による微小な明るさの変化を取得できるようになった。さらに、蛍光薄膜を透過した電子線が観察試料にダメージを与えることを防ぐため、金をコーティングする方法を開発した。金コーティングによって、電子線照射による試料にダメージが減るが、空間分解能がほとんど劣化しないことを確認した。

### 【 今後の展開 】

我々は電子線ビームを応用した超解像顕微鏡の開発を行っている。本顕微鏡で、観察対象を染色することなく超解像観察することを目指している。蛍光プローブなどによる染色は、細胞にダ

メージを与えるため、無染色での観察は重要である。現在、無染色の試料をより高いコントラストで観察できるように光学系を導入して、その効果を検証している。今後は、細胞だけでなくソフトマテリアルなどをナノスケールの空間分解能で観察する。それらから、新たな知見を得て、医療、工業分野に貢献する。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) I. K. M. M. Sahib, D. Thangaraju, N. Prakash, Y. Masuda, W. Inami, Y. Kawata, and Y. Hayakawa, “Size controlled synthesis of silver sulfide nanostructures by multi-solvent thermal decomposition method”, *Journal of Crystal Growth*, (2016) . 査読あり
- 2) M. Fukuta, A. Ono, N. Yasunori, W. Inami, L. Shen, Y. Kawata, and S. Terekawa, “Cell structure imaging with bright and homogeneous nanometric light source”, *Journal of Biophotonics*, Vol. 9, pp. 1-8, (2016) . 査読あり
- 3) M. Fukuta, Y. Masuda, W. Inami, and Y. Kawata, “Label-free cellular structure imaging with 82 nm lateral resolution using an electron-beam excitation-assisted optical microscope”, *Optics Express*, Vol. 24, No. 15, pp. 16487-16495, (2016) . 査読あり
- 4) I. Tanabe, Y. Tanaka, T. Ryoki, K. Watari, T. Goto, M. Kikawada, W. Inami, Y. Kawata, and Y. Ozaki, “Direct optical measurements of far- and deep- ultraviolet surface plasmon resonance with different refractive indices”, *Optics Express*, Vol. 24, No. 19, pp. 21886-21896, (2016) . 査読あり
- 5) Y. Kawata, M. Kikawada, A. Ono, and W. Inami, “Sensitive imaging of organelles in label-free cells by surface plasmon resonance in deep-ultraviolet region”, *proceedings of the UV and Higher Energy Photonics: From Materials to Applications conference*, Vol. Proc. SPIE 9926, (2016) . 査読あり
- 6) M. Fukuta, Y. Nawa, W. Inami, and Y. Kawata, “Prevention of electron beam transmittance for biological cell imaging using electron beam excitation-assisted optical microscope”, *Optical Review*, pp. 1-5, (2016) . 査読あり

#### 【 解説・特集等 】

- 1) 居波 渉, 川田善正, 「ナノバイオのための超解像顕微鏡の新たな応用展開」, *レーザー研究*, 44 巻 10 号, 642 (2016) .

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 14 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 10 件

## ミリメートル級長尺カーボンナノチューブによる 革新的高強度・高導電性・高熱伝導性材料

兼担・准教授 井上 翼 (INOUE Yoku)

ナノビジョン工学専攻 (主担当：工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)

専門分野： 半導体工学、ナノ材料工学

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

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



### 【 研究室組織 】

教 員：井上 翼

研 究 員：苅田 基志

博士課程：知久 典和 (創造科技院 D2、社会人)、木下 聖也 (創造科技院 D1)

修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

学 部 生：B4 (4名)

### 【 研究目標 】

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 配向した長尺多層カーボンナノチューブの新規合成方法開発

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

#### (2) カーボンナノチューブ紡績糸、シートの開発

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

### 【 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) カーボンナノチューブ・グラフェンの応用研究最前線, エヌティーエス出版, 丸山茂夫 監修, 第2編 第4章 第4節 紡績性 CNT アレイの合成と CNT アセンブリ, 井上翼, 2016. 9. 16.

- 2) “Rapid-response, widely stretchable sensor of aligned MWCNT/elastomer composites for human motion detection”, Katsunori Suzuki, Koji Yataka, Yasuro Okumiya, Shingo Sakakibara, Keisuke Sako, Hidenori Mimura, and Yoku Inoue, ACS Sensors **1**, pp.817-825 (2016).

他 4 件

【 国際会議発表件数 】

- 1) “Evaluation of Tensile Properties of Multi-Walled Carbon Nanotubes Synthesized by Chemical Vapor Deposition”, Itaru Tamaki, Keiichi Shirasu, Takamichi Miyazaki, Go Yamamoto, Raman Bekarevich, Kaori Hirahara, Yoshinobu Shimamura, Yoku Inoue, Toshiyuki Hashida, The 10th Asia-Pacific Conference on Fracture and Strength (APCFS2016), 19-22 September 2016, Toyama, Japan

他 6 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) “宇宙環境曝露したカーボンナノチューブ紡績糸の機械特性及び構造評価”, 苅田 基志, 井上 翼, 湊田 安浩, 人見 尚, 石川 洋二, 馬場 尚子, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会、パシフィコ横浜、2017. 3. 14-17
- 2) “ミスト触媒 CVD による紡績性 MWCNT アレイ成長法の開発”, 木下 聖也, 苅田 基志, 中野 貴之, 井上 翼, 三輪 鉄春, 長岡 宏一, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 13p-P5-3, 朱鷺メッセ, 2016. 9. 13-16

他 1 5 件

## 光子支援型熱電子発電器の開発と高機能化

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



### 【 研究室組織 】

教 員：荻野 明久

修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

人と自然にやさしい未来を目指して、太陽光や風力などの再生可能エネルギーの利用拡大が求められている。本研究は、光電変換の原理と熱電子発電の原理を組み合わせ、太陽エネルギーを電力に変換する新しい発電方式の実用化を目指している。この発電方式は、太陽光により電極内の電子を内部光電効果で励起させてから、熱的な効果で電子を飛び出させることで発電し、200℃以上で効率が最大になる。私たちは、この発電方式を光子支援型熱電子発電と呼んでおり、理論上のエネルギー変換効率は40%以上になる。太陽電池では、電極の温度が上がるとエネルギー変換効率が落ちるが、光子支援熱電子発電では逆に効率が上がる特徴があり、太陽電池とは異なる形態の運用が可能となる。例えば、太陽光以外にも工場や自動車のエンジンなどの排熱を熱源として併用することで高効率化が期待できる。

実用化の鍵は、電子放出源となる電極開発と飛び出した電子の輸送にあり、表面にナノ構造体をもつ電極の電子放出特性や電子の輸送に重要となるプラズマに関する研究も必要となる。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 大気圧プラズマジェットを用いた多結晶ダイヤモンド薄膜の表面改質と電子放出の改善

大気圧 He プラズマジェット処理を施したダイヤモンド膜表面の原子構造を解析し、熱電子放出特性への影響を調べた。プラズマジェットは石英管に He ガスをフローし、石英管の外側に取り付けた銅電極に高電圧を印加することで生成した。プラズマ照射条件は酸素の発光スペクトルから最適化した。X線光電子分光法(XPS)による表面解析の結果、処理時間の増加とともに表面酸素割合が増加し、その結合は主にC-Oである事が分かった。また水素を含まないC(=O)-結合については蛍光試薬を固定化し個別に評価した。プラズマ処理により酸素終端したダイヤモンド膜基板にCsを供給し熱電子放出特性を評価した結果、プラズマ照射時間と酸素原子組成比および熱電子放出電流に相関がある結果が得られた。これは酸素終端によるCs吸着の安定化向上や、プラズマによるエッチングにより非結晶成分が除去され結晶性の良い表面が露出したなどの要因が考えられる。

#### (2) マイクロ波プラズマにより水素および酸素終端した半導体エミッタの熱電子放出特性

熱電子発電および光支援熱電子発電の低温動作を実現するため、理論的に負性電子親和力(NEA)を有するダイヤモンドとSi基板をとりあげ、マイクロ波プラズマを用いた基板表面処理と熱電子放出特性について検討した。プラズマ処理した基板はXPSおよび紫外光電子分光法(UPS)等で解析するとともに熱電子放出特性を測定し、電子放出特性の向上に向けた検討を行っている。

プラズマ処理により酸素終端した Si またはダイヤモンド、さらに水素終端ダイヤモンド表面に Cs を供給することで熱電子放出電流は増加したが、それぞれの基板表面に対する仕事関数の低減量は処理条件により大きく異なった。また Cs 吸着酸素終端 Si 基板の光支援熱電子放出を評価した結果、基板温度上昇により光支援効果が減少すること、面方位により最適な酸化プロセスが異なることが分かった。水素終端ダイヤモンドにおいては、特異な電子放出特性が観られた。

#### 【 今後の展開 】

プラズマ処理による表面状態の変化と電子放出に関わるメカニズムを明らかにすることで電子放出特性を向上できると考えられる。なお、平成 27 年から企業と半導体エミッタを利用する熱電子発電の共同研究実施に至っており、Si 以外の半導体と表面改質手法を用いた電子放出特性の改善に取り組んでいる。

#### 【 学術論文・著書 】

1) Daisuke Morimatsu , Hiromitsu Sugimoto , Atsushi Nakamura , Akihisa Ogino, Masaaki Nagatsu, and Futoshi Iwata, “Development of a scanning nanopipette probe microscope for fine processing using atmospheric pressure plasma jet”, Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 08NB15 (2016).

#### 【 特許等 】

- 1) 森岡 直也, 木村 裕治, 片岡 光浩, 荻野 明久, 特願 2016-140962, 発明の名称 : 電子放出材料および電子放出素子
- 2) 木村 裕治, 片岡 光浩, 森岡 直也, 荻野 明久, 加藤 宙光, 山崎 聡, 牧野 俊晴, 特願 2017-030085, 発明の名称 : 電子放出材料および電子放出素子

#### 【 国際会議発表件数 】

1) Akihisa Ogino, Takatoshi Watanabe, Kenjiro Murata and Jumpei Suzuki, “Plasma Surface Treatment for Improving Adsorption of Alkali Metals on Heated Surfaces”, ISPLasma2017 / IC-PLANTS2017, Nagoya, Japan (2017.3.4) 04aD06O.

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 中野 嘉紀, 渡邊 孝俊, 森岡 直也, 木村 裕治, 荻野 明久, “大気圧プラズマジェット照射により導入された ダイヤモンド膜表面の炭素-酸素結合の評価”, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, パシフィコ横浜 (2016.3.14) 14p-P1-22.
- 2) 長谷川 祐詩, 森岡 直也, 木村 裕治, 荻野 明久, “マイクロ波励起水素プラズマ照射したナノ結晶ダイヤモンド薄膜表面の XPS 分析”, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, パシフィコ横浜 (2016.3.14) 14p-P1-23.
- 3) 鈴木 淳平, 荻野 明久, “Ar/O<sub>2</sub> 混合ガスプラズマを照射した Si 表面のアルカリ金属吸着特性”, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, パシフィコ横浜 (2016.3.14) 14p-P1-24.
- 4) Akihisa Ogino, Takatoshi Watanabe, Yoshiki Nakano, Jumpei Suzuki, “Study of Thermionic Emission on Semiconductor Obtained by Adsorption of Cs on Plasma Treated Surface”, 34th Symposium on Plasma Processing (SPP34)/ The 29th Symposium on Plasma Science for Materials (SPSM29), Hokkaido University, 2017.1.16-18, P2-22.
- 5) K. Murata, A. Ogino, N. Morioka, Y. Kimura, “Investigation of Optimum Oxygen-Terminated Diamond Surface Prepared by Atmospheric-Pressure Plasma Jet for Thermionic Emission in Cs Vapor”, 第 26 回日本 MRS 年次大会, 横浜市開港記念会館および産業貿易センタービル, C4-O19-003.

他 2 件

## プラズモニクスを利用した高性能光デバイスの開発

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



### 【 研究室組織 】

教 員 : 小野 篤史

博士課程 : D1 (1名)

修士課程 : M2 (3名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

我々の研究室は、光と金属の相互作用を利用したナノプラズモニクス研究に取り組んでいます。金属中の自由電子が光と共鳴的に振動することにより、金属表面近傍に入射光強度の数十倍以上に増強された光の場が生成されます。

本研究は、この光増強場を利用した光反応の高効率化を目的とし、光吸収増大、発光増強、光閉じ込めによる超解像イメージングなどの研究に取り組んでいます。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 2光子励起光還元法による金属ナノ構造作製技術の確立

本研究では、超短パルスレーザー照射時に起こる2光子吸収を金属光還元に応用し、数100nmサイズの金属ナノ構造作製技術を確立した。レーザー照射条件を適切に制御し、直径250nmの銀ナノディスクの作製に成功した。

#### (2) 深紫外励起表面プラズモンによる細胞の自家蛍光高感度観察

本研究では、深紫外励起表面プラズモンによる電場増強効果を細胞の自家蛍光発光効率向上に応用した。アルミニウム薄膜上に培養した固定化した細胞からの自家蛍光スペクトルおよび自家蛍光分布を表面プラズモン励起光学系にて観察した。細胞内の重要構造である核酸やミトコンドリアの自家蛍光観察を実証した。

### 【 今後の展開 】

我々は上記のようにプラズモニクスを利用した高性能光デバイス、電子デバイスの開発を目指している。当面の今後の研究展開としては、プラズモニクスを利用した高色純度イメージセンサの開発、高効率プラズモン伝搬型結晶性銀ナノワイヤの作製と伝搬特性の計測を考えている。

### 【 学術論文・著書 】

1) Hidekazu Ishitobi, Taka-aki Kobayashi, Atsushi Ono, and Yasushi Inouye, "Near-field optical mapping

- using photo-induced polymer movement of azo-polymers,” Optics Communications 387, 24-29 (2017).
- 2) Masahiro Fukuta, Atsushi Ono, Yasunori Nawa, Wataru Inami, Lin Shen, Yoshimasa Kawata, and Susumu Terekawa, “Cell structure imaging with bright and homogeneous nanometric light source,” Ultramicroscopy 9, 1, 1-8 (2016).

【 特許等 】

- 1) 小野篤史, 香川景一郎, 川人祥二, 安富啓太 : 「光学素子、それを含む撮像素子、光学素子の製造方法、及び撮像素子の製造方法」, 特願 2016-126742

【 国際会議発表件数 】

- ・ The 37th Progress In Electromagnetics Research Symposium (2016.8) など 8 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会など 1 1 件

【 招待講演件数 】

- ・ The 37th Progress In Electromagnetics Research Symposium (2016.8) など 2 件



## 高機能 CMOS イメージセンサとその応用

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



### 【 研究室組織 】

教 員：川人 祥二 (電子工学研究所コア、教授)、香川 景一郎、安富 啓太 (工学部 電気電子工学科・電子工学研究所サブコア、助教)  
博士課程：望月 風太 (創造科技院 D2、私費)、Sivakumar Panneer Selvam (創造科技院 D3、私費)  
修士課程：M2 (1名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

私は、イメージセンサ (LSI)・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、新方式の多点多機能顕微鏡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や、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) 極限性能 (低ノイズ/超高速/超低消費電力) をもつ CMOS イメージセンサおよびその応用システムの開発
- (2) 小型マルチレンズカメラをベースとした歯科・内視鏡等医療応用システムの開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) マルチアパーチャ超高速カメラ

複眼光学系・撮像デバイス・圧縮サンプリングを融合することで、効率的な時間サンプリング (圧縮率 100%以上) と、シリコンイメージセンサにおける最速フレームレート (2 億枚毎秒) を実現している。利便性を向上するために通常の単眼レンズを利用可能な像面マルチアパーチャ方式を開発している。実効 10 億枚毎秒のフレームレートを目指し、次世代の超高速 CMOS イメージセンサを開発中である。(VDEC デザイナーズフォーラム 2016)

#### (2) マルチアパーチャ低ノイズカラーカメラ

Folding/Cyclic ADC を用いた低ノイズカラー CMOS イメージセンサとレンズの組合せを複数用いたマルチアパーチャ光学系に選択的平均法を適用することを検討している。ノイズにはスパース性が無いことを利用し、圧縮センシングを適用した画像再構成法を検討した。極低照度環境下においてセンサノイズと同時にフォトンショットノイズを低減するために、RTS ノイズを含むセンサノイズとフォトンショットノイズを確率分布により定式化し、最尤推定法により両方のノイズを効果的に低減できることを示した。また、埼玉大学との共同研究により、確率的手法により低 S/N のマルチアパーチャ画像からデプスマップを推定し、複数の画像から視差を除去して 1 つの高 S/N の全焦点画像を得た。(Phonics J., Article 6900325(2016), Electronic Imaging 2017, IWAIT 2017)

#### 【 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) D. Lioe, K. Mars, S. Kawahito, K. Yasutomi, K. Kagawa, T. Yamada, and M. Hashimoto, “A stimulated Raman scattering CMOS pixel using a high-speed charge modulator and lock-in amplifier,” MDPI Sensors, Vol. 16, no. 4, Article 532, pp. 1-16 (Apr., 2016).
- 2) Y. Takigichu, M. -W. Seo, K. Kagawa, H. Takamoto, T. Inoue, S. Kawahito, and S. Terakawa, “Mechanical scanner-less multi-beam confocal microscope with wavefront modulation,” Opt. Rev., Vol. 23, Issue 2, pp. 364-368 (Apr., 2016).
- 3) M. H. Conde, B. Zhang, K. Kagawa, and O. Loffeld, “Low-light image enhancement for multiaperture and multitap systems,” IEEE Photonics Journal, Vol. 8, Issue 2, Article 6900325 (Apr., 2016).

#### 【 解説・特集等 】

- 1) 香川景一郎, 望月風太, 沖原伸一郎, ソミンウン, 安富啓太, 川人祥二, “シリコンイメージセンサー・光学・信号処理の融合による超高速時間分解撮像のコモディティ化”, O plus E, Vol. 39, No. 3, pp. 258-263 (Mar., 2017).
- 2) 香川景一郎, “コラム CMOS 画像センサーによる圧縮センシング”, パリティ, Vol. 31, No. 04, p. 39 (Apr., 2016).

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) H. Ishida, K. Kagawa, S. Kawahito, T. Takasawa, K. Yasutomi, B. Zhang, M. -W. Seo, T. Komuro, “RTS and photon shot noise reduction based on maximum likelihood estimate with multi-aperture optics and semi-photon-counting-level CMOS image sensors,” In Proc. Electronic Imaging 2017, IMSE-190 (Burlingame, Feb. 2, 2017)

他 2 3 件

#### 【 国内学会発表件数 】

・日本光学会、映像情報メディア学会など 1 2 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 31st ICHSIP

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 第 32 回電気通信普及財団賞 (テレコムシステム技術賞), 「Optical vehicle-to-vehicle communication system using LED transmitter and camera receiver」, 香川景一郎, 高井勇, 原田知育, 安藤道則, 安富啓太, 川人祥二 (2017.3).
- 2) International Workshop on Advanced Image Technology (IWIAT 2017) Best Paper Award, Kuniyuki Kugenuma, Takashi Komuro, Bo Zhang, Keiichiro Kagawa and Shoji Kawahito, “High-sensitivity imaging using a multi-aperture camera based on image synthesis with disparity compensation,” (2017.01)
- 3) VDEC デザインアワード嘱託賞, 佐藤祐人, 香川景一郎, “10 億枚/秒以上を目指す超高速時間圧縮 CMOS イメージセンサ” (2016.08).

## 真空電子を用いた能動デバイス

兼担・准教授 根尾 陽一郎 (NEO Yoichiro)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース  
副担当：電子工学研究所 ナノビジョン研究部門)  
専門分野： 真空ナノエレクトロニクス  
e-mail address: neo.yoichiro@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~ryneo/>  
[http://www.rie.shizuoka.ac.jp/?page\\_id=55](http://www.rie.shizuoka.ac.jp/?page_id=55)



### 【 研究室組織 】

教 員：三村 秀典 (電子工学研究所教授)、根尾 陽一郎

博士課程：Lia Aprilia (創造科技院 D1、国費)

修士課程：M2 (5名)、M1 (6名)

### 【 研究目標 】

我々は、真空中を走行する電子と光 (プラズモニクス) に注目して研究を行っている。特に K ベクトルを制御する事で電子から光に、光から電子にエネルギーを伝達する動作機構を積極的に利用することを目的とする。真空電子の走行速度の上限が光速、耐放射線特性に優れている等の特性を積極的に活かし、固体デバイスでは実現困難な真空電子ならではの研究を行っている。また新規電子源や電子放出の物理・材料にも注目して基礎から応用までを含め広く研究を行っている。近年ではプラズモニクスを加えた以下のテーマを中心に研究を推進している。

- (1) 超放射スミス・パーセル実現, および極短パルス電子ビームの生成
- (2) 炭化タングステンによる高輝度電界放射陰極の開発
- (3) MIM 構造を用いた共振器結合と高速ミラーの開発
- (4) エバネッセント波増幅による表面プラズモン増幅器の基礎研究
- (5) 色素ドーパ単結晶 P (VDF-TrFE) ナノファイバー
- (6) 耐放射線撮像管の開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 極短パルス電子ビームの生成及び、スミス・パーセル超放射

テラヘルツ帯で動作可能な超放射スミス・パーセルの実現には発振波長より十分に短い高速変調電子ビームが必要不可欠となる。従来の金属ホトソードは量子効率が低いといった課題があった。そこで高量子効率と応答速度を兼ね備えたホトカソードの研究を行っている。負電子親和力 GaAs 半導体、アルカリ金属光電面の開発をこれまでに行ってきた。アルカリ金属光電面は、長波長化を目指す。

#### (2) 炭化タングステンによる高輝度電界放射陰極の開発

BCC 構造のタングステン (110) 電界放射陰極 (W-FE) 上に六方晶の炭化タングステン (WC) の単結晶が成長することを見出した。WC は W と比較し、低い仕事関数を持ち、また剛性、耐環境性に優れており高輝度化に有効な陰極と期待される。結晶成長のメカニズム解析を Field Ion Microscopy により行い、原子オーダーでの WC 成長過程を解明する。

#### (3) MIM 構造を用いた共振器結合と高速ミラーの開発

Metal-Insulator-Metal (MIM) 構造により、Wave guide (WG) モードと表面プラズモン共鳴

(SPR) の 2 種類共振器を実現する。WG と SPR、及び入射光と WG とのカップリング強度、更に周波数を厳密に制御する事により、4 種類の結合モードをエネルギー座標のみならず k 空間で実現可能とした。この成果を元に高速ミラーの開発を行う。

#### (4) エバネッセント波増幅による表面プラズモン増幅器の基礎研究

近年注目を集める SPASER (Surface plasmon amplification by stimulated emission of Radiation) の基礎実験を推進している。しかしエバネッセント波を増幅可能な否かという動作原理が半世紀以上未解決のままである。本研究は共振器構造を用いない実験系で正確に確認することを目的としている。

#### 【 今後の展開 】

真空走行電子ビーム、特にテラヘルツ帯の発振が可能な高周波管に関する研究から、プラズモニクス、その両者を取り入れた発想に注目して研究を推進する。今後も引き続き真空電子の永遠の課題である超高輝度カソード・超高速空間変調ビーム形成を始め、真空電子デバイスの応用の拡大、プラズモニクス (SPASER 等) を積極的に追求していく。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Y. Neo, T. Matsumoto, T. Watamabe, M. Tomita, and H. Mimura, “Transformation from plasmon-induced transparency to -induced absorption through the control of coupling strength in metal-insulator-metal structure.” *Opt. Express* **24**, 26201-26208(2016).
- 2) K. Matsunaga, T. Watanabe, Y. Neo, T. Matsumoto, and M. Tomita, “Attenuated total reflection response to wavelength tuning of plasmon-induced transparency in a metal-insulator-metal structure”, *Optics Letters* **41**, 5274-5277(2016).
- 3) H. Shimawaki, M. Nagao, Y. Neo, H. Mimura, F. Wakaya, and M. Takai, “Electron emission properties of gated silicon field emitter arrays driven by laser pulses”, *Appl. Phys. Lett.* **109**, 183106(2016). IF3.142
- 4) Kunio Tsutaki, Yoichiro Neo, Hidenori Mimura, Norio Masuda, Mituru Yoshida, “Design of a 300 GHz Band TWT with a Folded Waveguide Fabricated by Microelectromechanical Systems”, *J. Infrared Milli, Terahz. Waves*, **37**, 1166–1172(2016).
- 5) Yuki Honda, Masakazu Nanba, Kazunori Miyakawa, Misao Kubota, Masayoshi Nagao, Yoichiro Neo, Hidenori Mimura and Norifumi Egami, “Electrostatic-focusing image sensor with volcano-structured Spindt-type field emitter array”, *J. Vac. Sci. Technol. B* **34**(2), Sep/Oct (2016) 052201-1-6.
- 6) Tomoaki Masuzawa, Yuki Kudo, Hidenori Mimura, Yoichiro Neo, Ken Okano, and Takatoshi Yamada, “Modification of internal barrier in hydrogen-terminated heavily phosphorus-doped diamond for field emission”, *Phys. Status Solidi A* **213**, No. 8, 2063–2068 (2016).
- 7) Yuki Honda, Masakazu Nanba, Kazunori Miyakawa, Misao Kubota, Masayoshi Nagao, Yoichiro Neo, Hidenori Mimura, and Norifumi Egami, “Double-gated, Spindt-type Field Emitter with Improved Electron Beam Extraction”, *IEEE Transactions on Electron Devices*, **63**, 2182-2189(2016).

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 15 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 15 件

## 光再構成デバイス、リコンフィギャラブルデバイス

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



### 【 研究室組織 】

教 員 : 渡邊 実  
博士課程 : 藤森 卓巳  
修士課程 : M2 (1名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

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

### 【 主な研究成果 】

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

### 【 今後の展開 】

光電子融合デバイスの耐放射線性能を明らかにしていきたい。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) T. Fujimori, M. Watanabe, "High-speed scrubbing demonstration using an optically reconfigurable gate array," Optics Express, Vol. 25, Issue 7, pp. 7807-7817, March, 2017.
- 2) 渡邊 実, 佐野 健太郎, 高前田 伸也, 三好 健文, 中條 拓伯, "FPGA ハードウェア・アクセラレーション向け日の丸高位合成ツール" 電子情報通信学会論文誌, Vol. J100-B, No. 1, pp.1-10, Jan. 2017. (招待論文)
- 3) A. Ogiwara, M. Watanabe, "Effects of multi-context information recorded at different regions in holographic polymer-dispersed liquid crystal on optical reconfiguration," Japanese Journal of Applied Physics, Vol. 55, pp. 08RG04-1 - 08RG04-6, July, 2016.

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) H. Shinba and Minoru Watanabe, "Optically reconfigurable gate array platform for Mono-instruction set computer architecture," IEEE Annual Computing and Communication Workshop and Conference, pp. 1-4, Jan., 2017.
- 2) Y. Ito, M. Watanabe, A. Ogiwara, "A 200 Mrad radiation tolerance of a polymer-dispersed liquid crystal holographic memory," IEEE International Conference on Data Science and Systems, pp. 1534-1535, Dec., 2016.

- 3) T. Fujimori, M. Watanabe, "Compilation time advantage of parallel-operation-oriented optically reconfigurable gate arrays," International Conference on Advanced Mechatronic Systems, pp. 306-311, Nov., 2016.
- 4) T. Akabe, M. Watanabe, "A 300 Mrad total-ionizing dose experiment of lasers used for holographic memories," International Conference On Advances in Computing, Electronics and Electrical Technology, pp. 17-20, Nov., 2016.
- 5) B. Ramanathan, M. Watanabe, "Photodiode sensitivity measurement methodology using a low light intensity for optically reconfigurable gate arrays," International conference on computer science & education, pp. 454-457, Aug., 2016.
- 6) S. Furukawa, I.S.A. Halim, M. Watanabe, F. Kobayashi, "Direct optical communication on an optically reconfigurable gate array," International Conference on Future Generation Communication Technologies, pp. 17-20, Aug., 2016.
- 7) T. Fujimori, M. Watanabe, "Radiation tolerance of a MEMS mirror device," International Conference on Optical MEMS and Nanophotonics, pp. 1-2, July, 2016.
- 8) Y. Ito, M. Watanabe, A. Ogiwara, "Demonstrating a holographic memory having 100 Mrad total-ionizing-dose tolerance," International Conference on Mechanical and Aerospace Engineering, pp. 377 - 380, July, 2016.
- 9) T. Fujimori, M. Watanabe, "Architecture-independence negative logic implementation for optically reconfigurable gate arrays," International Conference on Mechanical and Aerospace Engineering, pp. 381 - 385, July, 2016.
- 10) K. Akagi, M. Watanabe, "A 180 Mrad Total-Ionizing Dose Experiment for Laser Arrays on Optically Reconfigurable Gate Arrays," 25th Annual Single Event Effects (SEE) Symposium, May, 2016.

【 国内学会発表件数 】

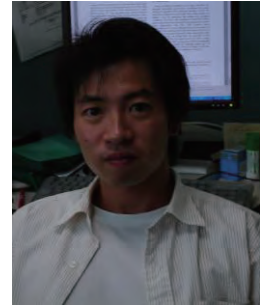
- ・ リコンフィギュラブルシステム研究会、電子情報通信学会総合大会、応用物理学会など 11 件

【 受賞・表彰 】

- 1) Best Paper Award, M. Watanabe, IEEE Annual Computing and Communication Workshop and Conference, Jan., 2017.
- 2) Excellent Oral Presentation Award, M. Watanabe, International Conference on Mechanical and Aerospace Engineering (IEEE), July, 2016.
- 3) (世界一位) First Place in FPGA Design Competition 2016, T. Fujimori, Y. Ito, R. Terada, S. Fujisaki, T. Hatamochi, H. Shinba, M. Watanabe, International Conference on Field-Programmable Technology, Dec. 2016.
- 4) (世界一位) First Place of the Limited Category in the FPGA Design Competition, T. Fujimori, Y. Ito, T. Akabe, M. Watanabe, International Workshop on Highly Efficient Accelerators and Reconfigurable Technologies, July, 2016.
- 5) (世界一位) First Place of the Unlimited Category in the FPGA Design Competition, T. Fujimori, Y. Ito, T. Akabe, M. Watanabe, International Workshop on Highly Efficient Accelerators and Reconfigurable Technologies, July, 2016.
- 6) (日本一位) エンベデッド部門 優勝, 第 7 回 相磯秀夫杯 デザインコンテスト (The 2nd RECONF/CPSY/ARC/GI Trax デザインコンペティション), 藤森卓巳, 伊藤芳純, 渡邊実, FIT2016 第 15 回情報科学技術フォーラム イベント企画, 2016. 9.
- 7) (日本一位) 一般部門 優勝, 第 7 回 相磯秀夫杯 デザインコンテスト (The 2nd RECONF/CPSY/ARC/GI Trax デザインコンペティション), 藤森卓巳, 伊藤芳純, 渡邊実, FIT2016 第 15 回情報科学技術フォーラム イベント企画, 2016. 9.
- 8) 学生研究奨励賞, 社団法人電子情報通信学会東海支部, 赤部知也, 2016. 6.

## テラヘルツ帯における分光技術及び超伝導検出デバイスの開発

兼任・講師 武田 正典 (TAKEDA Masanori)  
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: 超伝導エレクトロニクス、ミリ波・サブミリ波回路  
e-mail address: takeda.masanori@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員: 武田 正典

修士課程: M1 (2名)

### 【 研究目標 】

超伝導の特性を活かした究極的な高周波デバイスの実現及び新奇デバイスの創成を目標としている。現在及び将来にわたる目標を下記に示す。

- (1) 1 THz 以上の周波数領域における極低雑音広帯域ヘテロダイン受信機の開発
- (2) テラヘルツ帯における低消費電力動作極低雑音増幅器の実現

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 新奇構造超伝導 SIS ミキサーの開発

超伝導トンネル接合を用いる SIS ミキサーの動作周波数は、接合容量を除去するための共振回路で決定される。通常、共振回路における損失を低減するためインダクタンス成分として超伝導マイクロストリップを用いるが、その場合、超伝導ギャップ周波数以上の周波数領域では低雑音動作が期待できない。MgO 基板上的 Al 薄膜を作製し、低温での残留抵抗を測定したところ、水晶など他の基板上に作製した Al 薄膜より抵抗率が数倍優れていることが分かった。そこで、新たに金属系 Al/MgO/Al マイクロストリップを共振回路に用いる金属-超伝導ハイブリッドミキサーを提案し、その性能検討を行った。提案したミキサーは、超伝導ギャップ周波数以上の周波数領域でも量子雑音限界の約 10 倍程度の低雑音動作が期待できる。

#### (2) 進行波型超伝導パラメトリック増幅器の開発

マイクロ波カイネティックインダクタンス検出器 (MKID) や超伝導量子ビットの読み出し回路において、高電子移動度トランジスタ (HEMT) を凌駕する極低雑音マイクロ波増幅器が望まれている。そのような増幅器を実現するため、超伝導コプレーナ線路に誘起される非線形カイネティックインダクタンスを利用する進行波型超伝導パラメトリック増幅器の設計を行った。単結晶及び多結晶窒化ニオブチタン (NbTiN) 極薄膜を作製し、それらの磁場侵入長及び臨界電流密度の測定値を用いて利得及び雑音性能を計算した。その結果、単結晶 NbTiN 薄膜において強いカイネティックインダクタンス非線形性が期待でき、短い線路長で高い利得が得られることを示した。また、超伝導コプレーナ線路を用いたマイクロ波伝送実験により、単結晶 NbTiN 薄膜におけるカイネティックインダクタンス非線形性を観測している。

#### 【 今後の展開 】

設計した進行波型超伝導パラメトリック増幅器の動作実証をマイクロ波帯で行い、その後テラヘルツ動作へ向けた拡張を行う。テラヘルツ帯には未だ優れた低雑音増幅器が存在しない。他の周波数・波長域同様、テラヘルツ帯で低雑音増幅器が実現できれば、テラヘルツ波応用の著しい進展が期待できる。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Atsushi Nakamura, Toshiki Hamanishi, Shotaro Kawakami, Masanori Takeda, “A piezo-resistive graphene strain sensor with a hollow cylindrical geometry”, Material Science and Engineering B, pp. 20-27, 2017.

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 1 件 (ISS2016)

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 3 件 (応用物理学会)



## シリコン中の単一量子準位を用いた単一電荷・単一スピンの操作技術の開発

兼任・講師 堀 匡寛 (HORI Masahiro)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当：電子工学研究所  
極限デバイス研究部門)  
専門分野： 半導体工学、量子エレクトロニクス  
e-mail address: hori.masahiro@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/nano/>



### 【 研究室組織 】

教 員：堀 匡寛

### 【 研究目標 】

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

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) チャージポンピングEDMR法の高感度化

電氣的に電子スピン共鳴を検出する Electrically detected magnetic resonance (EDMR) 法と界面欠陥解析技術であるチャージポンピング法とを組み合わせ「チャージポンピングEDMR法」を立ち上げ、この手法をシリコンMOSトランジスタに適用した。我々がこれまでに蓄積してきた高感度測定技術を駆使することで、高い感度(低ノイズ)でMOS界面のシリコンダングリングボンドの信号を検出することに成功した(図1)。(Appl. Phys. Express, Vol.10 (2017))

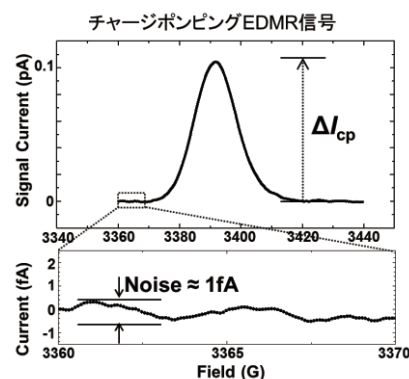


図1：チャージポンピングEDMR法による信号とノイズ

#### (2) SOI 界面の欠陥の解析

電子の界面欠陥への捕獲、正孔との再結合といったチャージポンピングにおける素過程を実時間領域で観測できる実時間チャージポンピング法を Silicon-on-insulator (SOI)-PIN-Gated ダイオードに適用した。ゲートに与えるパルス電圧のパラメータを調整し、微小な出力電流を検出、解析することにより、界面欠陥に捕獲される電子の動的挙動を明らかにした。(Jpn. J. Appl. Phys., Vol.56 (2017))

### 【 今後の展開 】

以上のように、我々はシリコン中の単一量子準位における「たった1個の電子」を操作するためにその基盤技術構築に取り組んでいる。今後は、単一電荷、単一スピンの検出に向けて、低温測定系の構築も視野に入れた測定システムの高感度化を目指す。

**【 学術論文・著書 】**

- 1) M.Hori, T.Tsuchiya and Y.Ono, “Improvement of charge-pumping electrically detected magnetic resonance and its application to silicon metal-oxide-semiconductor field-effect transistor”, Appl. Phys. Express Vol.10 (2017), pp.015701\_1-4.
- 2) T.Watanebe, M.Hori, Ttsuchiya, A.Fujiwara and Y.Ono, “Time-domain charge pumping on silicon-on-insulator MOS devices”, Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 56 (2017), pp.011303\_1-5.
- 3) M. Hori and Y. Ono, “EDMR on recombination process in silicon MOSFETs at room temperature”, Advances in intelligent system and computing Vol. 519 (2017), pp. 89-93.
- 4) Y. Ono, M. Hori, G. P. Lansbergen and A. Fujiwara, “Manipulation of single charges using dopant atoms in silicon – Interplay with intervalley phonon emission –”, Advances in intelligent system and computing Vol. 519 (2017), pp. 137-141.
- 5) A.Samanta, M.Muruganathan, M.Hori, Y.Ono, H.Mizuta, M.Tabe and D.Moraru, “Single-electron quantization at room temperature in a-few-donor quantum dot in silicon nano-transistors”, Appl. Phys. Lett. (2017) accepted for publication.

**【 国際会議発表件数 】**

- 1) 2016 EMN Quantum Meeting (EMN), Phuket, Thailand (2016.4.8-11)
  - 2) 2016 IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop (SNW) ,Honolulu, USA (2016.6.12-13)
  - 3) 15<sup>th</sup> International Conference on Global Research and Education (IA) , Warsaw, Poland (2016.9.26-28)
- 他 4 件

**【 国内学会発表件数 】**

- ・ 応用物理学会など 7 件

**【 招待講演件数 】**

- ・ EMN Quantum Meeting など 3 件

## (2)オプトロニクスサイエンス部門

部門長 早川 泰弘

### 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9名の教員から構成されている。研究目的は、光とエレクトロニクスとの融合を学術的な観点から探求し、その成果を社会に還元することである。(1) プローブ顕微鏡や非線形レーザー顕微鏡の開発、(2) ナノ加工、ナノ操作技術、表面・界面における原子スケールでの構造制御、(3) 太陽光、応力、熱エネルギーを利用した発電デバイスや次世代光素子材料の開発、(4) 瞳孔検出技術とその応用、(5) プラズマプロセスと応用、(6) 超高感度センシングデバイスの開発等に取り組んでいる。

### 2. 教員名と主なテーマ（○は兼任教員）

- 早川 泰弘：エネルギーデバイス関連高品質材料の結晶成長
- 岩田 太：プローブ顕微鏡開発、ナノ加工、ナノ操作
- 江上 力：非線形レーザー顕微鏡
- 海老澤嘉伸：ビデオカメラによる瞳孔検出技術とその応用
- 下村 勝：表面・界面における原子スケールでの構造制御
- 村上 健司：エネルギー変換機能材料の開発
- 李 洪 譜：ナノファイバを用いたファイバグレーティングの開発とその全光学的信号処理及び超高感度センシングデバイスへの応用
- 木下 治久：プラズマを用いた非晶質窒化炭素膜の作製とデバイス応用
- 清水 一男：大気圧マイクロプラズマ応用による医療・環境分野の研究

### 3. 部門の活動（詳細は各教員のページを参照してください。）

#### (1)受賞（9件）

岩田 太教員

- ①松浦 敏樹，“空間光変調器により制御された単一光ビームによる非干渉な疑似マルチスポット電気泳動堆積法の開発と複雑な微細立体造形”，第16回日本表面科学会中部支部学術講演会講演奨励賞（平成28年12月17日）
- ②森松 大亮，大学院研究業績優秀に関する学長表彰（平成28年7月13日）

他3件

早川 泰弘教員

- ①S.Harish（創造科学技術大学院博士2年），Best presentation award, 2017 International symposium towards the future of advanced researches in Shizuoka University (2017.3.8)

他3件

#### (2)特許（23件）

海老澤嘉伸教員

##### ①出願

名称:眼部画像処理装置

発明者:海老澤嘉伸, 特願 2017-044269, 出願日:平成29年2月8日

他11件

##### ②公開

名称:口領域検出装置及び口領域検出方法

発明者:海老澤嘉伸, WO2016/159255 A1, 公開日:平成28年10月6日

他6件

##### ③登録

名称:PUPIL DETECTION METHOD, CORNEAL REFLEX DETECTION METHOD, FACIAL POSTURE DETECTION METHOD, AND PUPIL TRACKING METHOD

発明者:海老澤嘉伸, US 8,514,538 B2, 登録日:平成 28 年 12 月 6 日

他 3 件

### (3)招待講演 (8 件)

岩田 太教員

- ①F. Iwata: Localized atmospheric pressure jet fin processing using a scanning nanopipette probe microscope, 15th Asia-Pacific Conference on Fundamental Problems of Opto-and Microelectronics APCOM-2016 Khabarovsk, Russia 2016.10.11-13

他 5 件

清水 一男教員

- ①K. Shimizu, A. N. Tran, K. Hayashida, and M. Blajan, "Feasibility study of plasma drug delivery for improving precutaneous absorption of skin", 6th International Conference on Plasma Medicine, (ICPM-6), Comenius University, (Bratislava, Slovakia), I-12, (Sep., 2016).

李 洪譜教員

- ①H. Li: Helical long-period fiber grating and its applications to flat-top band-rejection filter and fiber sensors, The 15<sup>th</sup> International Conference on Optical Communications & Networks 2016, Hangzhou (China), Paper T4-I-02

### (4)共同研究及び外部資金 (代表)

岩田 太教員

- ・文部科学省科学研究費 基盤研究(B)、挑戦的萌芽研究、生体医歯工学共同研究拠点共同研究プロジェクト 3 件

海老澤嘉伸教員

- ・共同研究 1 件

江上 力教員

- ・文部科学省科学研究費 基盤研究(B)

下村 勝教員

- ・生体医歯工学共同研究拠点共同研究プロジェクト

早川 泰弘教員

- ・文部科学省科学研究費 挑戦的萌芽研究、生体医歯工学共同研究拠点共同研究プロジェクト 2 件

村上 健司教員

- ・生体医歯工学共同研究拠点共同研究プロジェクト

### (5)新聞報道(4 件)

早川 泰弘教員、村上 健司教員、下村 勝教員 他

- ①平成 28 年 6 月 12 日(日) 中日新聞、朝刊 “LED ピカッ 工作楽しい 浜松科学館 児童ら 180 人理科教室”

他 2 件

早川 泰弘教員

- ①平成 29 年 1 月 19 日(木) 中日新聞、朝刊 “浜松の過去・現在・未来” 静岡大・中日新聞連携講座

### (6)国際交流

早川 泰弘教員

- ・JST さくらサイエンスプランと工学部 SSSV を利用し、海外から学生を招聘

### (7)特記事項:

海老澤嘉伸教員

- ・産学パートナーシップ創造展および JST フェアにて 2 点の展示(平成 28 年 8 月 25 日~26 日, 東京ビッグサイト西展示棟 1 階 西 2 ホール)

## エネルギーデバイス関連高品質材料の結晶成長

兼任・教授 早川 泰弘 (HAYAKAWA Yasuhiro)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：電子工学研究所  
ナノマテリアル研究部門)  
専門分野： 電子材料科学、結晶成長  
e-mail address: hayakawa.yasuhiro@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://maruhan.rie.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員：早川 泰弘、志村 洋介 (電子工学研究所助教)  
博士課程：ペルー・ニーマル クマール (創造科技学院 D3、国費)、ナタラジャン・プラカシュ (創造科技学院 D3、私費)、ムルゲサン・タリニ (創造科技学院 D2-D3、国費)、マニ・サバリナザン (創造科技学院 D2-D3、私費)、サンダナクリシュナン・ハリッシュ (創造科技学院 D2、私費)、ラマラジ・サンカー ガネッシュ (創造科技学院 D1-D2、国費)、イブラヒムカリルラ・モハメド マダルサヒブ (創造科技学院 D1-D2、私費)  
修士課程：M2 (1名)、M1-M2 (ABP 後期入学) (2名)、M1 (1名)、M1 (ABP 後期入学) (1名)  
研究 生：(インド国 SRM 大学学生) (2名)

### 【 研究目標 】

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

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 微小重力環境下での多元素半導体結晶成長

国際宇宙ステーション「きぼう」内の微小重力環境下において GaSb 結晶面方位の異なる 4 種類の試料 {(111) A, (111) B, (110), (100)} を用いて微小重力環境下実験を行い、種結晶と供給原料の溶解量、結晶成長速度、In 組成分布を測定した。(111) A 面試料、(111) B 面試料とも成長界面形状は平坦であった。(111) B 面試料は (111) A 面試料よりも溶解しやすく、結晶成長速度が大きくなった。これは、(111) A 面と (111) B 面の結合数の相違に起因することを示した。本実験により結晶成長速度が温度勾配と溶液中への原料供給の相乗効果に影響されることなどを初めて明らかにした。Nature Partner Journal の npj Microgravity に掲載された。(npj Microgravity (2016))

#### (2) 熱電変換材料の開発と熱電特性評価

ボールミリング法とホットプレス法により p 型  $\text{Si}_{0.8}\text{Ge}_{0.2}$  ナノ結晶を成長させ、 $\text{YSi}_2$  ナノ異種構造を導入することで、1100 K で熱電性能指数 1.81 を得た。これは、SiGe で世界最高値である。IF が 11.553 の Nano Energy に掲載された。(Nano Energy (2016))

#### (3) 硫化物ナノ結晶及び酸化物ナノ結晶合成と触媒効果

硫化モリブデンナノシート結晶を合成し、メチレンブルー色素分解に対する触媒効果の増大を明らかにした。(RSC Advance (2016))。また  $\text{NaGdF}_4:\text{Yb}:\text{Er}/\text{Ag}/\text{TiO}_2$  ナノ結晶を合成し、これが可視光吸収を高め、光触媒効果の向上をもたらすことを明らかにした。(RSC Advances (2016))

#### (4) 多元素半導体ナノ結晶の合成とバイオイメージングへの応用

ホット注入法により  $\text{ZnS}:\text{Mn}/\text{NaGdF}_4:\text{Yb}:\text{Er}$  ナノ結晶を合成し、赤外光励起と紫外光励起で黄緑色発光を観察した。ナノ結晶を取り込んだがん細胞を培養し、赤外光照射により黄緑色発光を観察した。合成した微粒子をバイオイメージングとして利用できる可能性を示した。(RSC Advances (2016))

### 【 今後の展開 】

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

## 【 学術論文・著書 】

- 1) D.Thangaraju, Y.Masuda, I.K.Mohamed Mathar Sahib, W.Inami, Y.Kawata and Y.Hayakawa, “Multi-modal imaging of HeLa cells using a luminescent ZnS:Mn/NaGdF<sub>4</sub>:Yb:Er nanocomposite with enhanced upconversion red emission”, RSC Advances, vol. 6, pp. 33569 – 33579 (2016).
- 2) J.Archana, S.Harish, M.Sabarinathan, M.Navaneethan, S.Ponnusamy, C.Muthamizhchelvan, M.Shimomura, H.Ikeda, D.K.Aswal and Y.Hayakawa, “Highly efficient dye-sensitized solar cell performance from template derived high surface area mesoporous TiO<sub>2</sub> nanospheres”, RSC Advances, vol. 6, pp.68092-68099 (2016)
- 3) V.Nirmal Kumar, M.Arivanandhan, G.Rajesh, T.Koyama, Y.Momose, K.Sakata, T.Ozawa, Y.Okano, Y.Inatomi and Y.Hayakawa, “Investigation of directionally solidified InGaSb ternary alloys from Ga and Sb faces of GaSb(111) under prolonged microgravity at the International Space Station”, npj Microgravity, vol. 2, pp. 16026 (2016)
- 4) S.Ahmad, A.Singh, A.Bohra, R.Basu, S.Bhattacharya, R.Bhatt, K.N.Meshram, M.Roy, S.K.Sarkar, Y.Hayakawa, A.K.Debnath, D.K.Aswal and S.K.Gupta, “Boosting thermoelectric performance of p-type SiGe alloys through in-situ metallic YSi<sub>2</sub> nano-inclusions”, Nano Energy, vol. 27, pp. 282-297(2016).
- 5) N.Prakash, D.Thangaraju, R.Karthikeyan, M.Arivanandhan, Y.Shimura and Y.Hayakawa, “UV-visible and near-infrared active NaGdF<sub>4</sub>: Yb: Er/Ag/TiO<sub>2</sub> nanocomposite for enhanced photocatalytic application”, RSC Advances, vol.6, pp.80655-80665 (2016).
- 6) V.Nirmal Kumar, M.Arivanandan, T.Koyama, H.Udono, Y.Inatomi and Y.Hayakawa, “Effects of varying indium composition on the thermoelectric properties of In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>Sb ternary alloys”, Applied Physics A, vol. 122(10), pp. 885 (1-9) (2016).
- 7) S.Harish, J.Archana, M.Navaneethan, S.Ponnusamy, C.Muthamizhchelvan, H.Ikeda and Y.Hayakawa, “Enhanced visible light induced photocatalytic activity on the degradation of Methylene Blue by SnO nanoparticles decorated hierarchical ZnO nanostructures”, RSC Advances, vol.6, pp.89721-89731 (2016).
- 8) M.Sabarinathan, S.Harish, M.Navaneethan, J.Archana, H.Ikeda and Y.Hayakawa, “Controlled exfoliation of monodispersed MoS<sub>2</sub> layered nanostructures by ligand-assisted hydrothermal approach for the realization of ultrafast degradation of organic pollutant”, RSC Advances vol.6, pp.109495-109505 (2016).
- 9) R.Sankar Ganesh, M.Navaneethan, Ganesh Kumar Mani, S.Ponnusamy, K.Tsuchiya, C.Muthamizhchelvan, S.Kawasaki and Y.Hayakawa, “Influence of Al doping on the structural, morphological, optical, and gas sensing properties of ZnO nanorods”, J.Alloys and Compounds, vol. 698, pp.555-564 (2017).
- 10) P.Karthik, R.Vinoth, P.Selvam, E.Balaraman, M.Navaneethan, Y.Hayakawa and B.Neppolian, “Visible-light active catechol-metal oxide carbonaceous polymeric material for enhanced photocatalytic activity”, Journal of Materials Chemistry A, vol.5, pp.384-396 (2017).

他 学術論文 30 編 (印刷中 16 編含む)、プロシーディング 2 編、解説 2 編

## 【 国際会議発表件数 】

- ・ The 18<sup>th</sup> International Conference on Crystal Growth and Epitaxy (ICCGE-18)
- ・ Asian Consortium on Computational Materials Science (ACCMS-TM 2016) など計 28 件

## 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、電子情報通信学会など計 16 件

## 【 新聞報道等 】

- ・ 静岡新聞 (2016. 4. 9)、(2016. 6. 12)
- ・ 中日新聞 (2016. 6. 12)、(2016. 9. 10)、(2017. 1. 17)、(2017. 1. 19) など計 6 件

## 【 受賞・表彰 】

- 1) 早川泰弘、静岡大学研究フェロー (2016. 4)
- 2) Nirmal Kumar, Dean’s Award for Graduate School of Science & Technology (2016.9).
- 3) R.Arun Kumar, M.Arivanandhan and Y.Hayakawa, Highly Cited Research in Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials (2016.12).
- 4) S.Harish, Best presentation award, 2017 International symposium towards the future of advanced researches in Shizuoka University”, (March 8<sup>th</sup>, 2017, Shizuoka University, Japan)

## プローブ顕微鏡開発、ナノ加工、ナノ操作

兼担・教授 岩田 太 (IWATA Futoshi)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当: 工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野: 精密機器開発、ナノ加工、ナノ計測、ナノ操作  
e-mail address: iwata.futoshi@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://tf2a14.eng.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 岩田 太

修士課程: M2 (2名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 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。(11th Asia-Pacific Microscopy Conference 2016 招待講演)

#### (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機械物性評価を行った。空間光変調器による複雑な微細加工を実現した。(第16回日本表面科学会中部支部学術講演会, 講演奨励賞)

#### (3) 走査型イオン伝導顕微鏡の開発とバイオ試料への応用

液中での単一細部へ試薬を導入する新規エレクトロポレーション法を開発した。また試料帯電の影響を受けないで表面形状を取得する手法を開発した。(4th Kanazawa Bio-AFM Workshop2016 招待講演)

#### (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、高精度化した。

### 【 学術論文・著書 】 原著論文 (査読有)

- 1) T. Kohigashi, Y. Otsuka, R. Shimazu, T. Matsumoto, F. Iwata, H. Kawasaki, and R. Arakawa, "Reduced Sampling Size with Nanopipette for Tapping-Mode Scanning Probe ElectroSprayIonization Mass Spectrometry Imaging", Mass spectroscopy, 5 (2016), S0054
- 2) T. Takami, K. Nishimoto, T. Goto, S. Ogawa, F. Iwata, and Y. Takakuwa, "Argon gas flow through glass nanopipette", Jpn. J. Appl. Phys., 55, 125202-1-5(2016)
- 3) F. Iwata, D. Morimatsu, H. Sugimoto, A. Nakamura, A. Ogino, and M. Nagatsu, "Scanning Nanopipette Probe Microscope for Nanofabrication Using, Atmospheric Pressure Plasma Jet", Advances in Intelligent Systems and Computing, 519. 109-115 (2016.09)
- 4) D. Matsumoto, A. Yamagishi, M. Saito, R. R. Sathuluri, Y. R. Silberberg, F. Iwata, T. Kobayashi and C.

Nakamura, “Mechanoporation of living cells for delivery of macromolecules using nanoneedle array”, Journal of Bioscience and Bioengineering, 122 , 6, pp. 748-752 (2016)

- 5) T. Abuzairi, M. Okada, R. W. Purnamaningsih, N. R. Poespawati, F. Iwata, and M. Nagatsu, “Maskless localized patterning of biomolecules on carbon nanotube microarray functionalized by ultrafine atmospheric pressure plasma, jet using biotin-avidin system”, Appl. Phys. Lett., 109, 023701 (2016)
- 6) D. Morimatsu, H. Sugimoto, A. Nakamura, A. Ogino, M. Nagatsu, and F. Iwata, “Development of a scanning nanopipette probe microscope for fine processing using atmospheric pressure plasma jet”, Jpn. J. Appl. Phys., 55,08NB15(6page) (2016)

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) K. Iwasaki, Y. Takeda, and F. Iwata, Nanomanipulator based on a high-speed atomic force microscope capable of controlling a cantilever loading force using a magnetic solenoid, The 27th 2016 International Symposium on Micro-NanoMechatronics and Human Science (MHS2016), TA2-1, pp. 23 (Nagoya University) 2016.11.29
- 2) D. Morimatsu, H. Sugimoto, A. Nakamura, A. Ogino, M. Nagatsu and F. Iwata, Development of a localized atmospheric pressure plasma jet for surface treatments using a scanning nanopipette probe microscope, 16th International Conference on Precision Engineering (ICPE2016), C304-8202 (ACT City Hamamatsu & Hotel Okura) 2016.11.16
- 3) T. Matsuura, T. Takai and F. Iwata, Microthree-dimensional fabrication using local electrophoresis deposition assisted by a laser trapping technique coupling with a spatial light modulator, 16th International Conference on Precision Engineering(ICPE2016), B102-8201 (ACT City Hamamatsu & Hotel Okura) 2016.11.14

他 6 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、精密工学会など 計 20 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) F. Iwata: Localized atmospheric pressure jet fin processing using a scanning nanopipette probe microscope, 15th Asia-Pacific Conference on Fundamental Problems of Opto-and Microelectronice APCOM-2016 Khabarovsk,Russia 2016.10.11-13
  - 2) F. Iwata : Development of nanomanipulators based on scanning probe microscopes for single cell manipulations, 4th Kanazawa Bio-AFM Workshop2016, 2016.10.3-6 KKR Hotel Kanazawa pp.39-40
  - 3) 岩田 太: 顕微鏡技術を用いたマイクロ・ナノ加工とマニピュレーション、平成 28 年度 名古屋大学大学院 マイクロ・ナノシステム特別講義、2016. 6. 21 (火) 13 : 00~ 143 講義室
- 他 4 件

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 浜松工業会、浜松工業会学習奨励賞 (吉岡 正義) 2017. 3. 16
- 2) 浜松工業会、浜松工業会学習奨励賞 (鈴木 翔) 2017. 3. 16
- 3) 日本機械学会、日本機械学会三浦賞 (森松 大亮) 2017. 3. 16
- 4) 第 16 回日本表面科学会中部支部学術講演会、“空間光変調器により制御された単一光ビームによる非干渉な疑似マルチスポット電気泳動堆積法の開発と複雑な微細立体造形”、講演奨励賞 (松浦 敏樹) 2016. 12. 17
- 5) 大学院研究業績優秀に関する学長表彰 (森松 大亮) 2016. 7. 13



## 非線形レーザー顕微鏡

兼任・教授 江上 力 (EGAMI Chikara)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当:工学部 電気電子工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電気電子工学コース)  
専門分野: 光工学  
e-mail address: egami.chikara@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://egami01.eng.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 江上 力

修士課程 : M2 (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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 偏光干渉非線形レーザー顕微鏡の開発

高分子薬理媒体や生体細胞等の有機物に静的に備わる3次の非線形光学感受率を好感度に検出することで、局所的な異方性分布をナノからサブミクロンのスケールで3次元測定するシステムを開発・提案した。実際に異方性パラメータを測定し、同システムの有機物分光分析システムへの展開を試みた。

#### (2) サブミクロン微粒子位相共役鏡における光波カップリング

サブミクロン有機微粒子に入射する3光波間でのエネルギーの授受の観測に成功した。今後は同カップリングを使ったバイオイメージングへ応用展開する予定である。

#### (3) サブミクロン微粒子マイクロホログラムの開発

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

### 【 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) Fabrication of moth-eye structure on photoresist film by laser control of reaction time constant (Kazuaki Takeshima and Chikara Egami), Mol. Cryst. Liq. Cryst 629, pp 235-238 (2016)
- 2) High contrast measurement of nanoparticle with polarization interferometric nonlinear confocal microscope (Kohei Fujita and Chikara Egami) Mol. Cryst. Liq. Cryst 629, pp. 254-257 (2016)
- 3) Construction of three-dimensional optical disk with arrangement of particles and self-clock-signal generation (K. Suzuki and C. Egami) Molecular Crystals and Liquid Crystals Volume 635, Issue 1 pp. 1-5 (2016).
- 4) Three-dimensional multiplex micro-hologram using diarylethene-doped PMMA film (M. Kajimura and C. Egami) Molecular Crystals and Liquid Crystals, Volume 635, Issue 1 pp. 102-106 (2016).

**【 国際会議発表件数 】**

- ・ KJF2016 2件
- ・ ANNIC 2016 1件
- ・ NOMA2016 1件

**【 国内学会発表件数 】**

- ・ 応用物理学会 3件

## ビデオカメラによる瞳孔検出技術とその応用

兼任・教授 海老澤 嘉伸 (EBISAWA Yoshinobu)  
ナノビジョン工学専攻 (主担当: 工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野: 視覚情報工学  
e-mail address: ebisawa.yoshinobu@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.sys.eng.shizuoka.ac.jp/~ebiken/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 海老澤 嘉伸  
連携教員: 福元 清隆 (助教)  
修士課程: M2 (5名)、M1 (5名)

### 【 研究目標 】

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

- ・ 頭部に何もつけず、頭部の大きな動きや眼鏡に対応でき、暗闇内から高照度下まで連続的に検出できる注視点検出装置の開発。
- ・ 瞳孔と近赤外線光源の角膜反射の相対位置から視線および画面上の注視点を検出する装置において、対象者が数メートルの広い範囲で移動しても視線を検出できる装置の開発を行う。その装置における検出できる対象者の多人数化。
- ・ 視線一致型対話コミュニケーションシステムの開発、多人数化。
- ・ 高精度に計測できる視線角度範囲を広範囲化する。など。

### 【 主な研究成果 】

- (1) デジタルサイネージなどの注視点検出のために、被験者が画面から遠く広範囲移動しても画面上の注視点が検出できるシステムを構築した。Microsoft の Kinect を使用し被験者の顔を検出し、近赤外線光源とカメラ較正をした広視野カメラによりなる複数の光学系により瞳孔の 3 次元座標を計測する。同時に、電動パンチルト台と電動ズームレンズを備えた狭視野カメラを顔に向け、瞳孔中心と光源の角膜反射を検出し、それらの座標から視線角度を求める。今年度は、狭視野カメラを 2 台から 4 台に増設し、2.5m~3.5m の距離の範囲で同時に 2 名から 4 名まで注視点が計測できることを確認した。
- (2) Skype で代表される PC を利用した対話コミュニケーションツールでは、相手と目と目が合わないという問題がある。互いに視線の方向に自分を映すカメラが存在しないからである。視線一致のために、ハーフミラーを利用して、ディスプレイ画面に映った相手の顔画像を反射させると同時に、ちょうど相手の顔画像の後ろに自分を映すカラーカメラを配置した。しかし、互いに頭部が動くと、カラーカメラの方向に相手の顔が存在しなくなるため、目と目が合わなくなる。そこで、開発済みの瞳孔検出光学系を用いてカラーカメラ画像中の瞳孔座標をリアルタイムに正確に検出するシステムに利用し、相手を映した画像から顔画像を切り出し、しかも、両目の中点の方向がカラーカメラの位置に一致するように顔画像を表示することで、目と目が一致することを可能にしている。今年度は、カラーカメラの台数を増やすなどして、2 名対 1 名または 2 名対 2 名でも目と目を合わせて対話ができるシステムを構築した。
- (3) 注視点検出光学系から大きくずれた方向を被験者が見るとき、これまでのように光源の角膜反射と瞳孔中心との相対位置関係から視線方向を決定する方法では、角膜反射が現れなくなるため、視線方向が計測できない。そこで、視線角度が大きくなった時には瞳孔の楕円度

と短軸の方向を利用し、従来の角膜-瞳孔中心法と併用することで、左右では±45 度程度までは2度程度の精度で計測できるようにした。

- (4) 数万ルクスの顔面照度下において、眼鏡をした状態での視線検出精度を光源の改善により向上させた。

#### 【 特許等 】

- 1) 海老澤嘉伸, 眼部画像処理装置 (出願, 国内) 特願 2017-044269, 出願日:2017.2.8
  - 2) 海老澤嘉伸, 顔画像処理装置 (出願, 国内) 特願 2017-016946, 出願日:2017.2.1
  - 3) 海老澤嘉伸, 顔画像処理装置 (出願, 国内) 特願 2017-017120, 出願日:2017.2.1
  - 4) 海老澤嘉伸, 瞳孔検出装置及び瞳孔検出方法 (出願, 国内) 特願 2016-245664, 出願日:2016.12.19
  - 5) 海老澤嘉伸, 視線検出装置 (出願, 国内) 特願 2016-158944, 出願日:2016.8.12
  - 6) 海老澤嘉伸, 眼部画像処理装置 (出願, 国内) 特願 2016-159290, 出願日:2016.8.15
  - 7) Y.Ebisawa, Corneal reflection position estimation system, corneal reflection position estimation method, corneal reflection position estimation program pupil detection system, pupil detection method, pupil detection program, gaze detection system, gaze detection method, gaze detection program, face orientation detection method, and face orientation detection program (出願, 欧州) EP 15833722.0, 出願日: 2017.3.28
  - 8) Y.Ebisawa, Pupil detection system, gaze detection system, pupil detection method, and pupil detection program (出願, 米国) US 15/316971, 出願日:2016.12.7
  - 9) Y.Ebisawa, Pupil detection method, corneal reflex detection method, facial posture detection method, and pupil tracking method (登録, 米国) US 8,514,538 B2, 登録日: 2016.12.6
  - 10) Y. Ebisawa, Gaze point detection method and gaze point detection device (登録, 米国) US 9,329,683 B2, 登録日: 2016.5.3
  - 11) 海老澤嘉伸, 瞳孔検出方法, 角膜反射検出方法、顔姿勢検出方法及び瞳孔追尾方法 (登録, 国内) 特許第 6083761 号, 登録日: 2017.02.03
  - 12) 海老澤嘉伸, 注視点検出方法及び注視点検出装置 (登録, 国内) 特許第 5915981 号, 登録日: 2016.4.15
- 他 出願特許 国内2件、米国1件、欧州1件。 公開特許 国内5件、米国2件

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 1件

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 高速度カメラを用いた高照度下での高精度注視点検出 —光源の配置と発光法の改善による高精度化と幾何学的手法導入による眼鏡対応— (福元清剛, 望月幸平, 海老澤嘉伸) DIA2017 動的画像処理実利用化ワークショップ 2017, IS2-06, 6 pages, 松江市, 2017.3.10
  - 2) 最短点間距離法に基づく偽の角膜反射除外による眼鏡対応注視点検出の改善 (内田和希, 山本祥之, 石黒聖也, 福元清剛, 海老澤嘉伸) DIA2017 動的画像処理実利用化ワークショップ 2017, IS2-06, 8 pages, 松江市, 2017.3.9
  - 3) 周辺光源の付加による視線検出可能角度範囲の拡大 (海野晃人, 金子雄哉, 福元清剛, 海老澤嘉伸) ViEW2016 ビジョン技術の実利用ワークショップ, IS1-23, 8 pages (2016) (横浜市, パシフィコ横浜アネックス・ホール, 2016.12.8)
  - 4) 注視点検出における瞳孔と角膜反射のロバストな検出のための近赤外光源の発光制御法 (福元清剛, 曾根祐輔, 海老澤嘉伸) 2016 年映像情報メディア学会年次大会, 33D-3, 2 pages, 津市, 三重大学工学部, 2016.9.2
  - 5) 角膜反射-瞳孔中心法に基づく頭部移動を許容する注視点検出装置における瞳孔楕円度を併用した注視点検出可能角度範囲の拡大 (中澤勇一, 福元清剛, 海老澤嘉伸) 2016 年映像情報メディア学会年次大会, 33D-1, 2 pages, 津市, 三重大学工学部, 2016.9.2
- 他 4件

## 表面・界面における原子スケールでの構造制御

兼任・教授 下村 勝 (SHIMOMURA Masaru)  
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： 表面科学、電子材料工学  
e-mail address: shimomura.masaru@ipc.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://surf.eng.shizuoka.ac.jp/shimomura/>  
<http://ems.eng.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員：下村 勝

博士課程：ヒルラク シリワルデナ (創造科技院 D3、国費)

修士課程：6名

### 【 研究目標 】

次世代を担う技術の1つとして、原子・分子スケールでの構造制御に基づき、これまでにない特性を持った物質を創成することを目的としている。固体の表面では固体内部から続いてきた周期的な構造が途切れてしまうことにより、より安定な構造に再配列しようとする力が働く、この力を利用することで、固体内部には存在できないナノ構造を創製し、その物性に関する研究を行う。

- (1) シリコン基板上における有機分子吸着構造による表面ナノ構造の作製と評価
- (2) 色素増感太陽電池における有機-無機界面構造に関する研究
- (3) 光電子ホログラフィーによる原子配列のイメージング
- (4) グラファイトエッジの終端とその評価

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 半導体表面上における有機分子自己組織化構造を利用したナノ構造の創成

我々はこれまで、半導体表面上に有機分子を吸着させ、表面における自己組織化現象を利用した名の構造の創成に関する研究を進めてきた。今年度は走査トンネル顕微鏡 (STM) による分子の動的過程と吸着分子の電子状態との関係に着目した。実験の結果、表面に吸着したトリメチルリン (TMP) 分子に対して、その分子の電子状態に直接 STM のトンネル電流を注入することで活性化することを見出した。また、分子の動的挙動から判断される活性度は、その STM のトンネル電流ではなくトンネル電圧に依存していることが分かった。本研究結果は、米国化学会の J.Phys.Chem.C(IF4.509)に掲載された。

#### (2) 酸化チタンナノチューブによる色素増感太陽電池に関する研究

色素増感太陽電池において、色素で励起された電子の基板電極までの輸送が効率化されることを目的に、1次元構造である酸化チタンナノチューブを用いる研究を進めている。酸化チタンナノチューブの作製過程で酸化亜鉛を用いるが、作製後の酸化チタンナノチューブに亜鉛が数パーセント程度残留している場合に開放電圧が大きく上昇することが分かった。亜鉛は表面に局在しており、また、亜鉛の量が増加すると解放電圧が上昇し、短絡電流が下がることが判明した。本結果については、現在、投稿準備中である。

### 【 今後の展開 】

複雑なナノ構造を有する試料の電気特性を理解する上で、非占有電子状態の情報を得ることは重要である。このため、高分解能逆光電子分光装置を開発する。また、実験室 X 線光源による光電子回折の装置開発を行い、光電子ホログラフィーによるイメージングの実験を進める。また、グラファイトエッジ終端に関する原子スケールの評価を行う。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) *Effect of Tunneling Electron Injection on the Dynamic Motion of Confined Molecules in Self-Assembled Molecular Corrals*, Hirulak D. Siriwardena, Masaru Shimomura, *Journal of Physical Chemistry C*, 121, 4980-4988 (2017).
- 2) *Influence of organic ligands on the formation and functional properties of CdS nanostructures*, Nisha K.D., M. Navaneethan, S. Harish, Archana J., Ponnusamy S., Muthamizhchelvan C., D.K. Aswal, M. Shimomura, H. Ikeda, Y. Hayakawa, *Applied Surface Science*, (2016).
- 3) *Raman investigation of rutile-phased TiO<sub>2</sub> nanorods/nanoflowers with various reaction times using one step hydrothermal method*, M. K. Ahmad, S. M. Mokhtar, C. F. Soon, N. Nafarizal, A. B. Surinam, A. Mohamed M. H. Mamat, M. F. Malek, M. Shimomura, K. Murakami, *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 27, 7920-7926 (2016).
- 4) *Decomposition of ilmenite by ZnO/ZnS: Enhanced leaching in acid solutions*, N.D.H. Arachchi, G.S. Peiris, M. Shimomura, P.M. Jayaweera, *Hydrometallurgy*, 166, 73-79 (2016) IF 2.290.
- 5) *Highly efficient dye-sensitized solar cell performance from template derived high surface area mesoporous TiO<sub>2</sub> nanospheres*, J. Archana, S. Harish, M. Sabarinathan, M. Navaneethan, S. Ponnusamy, C. Muthamizhchelvan, M. Shimomura, H. Ikeda, D. K. Aswal, Y. Hayakawa, *RSC Advances*, 72, 68092-68099 (2016).
- 6) *Versatile synthesis of fluorine-doped tin (IV) oxide one-dimensional nanostructured thin films*, Ajith Bandara, Kenji Murakami, Rajapakse M. G. Rajapakse, Piyankarage V.V. Jayaweera, Masaru Shimomura, Herath M.N. Bandara, D. Liyanage, Edirisinghege V.A. Premalal, *Thin Solid Films*, 621, 229-239 (2016).
- 7) *Dopant activation mechanism of Bi wire- $\delta$ -doping into Si crystal, investigated with wavelength dispersive fluorescence x-ray absorption fine structure and density functional theory*, Koichi Murata, Christopher Kirkham, Masaru Shimomura, Kiyofumi Nitta, Tomoya Uruga, Yasuko Terada, Koh-ichi Nittoh, David R Bowler, Kazushi Miki, *Journal of Physics: Condensed Matter*, 29, 155001 (2017).
- 8) 下村勝, 「量子化学の考え方」, pp. 1-175, 下村出版 (2017) .

### 【 国内学会発表件数 】

- 1) Hirulak Dilshan Siriwardena, Masaru Shimomura, Manipulating the dynamic motion of confined trimethylphosphine molecules in self-assembled pyrrole molecular fences, 応用物理学会秋季学術講演会 (新潟市) (2016. 9. 1)

他 1 2 件

## エネルギー変換機能材料の開発

兼任・教授 村上 健司 (MURAKAMI Kenji)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)  
専門分野： 電子材料工学、表面電子工学  
e-mail address: murakami.kenji@shizuoka.ac.jp  
homepage: [http://www.eng.shizuoka.ac.jp/introductions/department\\_3/](http://www.eng.shizuoka.ac.jp/introductions/department_3/)



### 【 研究室組織 】

教 員：村上 健司

博士課程：アジット・バンダラ (創造科技院 D3、私費)、アルベルタス・ブラマンチヨ (創造科技院 D2、国費)、マノジ・ラナシンゲ (創造科技院 D2、私費)、エドウィン・ダウクシタ (創造科技院 D2、国費)、サミーラ・アッタナヤケ (創造科技院 D1、私費)

修士課程：3名

### 【 研究目標 】

我々は、マイクロからナノスケールでの材料解析に基づいたエネルギー変換機能材料の開発と工学的応用を目的として研究を行なっている。大気中での薄膜形成が可能なスプレー熱分解薄膜形成 (SPD) 法を利用した色素増感型太陽電池の開発ならびに機械的エネルギーを光エネルギーに変換する応力発光材料の開発・応用を中心に、材料の評価から次世代光素子材料の開発まで、幅広く研究を展開している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 色素増感型太陽電池の高性能化および実用化
- (2) 応力発光材料の開発とその薄膜化

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 太陽電池用垂直配向 ZnO ナノロッドアレイの作製

フッ素を添加した酸化スズ層を形成した透明導電 (FTO) ガラス基板に垂直に配向した、酸化亜鉛 (ZnO) 一次元ナノロッドアレイを作製し、ペロブスカイト型太陽電池への応用を検討した。その結果、作製条件によりペロブスカイト層の特性が大きく変化することをみいだした。(第 64 回応用物理学学会春季学術講演会, 14p-303-3, 横浜, (2017))

ZnO シード層にアルミを添加することにより、垂直配向 ZnO ナノロッドの長さを増大できることを確認した。(第 64 回応用物理学学会春季学術講演会, 15a-419-1, 横浜, (2017))

#### (2) 回転スプレー熱分解堆積装置による透明導電膜の作製

回転スプレー熱分解堆積装置を利用して、噴霧角度により形成膜のナノ構造を制御できることを確認したので、ガラス基板上に ZnO のナノ構造を作成することを試みた。その結果、酸化スズの場合と同様に、水平に近い角度で噴霧することにより、ナノロッドが形成できることを見出した。(第 64 回応用物理学学会春季学術講演会, 15a-419-2, 横浜, (2017))

#### (3) 一次元ナノ構造酸化スズを利用した新規透明導電電極の開発

回転スプレー熱分解堆積装置を利用した、一次元ナノ構造 FTO 膜の形成条件を整理した。その結果、色素増感型太陽電池 (DSC) 用前面電極として利用できるナノロッド構造の形成には、基板として市販の FTO ガラス基板を利用し、噴霧角度 15° 以下で溶媒としてエタノールを用い、8分から10分程度の完結噴霧が必要であることが判明した。実際に、DSC に応用して電池特性も確認した。(SPIE Optics + Photonics 2016, Session9-4, San Diego, USA (2016))

#### (4) 応力発光材料の合成に関する研究

ユーロピウム・テトラキス・ジベンゾイルメタン・トリエチルアンモニウムをベースとした有機応力発光材料を核磁気共鳴法 (NMR) を用いて解析し、配位子との結合携帯が特性に影響

を及ぼすことを見出した。また、アセチルアセトンとフェナントロリンをベースにした材料にテリビウムを添加した有機応力発光材料を合成して、緑色の発光を確認した。(The 15th International Conference on Global Research and Education (Inter-Academia 2016), S1B-1, Warsaw, Poland (2016))

アルミン酸ストロンチウム ( $\text{SrAl}_2\text{O}_4$ ) に尿素とホウ酸を添加して、燃焼法を利用した無機応力発光材料の合成を試みた結果、600°Cから800°Cでの焼結に成功し、応力発光を確認した。

#### 【 5 ） 応力発光スペクトル測定用応力印加装置の開発

応力発光材料への定量的な応力印加を可能とする装置を開発した。

#### 【 6 ） $\text{TiO}_2$ 結晶基板表面のレーザー照射による改質

Nb を添加したルチル型二酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ ) 単結晶表面に短波長パルスレーザーを照射することにより、ルチル相からアナターゼ相への相変換を観測し、照射領域の詳細な解析を行った。その結果、レーザー強度分布を反映した変換領域を確認するとともに、微小領域における急峻な熱集中が引き起こす大きな圧力が相変換に寄与している可能性を見出した。(The 15th International Conference on Global Research and Education (Inter-Academia 2016), S1A-5, Warsaw, Poland (2016))

#### 【 今後の展開 】

我々は研究室で作製した材料およびデバイスの詳細な評価・解析結果をフィードバックすることにより、新規なエネルギー変換機能材料・デバイスの開発を目指している。今後の研究展開としては、作製した一次元ナノ構造透明導電電極の色素増感太陽電池への応用、垂直配向  $\text{ZnO}$  ナノロッドアレイのペロブスカイト型太陽電池への応用を目指している。また、レーザー照射による  $\text{TiO}_2$  層の改質をどのように色素増感太陽電池に適用するかを検討する。さらに、薄膜応力発光体のデバイス応用を検討するとともに、無機応力発光材料の合成方法の確立に取り組む。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Ajith Bandara, Kenji Murakami, R.M.G. Rajapakse, P.V.V. Jayaweera, Masaru Shimomura, H.M.N. Bandara, D. Liyanage and E.V.A. Premalal: Versatile synthesis of fluorine-doped tin (IV) oxide one-dimensional nanostructured thin films, *Thin Solid Films*, 621, 229-239, (2017.1).
- 2) Kenji Murakami, Ajith Bandara, Masayuki Okuya, Masaru Shimomura and R.M.G. Rajapakse: Synthesis and Characterization of One-dimensional Nanostructured Fluorine-doped Tin Dioxide Thin Films, *Proceedings of SPIE*, 9929, 99290X-1-6, (2016.9).
- 3) R.A.D.M. Ranashinghe, Masayuki Okuya, Masaru Shimomura and Kenji Murakami: Thin film formation of the polyvinylpyrrolidone-added europium tetrakis (dibenzoylmethide)-triethylammonium and its mechanoluminescent properties, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 519, 75-80, (2016.9).
- 4) M. K. Ahmad, S.M. Mokhtar, C.F. Soon, N. Nafarizal, A.B. Suriani, A. Mohamed, M.H. Mamat, M.F. Malek, M. Shimomura and Kenji Murakami: Raman investigation of rutile-phased  $\text{TiO}_2$  nanorods/nanoflowers with various reaction times using one step hydrothermal method, *J. Materials Science: Materials in Electronics*, 27, 7920-7926, (2016.8).

他 2 編

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) SPIE Optics + Photonics 2016, San Diego, USA (2016.8.28-9.1)
- 2) The 3rd International Conference on Nano Electronics Research and Education (ICNERE 2016), Batu, Indonesia (2016.10.31-11.2)

他 7 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会および日本表面科学会など 13 件



## ナノファイバを用いたファイバグレーティングの開発とその全光学的信号処理及び超高感度センシングデバイスへの応用

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



### 【 研究室組織 】

教 員：李 洪譜

博士課程：王 鵬 (D3)、Subramanian Ramanathan (D2)、朱 程亮 (D1)

修士課程：1名

学 部 生：4名

### 【 研究目標 】

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

- (1) ファイバグレーティングによる全光学的信号処理及び高感度センシングデバイスへの応用
- (2) 螺旋状ファイバグレーティングによるねじりセンサーへの応用
- (3) 螺旋状位相シフト多チャンネルファイバグレーティングに関する研究
- (4) 光ナノファイバを用いた螺旋状ファイバグレーティングの創成

### 【 主な研究成果 】

- (1) CO<sub>2</sub> レーザによる様々な螺旋状ファイバグレーティングの製作法を成功した。
- (2) CO<sub>2</sub> レーザによるナノファイバ製作法を開発した。
- (3) 螺旋状ファイバグレーティングによるねじりセンサーへの応用を提案し、その方案の有用性を確認した。
- (4) マイクロファイバ干渉計の作製及びセンシングデバイスへの応用を提案した。
- (5) ナノファイバグレーティング新たな設計・作製法を提案した。
- (6) 螺旋状マイクロファイバグレーティング作製法を開発した。

### 【 今後の展開 】

優れた多チャンネル FBG の開発を続けると共に、全光学的超高速光信号処理及び全ファイバ形 FBG センシングデバイスの超高速化、超高感度化を図る。具体的に高性能螺旋状ファイバグレーティングを利用して、高繰り返し超短光（ピコ秒及びフェムト秒）パルス列の発生と波形制御及び超高感度センシングデバイスの実現を目指す。

【 学術論文・著書 】 (# Corresponding author)

- 1) P. Wang, R. Subramanian, C. Zhu, Hua Zhao, and #H. Li, “Phase-shifted helical long-period fiber grating and its characterization by using the microscopic imaging method,” *Opt. Express*, Vol. 25, No. 7, pp. 7402-7407 (2017).
- 2) Peng Wang and #H. Li, “Helical long-period grating formed in a thinned fiber and its application to refractometric sensor,” *Applied Optics*, Vol. 55, No. 6, pp. 1430-1434 (2016).

【 国際会議発表件数 】

- 1) “Helical long-period fiber grating and its applications to flat-top band-rejection filter and fiber sensors,” H. Li, *The 15<sup>th</sup> International Conference on Optical Communications & Networks 2016, Hangzhou (China)*, Paper T4-I-02, (Invited report).
- 2) “Fabrication of helical fiber grating and its application to flat-top band-rejection filter,” P. Wang, G. Inoue, R. Subramanian, and H. Li, *OECC/PS 2016, Niigata (Japan)*, Paper ThC3-1.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 電子情報通信学会 3 件

【 招待講演件数 】

- 1) “Helical long-period fiber grating and its applications to flat-top band-rejection filter and fiber sensors,” H. Li, *The 15<sup>th</sup> International Conference on Optical Communications & Networks 2016, Hangzhou (China)*, Paper T4-I-02, (Invited report).

## 大気圧マイクロプラズマ応用による医療・環境分野の研究

兼任・准教授 清水 一男 (SHIMIZU Kazuo)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：イノベーション社会連携推進機構  
地域連携生涯学習部門)

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



### 【 研究室組織 】

教 員：清水 一男

研 究 員：マリウス・ガブリエル・ブラジャン (学術研究員)

博士課程：クリストフ・ヤロスラヴ (創造科技院 D2、国費)

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) 薬剤類の経皮吸収促進
- (3) 微粒子制御
- (4) 流体制御

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 室内空気浄化

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

#### (2) 薬剤類の経皮吸収促進

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

#### (3) 微粒子制御

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

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

### 【 今後の展開 】

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

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) K. Shimizu, A. Ito, M. Blajan, J. Kristof, and H. Yoneda “Basic study of fine particle removal using microplasma and its electrostatic effect”, Jpn. J. App. Phys., Vol. 56, No. 1S, 01AC03, (Jan., 2017).
- 2) 清水一男, 伊藤暁彦, マリウス・ガブリエル・ブラジャン, クリストフ・ヤロスラヴ, 米田仁紀, 「静電気力によるマイクロプラズマ電極表面上の微粒子除去の研究」, 静電気学会誌, Vol. 41, No. 1, pp. 22-26, (Jan., 2017).
- 3) J. Kristof, A. N. Tran, M. Blajan, and K. Shimizu, “A Study of the Influence of Plasma Particles for Transdermal Drug Delivery”, Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol. 519, pp. 167-173, (Sep., 2016).
- 4) K. Shimizu, A. N. Tran, K. Hayashida, and M. Blajan, “Comparison of atmospheric microplasma and plasma jet irradiation for increasing of skin permeability”, Journal of Physics D: Applied Physics, Vol. 49, No. 31, 315201, (Aug., 2016).
- 5) Y. Suzuki, Y. Kusakabe, S. Uchiyama, T. Maruyama, S. Naritsuka, and K. Shimizu, “Effect of N<sub>2</sub> microplasma treatment on initial growth of GaN by metal–organic molecular beam epitaxy”, Jpn. J. App. Phys., Vol. 55, No. 8, 081002, (Jul., 2016).
- 6) K. Shimizu, A. N. Tran, and M. Blajan, “Effect of microplasma irradiation on skin barrier function”, Jpn. J. App. Phys., Vol. 55, No. 7S2, 07LG01, (Jun., 2016).
- 7) K. Shimizu, “Biological Effects and Enhancement of Percutaneous Absorption on Skin by Atmospheric Microplasma Irradiation”, Plasma Medicine, Vol. 5, Issues 2-4, pp. 205-221, (Apr., 2016).
- 8) K. Shimizu, Y. Kurokawa, and M. Blajan, “Basic Study of Indoor Air Quality Improvement by Atmospheric Plasma”, IEEE Trans. on Ind. Appl., Vol. 52, No. 2, pp. 1823-1830, (Mar.-Apr., 2016).

#### 【 解説・特集等 】

- 1) 榊田創, 池原謙, 清水伸幸, 山田大将, 清水一男, 「高度物理刺激と生体応答 (9) 第 5 章 プラズマ刺激による細胞応答と応用 その 3」, 機械の研究 (Science of Machine), Vol. 68, No. 4 (4 月号), pp. 319-327, (2016.4).

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 6th International Conference on Plasma Medicine, (ICPM-6), AVS 63th International Symposium & Exhibition, 6th International Conference on Plasma Medicine, (ICPM-6), the 10th Conference of the French Society of Electrostatics, (SFE2016) など 計 13 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 第 34 回プラズマプロセッシング研究会+第 29 回プラズマ材料化学シンポジウム、平成 28 年室内環境学会学術大会、第 40 回静電気学会全国大会など 計 6 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) K. Shimizu, A. N. Tran, K. Hayashida, and M. Blajan, “Feasibility study of plasma drug delivery for improving precutaneous absorption of skin”, 6th International Conference on Plasma Medicine, (ICPM-6), Comenius University, (Bratislava, Slovakia), I-12, (Sep., 2016) , (Invited talk).

### (3) インフォマティクス部門

部門長 西垣 正勝

#### 1. 部門の目標・活動方針

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

#### 2. 教員名と主なテーマ(◎は専任教員、○は兼任教員)

- ◎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
- 浅井 秀樹：メカトロシステムのためのパワー/シグナル・インテグリティと電磁環境設計
- 大島 純：Team Learningの設計と評価
- 大島 律子：協調のマネジメント力育成と評価システム開発
- 大橋 剛介：画像情報処理・画像センシング
- 熊野 善介：次世代のための科学教育論の理論と実践論
- 桑原 義彦：電波応用工学
- 小西 達裕：知的教育システム
- 酒井三四郎：情報科学とその応用
- 佐治 斉：画像処理・コンピュータビジョン
- 塩見 彰睦：CPUの最適化設計支援及び設計自動化
- 杉浦 彰彦：ワイヤレスマルチメディア情報通信
- 杉浦 敏文：外来刺激に対する脳・身体反応の計測
- 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
- 竹林 洋一：人間中心の人工知能と認知症情報学の研究
- 竹前 忠：電子技術の生体計測への応用
- 舘岡 康雄：技術経営とSHIEN(支援)学
- 中井 孝芳：音声生成、デジタル信号処理及び音響に関する研究
- 中谷 広正：コンピュータビジョン
- 西村 雅史：音声&音環境分析
- 能見 公博：宇宙機械制御システムの実践的研究開発
- 前田 恭伸：環境と防災に関わるリスクアナリシス
- 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
- 宮崎 真：認知神経科学, 身体教育学, スポーツ心理学
- 石原 進：モバイルネットワーク
- 臼 杵 深：コンピューテーショナルイメージングと三次元計測
- 甲斐 充彦：音声言語情報処理とその応用システムの研究
- 狩野 芳伸：自然言語処理とその応用
- 木谷 友哉：情報科学的二輪車研究
- 桐山 伸也：人間中心の適応型インタラクションシステム

- 小林 祐一：ロボットのセンサ情報処理・認識と制御
- 立 蔵 洋介：音空間の知覚と合成
- 庭 山 雅 嗣：近赤外分光法による光生体計測
- 福 田 直 樹：マルチエージェント応用技術とセマンティックWeb技術の高度化
- 峰 野 博 史：ヘテロジニアスネットワークコンバージェンス
- 宮 崎 佳 典：大量の数値情報を集約して教育に活用する
- 横 山 昌 平：データ工学、データサイエンス、地理情報システム、Web 工学
- 和 田 忠 浩：流星バースト通信・可視光通信に関する研究
- 岡 田 昌 也：ユビキタスコンピューティング技術の応用
- 沖 田 善 光：ヒトの生理機能の計測・解析
- 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。

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

### 3. 部門の活動

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

- 1 日時:平成 28 年 5 月 18 日(水)14:25～17:35  
場所:浜松キャンパス 情報学部講義棟 情 21 教室  
講演題目:通信事業者としてのセキュリティ対策  
講演者:三宅 優 様 (KDDI 研究所 セキュリティ開発グループ グループリーダー)
- 2 日時:平成 28 年 6 月 1 日(水)14:25～15:55  
場所:浜松キャンパス 情報学部講義棟 情 21 教室  
講演題目:クラウドとビッグデータのセキュリティ  
講演者:小川 隆一 様 (NEC セキュリティ研究所 専任エキスパート)
- 3 日時:平成 28 年 6 月 1 日(水)16:05～17:35  
場所:浜松キャンパス 情報学部講義棟 情 21 教室  
講演題目:ソーシャルエンジニアリング技法  
講演者:角尾 幸保 様 (NEC 宇宙・防衛事業推進本部 主席技術主幹)
- 4 日時:平成 28 年 6 月 8 日(水)14:25～17:35  
場所:浜松キャンパス 情報学部講義棟 情 21 教室  
講演題目:サイバーセキュリティの動向と研究開発の現状  
講演者:鍛 忠司 様 (日立製作所システムイノベーションセンタ セキュリティ研究部長)
- 5 日時:平成 28 年 6 月 15 日(水)14:25～17:35  
場所:浜松キャンパス 情報学部講義棟 情 21 教室  
講演題目:IoT とイノベーション  
講演者:中川路 哲男 様 (三菱電機 情報技術総合研究所長)
- 6 日時:平成 28 年 6 月 22 日(水)14:25～17:35

- 場所:浜松キャンパス 情報学部講義棟 情 21 教室  
講演題目:モバイルネットワークとスマートデバイスの発展と課題  
講演者:稲村 浩 様 (公立ほこだて未来大学 教授)
- 7 日時:平成 28 年 7 月 13 日(水)14:25~17:35  
場所:浜松キャンパス 情報学部講義棟 情 21 教室  
講演題目:最新のサイバー攻撃動向と対策のトレンド  
講演者:鴨田 浩明 様 (NTT データ セキュリティビジネス推進室部長)
- 8 日時:平成 28 年 7 月 27 日(水)14:25~17:35  
場所:浜松キャンパス 情報学部講義棟 情 21 教室  
講演題目:「人」「社会」 から見たセキュリティ  
講演者:津田 宏 様 (富士通研究所 知識情報処理研究所プロジェクトディレクター)
- 9 日時:平成 28 年 10 月 27 日(木)13:30~15:00  
場所:浜松キャンパス 情報学部棟 2 号館 情 24 教室  
講演題目:人工知能の得手/不得手  
講演者:松井 くにお 様 (ニフティ 理事、富士通研 主席研究員、創造大学院特任教授)
- 10 日時:平成 28 年 11 月 10 日(木)12:50~14:20  
場所:浜松キャンパス 創造科学技術大学院棟 2F 会議室  
講演題目:有機ELディスプレイとタッチパネルへスマートフォン搭載が期待される次期ディスプレイへ  
講演者:西久保 靖彦 様 (ウェストブレイン代表、元三栄ハイテックス社長、創造大学院客員教授)
- 11 情報学イブニングセミナー  
日時:平成 28 年 12 月 12 日(月)17:00~18:30  
場所:浜松キャンパス 情報学部棟 2 号館 情 25 教室  
講演題目:環境、風土、そして情報学~風土工学誕生物語  
講演者:竹林 征三 様 (NPO 法人 風土工学デザイン研究所理事長)
- 12 日時:平成 28 年 12 月 14 日(水)10:30~11:50  
場所:浜松キャンパス 情報学部棟 2 号館 情 25 教室  
講演題目:産業用デジタル印刷技術と市場動向  
講演者:橋爪 弘 様 (東芝テック 首席技監)
- 13 日時:平成 28 年 12 月 15 日(木)16:30~17:45  
場所:浜松キャンパス 創造科学技術大学院棟 2F 会議室  
講演題目:シリコンバレーと私  
講演者:松井 くにお 様 (ニフティ 理事、富士通研 主席研究員、創造大学院特任教授)
- 14 日時:平成 28 年 12 月 20 日(火)15:00~16:30  
場所:浜松キャンパス 情報学部棟 1 号館 情 21 教室  
講演題目:マルチモーダル脳画像情報に基づく認知症の鑑別診断  
講演者:玉井 顕 様 (敦賀温泉病院 理事長・院長)
- 15 情報学イブニングセミナー  
日時:平成 28 年 12 月 21 日(水)17:00~18:30

場所:浜松キャンパス 情報学部棟 2号館 3F 大会議室

講演題目:人工知能による第四次産業革命 –HR Tech から地方創生まで–

講演者:石山 洸 様 (リクルート RIT 長\*Recruit Institute of Technology)

16 創造科学技術大学院特別講義

日時:平成 29 年 1 月 24 日(火) 15:00~16:00

場所:浜松キャンパス 情報学部棟1号館 J1501 室

講演題目:変化の時代 ~自動車産業も~

講演者:井上 友二 様(トヨタ IT 開発センター代表取締役会長、創造大学院客員教授)

17 創造科学技術大学院特別講義

日時:平成 29 年 1 月 24 日(火) 16:10~17:10

場所:浜松キャンパス 情報学部棟 1号館 J1501 室

講演題目:IoT 時代に求められるサイバーセキュリティ対策

講演者:後藤 厚宏 様 (情報セキュリティ大学院大学 教授、内閣府 SIP プログラムディレクタ、  
創造大学院客員教授)

18 創造科学技術大学院特別講義

日時:平成 29 年 2 月 15 日(水) 15:00~16:00

場所:浜松キャンパス 情報学部棟 2号館 情 22 教室

講演題目:Why Only Nintendo? 日本のソフトウェアは何故海外で売れないか

講演者:伏見 信也 様 (三菱電機常務執行役、創造大学院客員教授)

19 創造科学技術大学院特別講義

日時:平成 29 年 2 月 15 日(水) 16:10~17:10

場所:浜松キャンパス 情報学部棟 2号館 情 22 教室

講演題目:サイバー・フィジカルシステム

講演者:飯田 一郎 様 (秋田県立大学 教授、創造大学院客員教授)

20 日時:平成 29 年 3 月 9 日(木) 13:30~15:00

場所:浜松キャンパス情報学部棟 1号館 J1501 室

講演題目:Quantified self に向けた小さな技術開発とビジネスについて

講演者:黒田 正博 様 (情報通信研究機構発ベンチャ ゴレタネットワークス社代表取締役、  
創造大学院客員教授)



## ユーザの特性を利用した情報セキュリティ技術

専任・教授 西垣 正勝 (NISHIGAKI Masakatsu)  
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: 情報セキュリティ  
e-mail address: nisigaki@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://minamigaki.cs.inf.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 西垣 正勝

博士課程: 田中 功一 (創造科技院 D3、社会人)、堀川 隆史 (創造科技院 D3、社会人)、荒井 大介 (創造科技院 D3、社会人)、藤田 真浩 (創造科技院 D2)、小林 信博 (創造科技院 D2、社会人)、小川 哲司 (創造科技院 D2、社会人)、二村 和明 (創造科技院 D1、社会人)、加賀 陽介 (創造科技院 D1、社会人)

修士課程: M2 (3名)、M1 (5名)

### 【 研究目標 】

情報社会の安全性を確立するためには、情報システム全体のセキュリティの確保が肝要である。ここで、システムとは人間が使うものである以上、システム全体の安全性確保には、ユーザ特性の見極めとその活用が必須となる。我々は、ユーザ認証や不正コピー防止などを例に採り、セキュリティ要素技術および運用技術に加え、人間の心理・知覚特性を考慮することにより、システムレベルのセキュリティを実現するための研究を行っている。今年度の主な研究テーマは以下のとおりである。

- (1) 人間 (ユーザ) と機械 (不正プログラム) を識別する認証方式
- (2) 微細生体情報を用いた生体認証方式
- (3) エンターテイメントを利用したユーザ認証方式

### 【 主な研究成果 】

当研究室では、新規性・独自性のあるアイデアを非常に大切にしている。当研究室で展開しているすべての研究テーマは、「人」と「情報セキュリティ技術」の融合を具現化するオンリーワンの研究であると自負している。今年度は上記の (1) ~ (4) の研究テーマに関して、それぞれ以下のような進捗があった。

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

人間が有する高度な認知能力を活用することによって、人間と機械の識別を可能とするクイズを実現する。今年度は、3次元コンピュータグラフィックスを利用し、3次元オブジェクトを合成することによって生成した「人間であれば違和感を覚える画像」を利用した CAPTCHA、3次元オブジェクトの「向き」という常識を利用した CAPTCHA の安全性と利便性の改善について検討した。更に、CAPTCHA を暗号と融合させることによって、人間にしか解読することのできない暗号通信方式を実現する仕組みに関する安全性証明について議論した。

#### (2) 微細生体情報を用いた生体認証方式

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

### 【(3) エンターテイメントを利用したユーザ認証方式】

人間の記憶能力は有限であるため、ランダムで長いパスワードを覚えることは難しい。この問題に対して、ゲーミフィケーションの考えを導入することによって「ユーザが楽しみながら複雑なパスワードを覚える」仕組みを検討した。

#### 【今後の展開】

上記(1)～(3)の各研究テーマを更に実践的なものへとブラッシュアップしていく予定である。また、情報セキュリティと心理学を融合した研究テーマをさらに深めることによって、ユーザビリティを保ったままセキュリティを向上させる方法論、および、ヒューマンディペンダブルなセキュアシステム的设计を可能とする理論体系の構築を目指していきたい。

#### 【学術論文・著書】

- 1) 藤田, 池谷, 可児, 西垣: Locimetric 型メンタルローテーション CAPTCHA, 情報処理学会論文誌, vol.57, no.9, pp.1954-1964 (2016.9).
- 2) 小林, 鈴木, 可児, 川端, 西垣: 内部構造区画化によるプライバシーに準拠した Android アプリ開発方式, 情報処理学会論文誌, vol.57, no.9, pp.2045-2057 (2016.9).
- 3) 堀川, 大谷, 高橋, 加藤, 間形, 勅使河原, 佐々木, 西垣: デルタ ISMS モデルの提案—事故データベースに基づく全社的情報セキュリティマネジメントの強化, 情報処理学会論文誌, vol.57, no.9, pp.2099-2109 (2016.9).
- 4) 有村, 藤田, 松野, 可児, 司波, 西垣: i/k-Contact: 物理的ソーシャルトラストを利用した適応型 2 段階認証, 情報処理学会論文誌, vol.57, no.12, pp.2654-2663 (2016.12).
- 5) 藤田, 山田, 西垣: エンターテイメントを活用したセキュリティ強化: パスワード強化要素を組み込んだゲームの実装とその有効性, 情報処理学会論文誌, vol.57, no.12, pp.2711-2722 (2016.12).
- 6) 二村, 矢崎, 中村, 西垣: リスクベースセキュリティによる記憶媒体の自己保全, 情報処理学会論文誌, vol.58, no.3, pp.683-6942 (2017.3).

他 3 件

#### 【国際会議発表件数】

- 1) Takashi Tsuchiya, Masahiro Fujita, Kenta Takahashi, Takehisa Kato, Fumihiko Magata, Yoshimi Teshigawara, Ryoichi Sasaki, Masakatsu Nishigaki: Secure Communication Protocol between a Human and a Bank Server for Preventing Man-in-the-Browser Attacks, Proceedings of 2016 International Conference on Human-Computer Interaction (Springer LNCS 9750), pp.77-88 (2016.7).
- 2) Masahiro Fujita, Mako Yamada, Masakatsu Nishigaki: Implementation and Initial Evaluation of Game in Which Password Enhancement Factor is Embedded (Poster presentation), Proceedings of 2016 International Conference on Human-Computer Interaction (Springer LNCS 617), pp.476-481 (2016.7).
- 3) Hiroshi Horikawa, Hisamichi Ohtani, Yuji Takahashi, Takehisa Kato, Fumihiko Magata, Yoshimi Teshigawara, Ryoichi Sasaki, Masakatsu Nishigaki: Delta ISMS Model to Enhance Company-wide Information Security Management using Accident Database: The concept, Proceedings of 2016 International Workshop on Informatics (2016.8).
- 4) Masahiro Fujita, Yuto Mano, Takuya Kaneko, Kenta Takahashi, Masakatsu Nishigaki: A Micro Biometric Authentication Mechanism Considering Minute Patterns of the Human Body: A Proposal and the First Attempt, Proceedings of 2016 International Conference on Network-Based Information Systems, pp.159-164 (2016.9)

他 6 件

#### 【国内学会発表件数】

- 1) 藤田真浩 (D2)、情報処理学会平成 28 年度山下記念研究賞 (2017.3)

他 3 件

## メカトロシステムのためのパワー/シグナル・インテグリティと電磁環境設計

兼担・教授 浅井 秀樹 (ASAI Hideki)  
情報科学専攻 (主担当：電子工学研究所 ナノビジョン研究部門)  
専門分野：メカトロ情報システム、HPC-CAE  
e-mail address: asai.hideki@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~er568583/asailab/>



### 【 研究室組織 】

教 員：浅井 秀樹

研 究 員：井上 雄太 (客員准教授)、關根 惟敏 (機械工学科助教)

修士課程：M2 (3名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

半導体、パッケージ、ボード間協調設計のためのシグナル・インテグリティ (SI)、パワー・インテグリティ (PI) および電磁環境設計とそれらに関連する計算機援用工学 (CAE) の統合化。次のような主題 (高性能電子機器、カーエレクトロニクスなど) について研究を実施。

- (1) HPC と高速 SI/PI シミュレータ及び三次元電磁界シミュレータの開発
- (2) マルチ GPU システムによる大規模高速シミュレーション技術
- (3) 車載用電子機器におけるノイズ低減のためのメカトロシステム設計最適化

に関する研究開発を実施した。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 大規模・高速・高精度シミュレーション技術

近年、回路を含む電気電子系システムの高性能化、高周波数化と共に、大規模システムを高精度、かつ、高速にシミュレーションする要求が高まっている。高精度シミュレーションのためには、集中定数モデルを分布定数モデルに置き換えることや、三次元フル・ウェーブ解析が要求されたりすることがしばしばとなっている。本論文では、そのような要求に対して、詳細モデルを利用していかに高速に解くか？という課題に対する処方箋について、アルゴリズムとハードウェア・アクセラレータの観点から述べる。今後、三次元メカトロニクス設計やマルチ・フィジックス設計に向けて、多様な展開が期待される。(招待論文：電子情報通信学会論文誌 vol.J99-C, no.5, pp1-11, May 2016 など)

#### (2) マルチレート局所陰的ブロックLIM手法による多層電源グラウンド網の高速解析

多層電源グラウンド網を効率的に解析するための局所陰的ブロックリープフロッグ手法を提案している。更に、より効率的に解析するためのマルチレート技法 (回路網内の部分ブロックの要素値により解析時間刻みを適応的に可変とする手法) を提案し、具体例と共にその効率化について検証している。(IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 26, no. 6, pp. 377-379, Jun., 2016. など)

#### (3) マルチ GPU HIE-FDTD 法による薄い構造物の効率的な電磁界解析

従来の FDTD 法において、微小セルが時間刻み幅を制限する CFL 条件が問題となっていた。そこで、解析対象物の薄い方向 (微小セルを採用) に陰的解析手法を用い、その欠点を克服し

た。また、全体の解析に対して、GPU を複数実装したプラットフォーム上で解析することを実現した。結果として、8 個の GPU を効率的に利用することで従来のシングル GPU による FDTD 法と比較して 2000 倍以上の高速化を実現した。(ACES EXPRESS JOURNAL, vol. 1, no.6, pp.177-180, Jun 2016 など)

#### (4) 高速シミュレーション技術とメカトロシステムの設計最適化

本研究では、次世代のキー技術として考えられるカーエレクトロニクスを含むメカトロ分野を視野に入れ、新技術分野におけるこれまでの概要と将来展望について考察、検討する。(エレクトロニクス実装学会 vol.19, no.5, pp.361-364, Aug.2015 など)

#### 【今後の展開】

昨今の回路の高密度化と高速化は、設計、実装におけるマージンを小さくしており、その結果、信号/電源の品質保証が極めて重要となっている。電気的な品質保証は、ノイズ対策でもあり、電気系シミュレータの役割が益々重要となる。また、シミュレーションによる動作検証を設計や生産工程での効率化に反映させるためには EMC (Electromagnetic Compatibility) の問題等も含め、製品に近い形でのパワー/シグナル・インテグリティ検証が不可欠となっている。今後、産学連携をさらに発展させると共に世界最高性能のシミュレータの開発と産業界への貢献を目指す。また、それらのメカトロニクス分野への応用を目指す。

#### 【学術論文・著書】

- 1) 浅井秀樹、井上雄太、岡田慎吾、“招待論文：大規模・高速・高精度シミュレーション技術の現状と課題,” 電子情報通信学会論文誌 C, vol.J99-C, no.5, pp1-11, May 2016.
- 2) Shingo Okada, Tadatashi Sekine, and Hideki Asai, “Multi-Rate Locally Implicit Block Leapfrog Scheme for Fast Transient Analysis of Multi-Layered Power/Ground Planes,” IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 26, no. 6, pp. 377-379, Jun. 2016.
- 3) Yuta Inoue, Hideki Asai, “Efficient Electromagnetic Simulation Including Thin Structures by Using Multi-GPU HIE-FDTD method,” ACES EXPRESS JOURNAL, vol. 1, no.6, pp.177-180, Jun 2016.
- 4) 浅井秀樹、“高速シミュレーション技術とメカトロシステムの設計最適化,” エレクトロニクス実装学会 vol.19, no.5, pp.361-364, Aug.2015 .
- 5) 浅井秀樹、“SI/PI/EMI 解析のための電気シミュレーション技術,” 書籍「電磁波吸収・シールド材料の設計、評価技術と最新ノイズ対策」分担、技術情報協会、pp.372-377, Sept. 2016.

#### 【国際会議発表件数】

・ IEEE APEMC, May 2016, IEEE ECTC, May 2016, IEEE EMC Symp., July 2016, IEEE EPEPS, Oct. 2015など 計8件

#### 【国内学会発表件数】

・ Zuken イノベーションワールドなど 計3件

#### 【招待講演件数】

・ IEEE EMC 台湾支部講演会など 計2件

#### 【受賞・表彰】

- 1) 及川陽平：平成 27 年度 CAS 研究会学生優秀賞 2016. 3

## Team Learning の設計と評価

兼任・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  
修士課程: M1 (2名)

### 【 研究目標 】

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) アクティブラーニングの手法を生かした大学初年次教育カリキュラムを設計

高等教育機関におけるアクティブラーニング手法の開発は喫緊の課題の一つである。部局の専門知識に即した課題解決型学習を半期の演習において設計し、その授業デザインの効果を強調のための制御 (Regulation of Collaboration) という観点から分析した。(Proceedings of ICLS2016)

#### (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。先行研究と比較して、その制度を格段に向上させることができた。(Proceedings of ICLS2016)

### 【 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。平成 29 年度は、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) 大島純・益川弘如（編）(2016). 学びのデザイン：学習科学（日本教育工学選書）. ミネルバ書房：東京.
- 2) 大島純. (2016). 教育工学と学習科学の接点. 大島純・益川弘如（編）, 学びのデザイン：学習科学（日本教育工学選書）(pp. 11–15). ミネルバ書房：東京.
- 3) 大島純. (2016). 学習科学：新しい学びの探究. 大島純・益川弘如（編）, 学びのデザイン：学習科学（日本教育工学選書）(pp. 16–43). ミネルバ書房：東京.
- 4) 大島純・益川弘如. (2016). あるべき学びの再考とその基盤となる学習理論の枠組み. 大島純・益川弘如（編）, 学びのデザイン：学習科学（日本教育工学選書）(pp. 44–55). ミネルバ書房：東京.
- 5) 大島律子・大島純. (2016). 協調学習理論に基づく授業設計の理解. 大島純・益川弘如（編）, 学びのデザイン：学習科学（日本教育工学選書）(pp. 148–156). ミネルバ書房：東京.

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Splichal, J. M., Oshima, J., & Oshima, R. (2016). Learning Environments to Facilitate Students' Regulation in Knowledge Building. In Looi, C. K., Polman, J. L., Cress, U., and Reimann, P. (Eds.), *Transforming Learning, Empowering Learners: The International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2016* (pp. 831–834). Singapore: International Society of the Learning Sciences.
- 2) Oshima, J., Oshima, R., & Fujita, W. (2016). Refinement of semantic network analysis for epistemic agency in collaboration. In Looi, C. K., Polman, J. L., Cress, U., and Reimann, P. (Eds.), *Transforming Learning, Empowering Learners: The International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2016* (pp. 1191–1192). Singapore: International Society of the Learning Sciences.
- 3) Shibata, T., Oshima, R. & Oshima, J. (2016). Development of Collaboration Scenario-Based Scale for Emotion Regulation. In *Proceedings of EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology 2016* (pp. 736-740). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本教育工学会において 3 件

#### 【 新聞報道等 】

- 1) 静岡新聞 (2017. 2. 8)

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 柴田高司(M1) 倶進会助成金(国際学会発表旅費援助)、Shibata, T., Oshima, R., & Oshima, J. (2017). Comparison of Student Classroom Collaborations and CSSER Questionnaire Responses. *Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Antonio, TX.*

## 協調のマネジメント力育成と評価システム開発

兼担・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



### 【 研究室組織 】

教 員: 大島 律子

修士課程: M2 (1名)

### 【 研究目標 】

協調学習は深い理解を実現するための手段であるとともに、他者とどううまく協調して学習を成功させるか(=協調学習のマネジメント力)を学ぶための機会でもある。アクティブラーニング推奨の流れを受けて、近年、協調学習形式の授業形態が増え始めているものの、学生に提供する学習環境のデザイン要件ならびに要素技術や、学習者の持つ協調に関する知識やスキルを的確に評価する手法は確立していないのが現状である。本研究では、これらのデザイン要件ならびに評価手法を確立し、将来的には評価を自動で行うシステムを開発することが目標である。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 協調学習のマネジメント力を育成する科目開発

初年次の大学生が、協調の知識やスキルを学ぶ機会として開発中のプロジェクト型学習(授業)について、そのデザイン要件・要素技術の検討を行い、授業デザインを改良した授業実践とデータ収集を完了した。(Proceedings of ICLS 2016)

#### (2) Collaboration Scenario-based Scale for Emotion Regulationの開発

協調に関する知識やスキルを詳細に把握することを目的として開発中である、スクリプト完成型の課題「CSSER (Collaboration Scenario-based Scale for Emotion Regulation)」の妥当性、信頼性について検討を行った。CSSERは、協調学習時によく見られる社会感情を伴った問題発生シナリオをマンガ仕立てで提供するというものである。大学生には自分がマンガ中の登場人物になったという想定で、そこで起きている問題を疑似体験させ、起きた問題に対する自分の「心の声」と「発言」を空白の吹き出しに記入させるものとして構成している。大学生約200名に対しCSSERを実施し、記述内容の分析を行った結果、CSSERが協調に関する知識やスキルを測るものとして有効であることが示された。(Proceedings of EdMedia 2016)

### 【 今後の展開 】

CSSERの妥当性・信頼性の担保を踏まえ、これをオンライン上で実施、評価、フィードバックできるシステム(Collaboration Regulation Profiler: CRP)の構築を開始している。現在は、第1段階として、オンライン上での課題の実施と評価が可能となるシステムを構築中であり、当面試用段階まで到達することを目標とし、その後自動評価システムについても着手する予定であ

る。また、科目開発については、これまで収集したデータならびに分析結果を踏まえ、汎用性のあるデザイン要件や要素技術を導出し、成果としてまとめる予定である。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) 大島律子 (2016). 知識創造メタファの学習理論. 大島純・益川弘如 (編), *学びのデザイン: 学習科学* (日本教育工学選書). ミネルヴァ書房: 東京.
- 2) 大島律子・大島純. (2016). 協調学習理論に基づく授業設計の理解. 大島純・益川弘如 (編), *学びのデザイン: 学習科学* (日本教育工学選書) (pp. 148–156). ミネルヴァ書房: 東京.

#### 【 解説・特集等 】

- 1) 大島律子 (2016). イントロダクション, 知識構築と知識創造:理論, 教授法, そしてテクノロジー. 大島純, 森敏昭, 秋田喜代美 (監訳) *学習科学ハンドブック 第二版 第2巻: 効果的な学びを促進する実践/共に学ぶ*. 北大路書房: 京都.

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Splichal, J. M., Oshima, J., & Oshima, R. (2016). Learning Environments to Facilitate Students' Regulation in Knowledge Building. In Looi, C. K., Polman, J. L., Cress, U., and Reimann, P. (Eds.), *Transforming Learning, Empowering Learners: The International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2016* (pp. 831–834). Singapore: International Society of the Learning Sciences.
- 2) Oshima, J., Oshima, R., & Fujita, W. (2016). Refinement of semantic network analysis for epistemic agency in collaboration. In Looi, C. K., Polman, J. L., Cress, U., and Reimann, P. (Eds.), *Transforming Learning, Empowering Learners: The International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2016* (pp. 1191–1192). Singapore: International Society of the Learning Sciences.
- 3) Shibata, T., Oshima, R. & Oshima, J. (2016). Development of Collaboration Scenario-Based Scale for Emotion Regulation. In *Proceedings of EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology 2016* (pp. 736-740). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・日本教育工学会において3件

#### 【 新聞報道等 】

- 1) 静岡新聞 (2017. 2. 8)

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 柴田高司 (M1) 倶進会助成金 (国際学会発表旅費援助)、Shibata, T., Oshima, R., & Oshima, J. (2017). Comparison of Student Classroom Collaborations and CSSER Questionnaire Responses. *Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, San Antonio, TX.*



## 画像情報処理・画像センシング

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



### 【 研究室組織 】

教 員 : 大橋 剛介

修士課程 : 7名 (ABP 1名)

### 【 研究目標 】

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

- (1) 画像情報技術を駆使したスケッチ画像検索システムの開発
- (2) 視覚情報処理・色彩工学を駆使した広色域ディスプレイの開発支援・評価
- (3) 画像処理技術を駆使した車両検出に関する研究
- (4) 画像処理による外観検査アルゴリズムの開発
- (5) 画像処理のバイオインフォマティクス分野、農業分野、エネルギー分野への応用

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 広色域ディスプレイに関する研究

広色域ディスプレイの評価・開発のため、自然画像に対するヘルムホルツ - コールラウシュ効果の計算値の算出を可能にし、主観評価実験により測定値を求め、計算値と測定値の比較を行い、有効性を検証している。補正係数を用いて精度を向上させる手法を開発した (IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences に掲載)。

#### (2) 車載単眼カメラ夜間走行画像からの車両検出法の開発

高度道路交通システム (ITS Intelligent Transport Systems) への応用として、機械学習 (ランダムフォレスト) を用いて、車載単眼カメラ夜間走行画像から車両を高精度、高速に検出する手法を開発した (第 22 回画像センシングシンポジウムで発表)。

### 【 今後の展開 】

上記のように視覚情報処理と画像情報処理を融合した画像センシング技術の産業応用を目的として研究を行なっている。画像センシングの特長を生かした外観検査、高度道路交通システム (ITS Intelligent Transport Systems) 応用、農業分野応用にチャレンジしていきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) S.Hashimoto, T.Shizume, H.Takamatsu, Y.Shimodaira, G.Ohashi, “Accuracy Improvement of Estimated Perceived Brightness Maps by Helmholtz-Kohlrausch Effect Using a Correction Coefficient”, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E100-A, No.2, pp.565-571 (2017.2)

【 国内学会発表件数 】

- ・電気学会研究会など5件

【 受賞・表彰 】

- 1) 映像情報メディア学会 査読功労賞

## 次世代のための科学教育論の理論と実践論

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



### 【研究室組織】

教員: 熊野 善介  
博士課程: 齊藤 智樹 (創造科技学院 D3)、奥村 真一 (創造科技学院 D3)、Lely Mutakinati (創造科技学院 D2)、坂田 尚子 (創造科技学院 D1)、小坂 那緒子 (創造科技学院 D1)  
修士課程: M1 石川 遙・小林 美沙希 (2名)  
学部生: B4 (3名)、B3 (3名)

### 【研究目標】

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

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

### 【主な研究成果】

- (1・4) **英語圏の科学教育改革に関わる比較教育論に学び STEM 教育理論展開とその実践論の開発**  
アメリカの科学教育改革の特徴を明らかにし、日本の理科教育・科学教育の改革のモデルを導くだけでなく、日本の学習指導要領の作成協力者としての経験を活かし、科学教育・理科教育分野において継続的な指導・助言・開発を展開した。さらに、2012 年から全米での新たな教育改革の理論と実践論の解明、2013 年に発表された、NGSS (次世代科学スタンダード) の分析・解釈と全米での科学教育改革の実践論、教材論の解明と日本の文脈に応える実践的な科学教育改革論のためのアクション研究の展開を行った。同時に熊野善介の基盤研究 (B) の研究代表者として 9 月に 11 人による米国での調査研究を行った。2017 年 3 月に中間報告書をまとめた。
- (2) **理科及び科学授業論や科学教室の展開方略・科学教育評価論に関する研究**  
平成 26 年度から 3 年間、JST の競争的な資金と学長特別教育経費をもとに展開してきた「次世代科学者育成プログラム」において、「静岡科学館る・く・る」と「藤枝市生涯学習センター」および「浜松理科教育研究会」、「牧之原市教育委員会」と連動・連携して、ほぼ 1 から 2 ヶ月に 1 回のペースで「静岡 STEM ジュニアプログラム」を展開した。さらに、理科教育学演習 I, II の講義と連動して、学生と教員が STEM 教育教材の開発と実践授業の展開を進めた。さらに、6 年目となった、委託事業である「ダジックアース」のプロジェクトの延長として挑戦的萌芽研究としての STEM 教育化、21 世紀型能力を開発するプログラムの開発、Project Based Learning の開発を展開した。2017 年 3 月に JST への最終報告書をまとめた。
- (3) **エネルギー環境教育論・ESD 論**  
日本エネルギー環境教育学会の会長として、資源エネルギー庁・文部科学省と連動して、日本の「エネルギー教育全国会議」の議長として、エネルギー教育を展開し、「エネルギー実践校」への支援や、「放射線教育」の展開を支援した。また、静岡市と連動して静岡市環境大学のカリキュラム作成委員・講師としてまた、静岡市環境教育推進会議会長として、静岡市の環境教育の推進を支援した。
- (5) **e-learning を活用した教員養成論や理科授業や科学教室論・評価論**  
すべての講義において、e-learning システムである Moodle を導入し、印刷物を減らす努力を進めるだけでなく、e-learning のより効果的な学習の在り方を探りながら展開した。
- (6) **アジア等の科学教育・環境教育改革の支援プログラム開発**  
東アジア科学教育副会長として、東アジアの科学教育の発展に努め、2016 年の夏の国際大会を東京理科大学にて開催し、盛況であった。さらに、文部科学大臣官房国際課との招聘で、2 月にバンドンに所在する SEAMEO と姉妹大学であるインドネシア国立教育大学の博士課程の教員・院生を中心に述べ訳 300 人に講演を行い、共同研究の方向性を展開した。3 月にはマレー

シア、ペナンで SEAMEO の関係者とアジアのための科学・数学スタンダード作成の協力をした。  
また、博士課程の OG・学生であるインドネシアからの留学生・修了生との研究協力を展開した。  
(7) 地学教育関係では、国際地学オリンピックを三重大学を中心に、8月20日から25日まで、  
世界から29か国の専門家と高校生の参加者を得て、日本の運営委員としてまた、国際審判として貢献した。静岡県地学会会長に就任した。

#### 【今後の展開】

次世代型の科学教育とくに、STEM(科学技術工学数学)教育研究が欧米諸国で急速に進展しており、その実態を解明する研究をさらに推進する(基盤研究(B)並びに挑戦的萌芽研究(ダジックアースを用いた宇宙地球教育)の2年目となる)とともに、小中高等学校・大学における理科授業・理系講義の中やインフォーマルな科学教育にどのように収斂していくことが、より優れた科学技術系の人材育成につながるかについて研究を展開する。特に JST の競争的な資金である、「ジュニアドクター育成塾」に「静岡 STEM アカデミー」と題して申請し採択されると、静岡県外の STEM 教育アクション研究をさらに展開する。以上により、STEM 教育を基に、日本における科学技術教育イノベーション研究に挑む。

#### 【学術論文・著書】

- 1) Heui Baik Kim, Yoshisuke Kumano, et al. (2016). Chapter 11. Science Education Reform and the Professional Development of Science Teachers in East Asian Regions, Science Education Research and Practice in East Asia; Trends and Perspectives, Edited by Huann-shyang Lin, John K. Gilbert, and Chi-Jui Lien, East-Asian Association for Science Education, 303-330.
- 2) 熊野善介 (2016). 第4章、「教育の新しい潮流と次期学習指導要領を支えるエネルギー環境教育実践」、「はじめに」、日本エネルギー環境教育学会編、エネルギーフォーラム、51-62.
- 3) 奥村仁一・熊野善介 (2016). 高等学校生物の胚発生実験での Bio-STEM 発展学習における生徒の生物学的知識の拡張や科学的思考の変容についての実践的研究、科学教育研究、Vol.40, No.1, pp.21-29.
- 4) Tomoki Saito, Ilman Anwari, Lely Mutakinati, Yoshisuke Kumano (2016). A Look at Relationships (Part I): Supporting Theories of STEM Integrated Learning Environment in a Classroom - A Historical Approach, K-12 STEM Education, Vol.2, No.2, pp.51-61.
- 5) 坂田尚子・長澤友香・熊野善介・五島政一 (2016). 子どもの科学的リテラシーを育成する理科学習のあり方 - 自然観察における課題追求とその過程について -、静岡大学教育実践総合センター紀要、No.25, pp73-82.

他1件

#### 【解説・特集等】

- 1) 熊野善介 (2016). 日本及びアメリカにおける次世代型 STEM 教育の構築に関する理論的実践的研究、基盤研究(B)研究成果中間報告書(研究代表者:熊野善介)、課題番号 16H03058, 平成 28・29・30 年度、1-136.
- 2) 熊野善介 (2016). 静岡 STEM ジュニアプロジェクト、平成 28 年度次世代科学者育成プログラム報告書、研究代表者:熊野善介、1-103.

#### 【国際会議発表件数】

- 1) Great Debate. “Geoscience and Society”; U24A AGU-JpGU Great Debate, 16:00 – 18:00, Room 2020, Moscone West, 2016 AGU The Fall Meeting, San Francisco, 13th, December, 2016. Invited speakers; Dr. Naomi Oreskes, Dr. Laura A. Guertin, Dr. Peter B. Klemen, Dr. Yoshisuke Kumano. ; This session will be open to the public through AGU website.

他7件

#### 【国内学会発表件数】

・日本エネルギー環境教育学会、日本科学教育学会、日本理科教育学会、日本理科教育東海支部大会などにて7件(博士課程、修士課程の学生との共同発表も含む)

#### 【招待講演件数】

- 1) Yoshisuke Kumano(2017).“Theory and Practices of STEM education for Indonesia”, Invited lectures by SEAMEO-QITEP Indonesian Government, sponsored by MEXT, Japan.

他3件

#### 【新聞報道等】

- 1) 「エネルギー問題体系的に—小中向け独自カリキュラム3年かけ策定—御前崎市教育委員会」、静岡新聞(朝刊)、2016.6.3、「41 研究に助成金、山崎自然科学教育振興会」静岡新聞(朝刊)、2016.6.28. 25面
- 2) 「環境保全にできることは」—研究者ら地域活動討論—、常葉大学、静岡新聞(朝刊)、2016.10.16、20面

他3件

#### 【受賞・表彰】

- 1) 第3期静岡大学研究フェローの称号授与(2016.4.1から2018.3.31まで)

## 電波応用工学

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



### 【 研究室組織 】

教 員: 桑原 義彦

博士課程: Latifah Mahamed (創造科技院 D3、私費)、小野 佑樹 (創造科技院 D2、私費)

修士課程: M2 (3名)、M1 (4名)

### 【 研究目標 】

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

- (1) 走行中の自動車の非接触送電
- (2) 廉価な診断システムの開発
- (3) マイクロ波マンモグラフィ、脳損傷緊急診断システム
- (4) 次世代ミリ波レーダの開発
- (5) アンテナ形状の自動設計
- (6) 地中レーダ

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 走行中の自動車の非接触送電

磁気共鳴ワイヤレス電力伝送方式に配置を工夫した長方形コイルを適用し、平面の任意の方向に移動しても安定して高効率で走行できるシステムを考案し、特許出願した。

#### (2) マイクロ波マンモグラフィの開発

モデル化誤差や測定誤差があっても画像再構成できる、Radar Imaging Assisted Microwave Tomography 技術を考案し、実験によってその有効性を確認した。

#### (3) 脳血管障害の初期診断システム

MRI 画像を予備知識とし手用いれば、電波トモグラフィにより脳出血の吸収状態をモニターできることを計算機シミュレーションによって確認した。

#### (4) 次世代ミリ波レーダの開発

電線の課電状態を遠方から監視する手段として、CW レーダによる振動監視が有効であることを実験によって確認した。

#### (5) 地中レーダの開発

地表から離れた位置のアンテナでイメージングするため、地表反射を除去する新しい方法を考案し、2次元計算機シミュレーションによってその効果を確認した。

## 【 今後の展開 】

### (1) 走行中の自動車の非接触送電

工場内搬送機を使った実証実験。

### (2) マイクロ波マンモグラフィ

臨床試験装置の開発、大型外部資金の獲得。

### (3) 高電圧可視化

課電のみ（電流が流れていない）電線の課電検出。FMCW レーダにより電線の位置を検出し、カメラ画像に課電状況を重ね合わせるシステムの開発。

### (4) 地中埋設物の非接触モニタリング

地表反射除去法の3次元化、Radar Imaging Assisted Microwave Tomography 技術を用いた埋設物体の電機定数推定。伝送線路解析を代替モデルとするトモグラフィのフィジビリティスタディ。

### (5) バイタルモニタリング

マルチスタティックレーダ方式の適用（姿勢変化，性差の影響の軽減）。

### (6) アンテナ形状の最適化

バイクの ITS や衛星アンテナへの適用。

## 【 学術論文・著書 】

- 1) Kuwahara, New Perspectives in Breast Imaging, ISBN 978-953-51-5553-9 (Microwave Mammography 分担) .
- 2) 桑原, 走行中小型 EV へのワイヤレス送電システムの開発と実用化への課題, 車載テクノロジー, Vol.4, No.1, pp.78 -82, 2016.
- 3) 桑原, 車両におけるラジオノイズ源の可視化技術, 電磁環境工学情報 EMC, Vol.28, no.4, pp.83-91, 2016.
- 4) ラティファ, 小野, 神谷, 小澤, 桑原, 乳癌検出のためのマイクロ波トモグラフィにおける多偏波の使用について, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J99-C, pp.393-401, 2016.
- 5) P. Sindhuja and Y. Kuwahara, “A DESIGN OF VEHICULAR GPS and LTE ANTENNA CONSIDERING VEHICULAR BODY EFFECTS”, IEICE Trans. Vol.E99B, Vol.4, pp. 894-905, 2016

## 【 特許等 】

- 1) 特願 2017-002467 電力伝送システム及び電力送電用シート
- 2) 車載用のマルチビーム方式レーダ装置、マルチビーム方式レーダ方法およびマルチビーム方式レーダプログラム US9041596（登録）

## 【 国際会議発表件数 】

・ 7 件

## 【 国内学会発表件数 】

・ 3 件

## 【 受賞・表彰 】

- 1) 小野祐樹 (D2) : 電子情報通信学会学術奨励賞

## 知的教育システム

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



### 【 研究室組織 】

教 員: 小西 達裕  
博士課程: 山本 頼弥 (創造科技院 D2)  
修士課程: M2 (3名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

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

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) GUI を用いた対象世界の視覚化とソースコード・操作系列の関係性の提示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

多重ループを対象として、対象世界の挙動を視覚化するとともに、ソースコード・操作系列の関係性を学習者に提示することにより、プログラム実行時の挙動と、それを実現するループ記述の間の抽象度の差を埋め、それらの関係の理解を支援するシステムを構築した(Research and Practice in Technology Enhanced Learning (RPTEL) (2016) 論文 1))。またこれを発見学習の枠組みで行われた教育実践に活用した Enhanced Learning (RPTEL) (2016) 論文 2))。

#### (2) プログラムの挙動可視化システムにおけるレイアウト言語を用いた教師の説明意図の指定機能に関する研究

模範プログラムの挙動をプログラムの対象世界上で視覚化するシステムにおいて、レイアウト言語により教師の説明意図を表現するオブジェクトの挿入を指定する機能を実現した(ICCE2016 3) (2016))。またレイアウト言語の記述を GUI により支援するシステムを構築し、その効果を実験的に評価した(ICCE2016 3),5) (2016 5))。

#### (3) ディクトグロスによる日本語学習環境における対話型エージェントの構築に関する研究

ディクトグロスにおける再現文の修正フェーズで、学習者と文法に関する質疑応答を行うことにより疑似的に協調学習を実現する対話エージェントを開発した (ICCE2016 4) (2016))。

#### (4) デバッグ学習支援システムの構築に関する研究

プログラミング初学者にはデバッグの体系的な方法論を持たず、場当たりのデバッグ活動を行うためにプログラミングに行き詰まる者が少なくない。本研究ではデバッグ手法に関する講義と演習、および演習支援システムを教育パッケージとして構築した(ICCE2016 1) (2016)。

#### 【 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目指す。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Koichi YAMASHITA, Takamasa NAGAO, Satoru KOGURE, Yasuhiro NOGUCHI, Tatsuhiro KONISHI, Yukihiro ITOH, “Code-reading support environment visualizing three fields and educational practice to understand nested loops,” Research and Practice in Technology Enhanced Learning (RPTEL), 11(1), pp.1-22, doi:10.1186/s41039-016-0027-3 (2016).
- 2) Koichi YAMASHITA, Ryota FUJIOKA, Satoru KOGURE, Yasuhiro NOGUCHI, Tatsuhiro KONISHI, Yukihiro ITOH, “Practices of Algorithm Education based on Discovery Learning using a Program Visualization System,” Research and Practice in Technology Enhanced Learning (RPTEL), 2016 (accepted for publication).

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Raiya YAMAMOTO, Yasuhiro NOGUCHI, Satoru KOGURE, Koichi YAMASHITA, Tatsuhiro KONISHI, Yukihiro ITOH, “A Design of a Learning Support System and a Lecture to Learn Systematic Debugging Process for Novice Programmers”, Proceedings of ICCE2016, pp.276-281 (2016).
- 2) Yasuhiro NOGUCHI, Ryota OSAWA, Koichi YAMASHITA, Satoru KOGURE, Tatsuhiro KONISHI, Yukihiro ITOH, “Networked Tutoring Support System for a Programming Class based on Reusable Tutoring Content and Semi-automatic Program Assessment”, Proceedings of ICCE2016, pp.252-257 (2016).
- 3) Koichi YAMASHITA, Ryota FUJIOKA, Satoru KOGURE, Yasuhiro NOGUCHI, Tatsuhiro KONISHI, Yukihiro ITOH, “Learning Support System for Visualizing Memory Image and Target Domain World and Classroom Practice for Understanding Pointers”, Proceedings of ICCE2016, pp.521-530 (2016).
- 4) Satoru KOGURE, Kenta MIYAGISHIMA, Yasuhiro NOGUCHI, Makoto KONDO, Tatsuhiro KONISHI, Yukihiro ITOH, “A Teachable Agent for the Japanese Dictogloss Learning Support Environment”, Proceedings of ICCE2016, pp.88-90 (2016).
- 5) Daiki TEZUKA, Satoru KOGURE, Yasuhiro NOGUCHI, Koichi YAMASHITA, Tatsuhiro KONISHI, Yukihiro ITOH, “GUI Based Environment to Support Writing and Debugging Rules for a Program Visualization Tool”, Proceedings of ICCE2016, pp.303-305 (2016).

#### 【 国内学会発表件数 】

・教育システム情報学会、電子情報通信学会など4件

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 榎田剛士, 小西達裕, 伊東幸宏: “物理を対象とした類推的思考を促す準発見型学習支援システムの構築”, 教育システム情報学会 2016 年度学生研究発表会東海地区優秀発表賞, (2017. 3)



## 情報科学とその応用

兼担・教授 酒井 三四郎 (SAKAI Sanshiro)  
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: ソフトウェア工学、教育工学  
e-mail address: sakai@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://ginger.cs.inf.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 酒井 三四郎

修士課程: M2 (3名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

情報科学を基盤とし、学習支援、情報システム開発に関して、幅広く研究を展開している。当面の研究目標は以下の通りである。

#### (1) プログラミング学習支援に関する研究

段階的にアルゴリズムを記述できる初学者向けプログラミング学習支援システムを開発する。また、オブジェクト指向プログラミング学習支援に関する研究を進展させる。

#### (2) 情報システムのモデリング学習支援に関する研究

情報システムをオブジェクト指向に基づいてモデリングする際に、UMLによるクラス図作成が広く行われている。このモデリング技術の習得を支援できるシステムを開発する。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) プログラミング学習改善のためのダッシュボードの開発

プログラミング演習における学習者の学習過程を定量的に分析し、授業改善に役立てるという試みは存在しない。本研究では、学習過程の定量的な分析を可能にする指標“コーディングメトリクス”を提案した。静岡大学情報学部情報社会学科「プログラミング」の講義における2012年から2015年までの4年分のデータを用いて、このコーディングメトリクスを元に、学習過程の分析を行なった。その結果、定量的な分析が可能であり、提案指標は有用であることが確認された。このコーディングメトリクスの有用性の確認における結果を踏まえ、学習者の学習過程を分析し、学習環境の評価、改善を行うことを目的としたダッシュボード“Hanabi”の開発を行なった。Hanabiの特徴は、データに対して多面的な分析を行えること、分析対象の絞り込みをするフィルタ機能を有することである。実際の教育現場において Hanabi を用いた試用実験を行なった。授業を実施する教員とティーチングアシスタントによる Hanabi を用いた分析によって、当該授業に対する3件の授業改善案と、19件の新たな発見が確認された。分析の様子や、教員に対するアンケートの結果から、Hanabi で採用したダッシュボード形式とフィルタ機能も分析に有用であることが明らかになった。

#### (2) ナビゲーションによるデバッグプロセス体験学習システムの開発

デバッグ経験の乏しいプログラミング初学者がデバッグに行き詰まってしまう問題に対し、デバッグ学習が行えるシステムを提案することで解決を図った。本研究では、デバッグ学習において学習すべき内容を、print文を用いた変数の値の確認方法、初学者向けとして新たに定義したデバッグプロセス、デバッガに関する知識の3つとし、これらの内容を学習する方法として体験学習方式を採用した。デバッグ体験を行うためのナビゲーションを設計し、ナビゲーションとデバッガの利用体験をするための解説機能を追加した簡易デバッガを組み込んだシステムを提案した。デバッグ体験はナビゲーションの指示に従って作業することで行うことができる。システムの有用性を検証するための評価実験を行った。実験では、システムを用いた学習の前後でデバッグ方法の変化を観察した。その結果、システムを用いた学習の前後で、多

くの被験者が print 文を活用するようになった、一部の被験者がデバッグプロセスに従ってまとまりを意識するように print 文を挿入して検証するようになった、などの変化が見られた。デバッガに関するアンケートでは、デバッガについて知ることができ、今後も使っていきたいといった回答が数多く見られた。評価実験から、必ずしもデバッグ体験を完遂できるわけではないが、完遂できた場合の学習効果はあることが分かったため、提案システムはデバッグ学習に有効であると評価した。

#### 【 今後の展開 】

##### (1) ソフトウェアメトリクスに基づくリファクタリング支援

プログラムの保守性に悪影響を与えかねない質の低いコードは「不吉な臭い」と呼ばれ、経験を積んだプログラマーはその傾向を見つけてリファクタリングすることができる。しかし、経験の浅い人がそれを見つけることは難しく、無秩序なコードができやすい。ある程度の規模の大きいプログラムを作るとなると保守性や可読性を考慮する必要が出てくるが、それまでと異なりあえて動けばいいプログラムを作ってきた人には難しい。本研究では、ソフトウェアメトリクスを用いてリファクタリングすべき箇所を定量的に示すことでリファクタリングに不慣れな学習者を支援する。

##### (2) クラス間の関係理解とプログラム改変のためのコードリーディング支援

プログラミング演習に取り組んでいる人は、その課題として他者が書いたソースコードを元にしてそこに新たな機能を追加することがある。その際に、まず対象のソースコードの概要を理解する必要がある。クラス数が 2、3 個程度のソースコードではクラスを順に見ていくことで概要を理解することができるが、クラス数が 10 個程度になるような規模が大きなソースコードの概要を掴むことは、不慣れな人には困難である。本研究では他者が書いたプログラムを理解するためのメソッド呼び出し関係に着目したコードリーディング支援ツールの開発を行う。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Yoshiaki Matsuzawa, Motoki Hirao, and Sanshiro Sakai: “Compile Error Collection Viewer: Visualization of Compile Error Correction History for Self-assessment in Programming Education”, International Journal of Engineering Education, Vol.32, No.3 (A), pp.1117–1127 (2016.5).

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Yoshiaki Matsuzawa, Yoshiki Tanaka, Sanshiro Sakai: Measuring an impact of block-based language in introductory programming, IFIP TC3 Joint Conference SaITE 2016 (2016.7)
- 2) Yoshiki Tanaka, Yoshiaki Matsuzawa, Sanshiro Sakai: Detailed Analysis of “Mixed Language Coding” with Java and Block in Introductory Programming Education, IFIP TC3 Joint Conference SaITE 2016 (2016.7)
- 3) Toshiki Takeuchi, Yoshiaki Matsuzawa, Sanshiro Sakai: CRiPS.js: JS Library for Creative Introductory Programming Development Environment on the Web, IFIP TC3 Joint Conference SaITE 2016 (2016.7)

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 田中良樹, 松澤芳昭, 木谷友哉, 酒井三四郎, Hanabi: プログラミング教育改善のための横断的フィルタ機能を有するダッシュボード, 情報処理学会コンピュータと教育研究会 139 回研究発表会 (2017.3).
- その他、情報処理学会、教育システム情報学会など 5 件

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 浅井俊伍、情報処理学会第 79 回全国大会学生奨励賞、2017.3
- 2) 竹内俊貴、情報処理学会第 79 回全国大会学生奨励賞、2017.3
- 3) 鈴木英梨花、教育システム情報学会 2016 年度学生研究発表会ポスター発表優秀賞、2017.3

## 画像処理、コンピュータビジョン

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



### 【 研究室組織 】

教 員: 佐治 斉

修士課程: M2 (3名)、M1 (2名)

学 部 生: B4 (3名)

### 【 研究目標 】

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

#### (1) 航空・衛星画像解析

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

#### (2) 移動物体追跡

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

#### (3) 三次元形状計測

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

### 【 主な研究成果 】

上記研究それぞれについての成果を以下に記す。

- (1) 消防関係組織との共同研究により、災害時における救助活動に関係する情報取得の手法を検討し、実画像（航空・衛星画像）を解析可能な試作システムを開発している。
- (2) 交通管理関係組織との共同研究により、道路上に設置されたビデオカメラ映像を自動解析することで、車両の追跡を実現する実応用システムを開発している。
- (3) 災害対策や交通対策を中心に画像処理技術の実社会への応用を模索し、様々な組織との間で情報交換を行っている。

### 【 今後の展開 】

先に述べた各研究内容について、検討結果に基づいて試作システムを構築し、種々の環境下においてそれぞれ実験を繰り返し、実社会で活用できるようなものに仕上げる。また、研究内容に関係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。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) 撮影位置と画像情報に基づく空撮映像のレジストレーション, 佐治齊, 飯倉宏治, 画像ラボ 6 月号, pp. 27-32, 日本工業出版 (2016. 6)

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Rei Kojima and Hitoshi Saji, Geo-registration of Aerial Images for Grasping Road Situation, 23<sup>th</sup> World Congress on ITS, (2016.10.13, Melbourne, Australia).
- 2) Kota Suzuki and Hitoshi Saji, Registration of oblique aerial images in mountainous areas using DEM, 23<sup>th</sup> World Congress on ITS, (2016.10.13, Melbourne Australia).

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ ITS シンポジウム 2016 など 4 件

## ワイヤレスマルチメディア情報通信

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



### 【 研究室組織 】

教 員: 杉浦 彰彦

博士課程: 大崎 高伸 (創造科技院 D3、社会人)、多田 拓太郎 (創造科技院 D1、社会人)

修士課程: M2 (5名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

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

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 知的環境認識型ワイヤレスネットワークの構築

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

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

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

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

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

### (3) マルチメディア情報通信技術の応用・展開

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

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

#### 【 今後の展開 】

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

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) 中井一文・江崎修央・杉浦彰彦、Prediction of the Appearance of Monkeys Based on Environmental Conditions、IEEJ Transactions on E & EE Vol.12, No.1, pp.132-139 (2017)

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・電気・電子・情報関係学会、情報処理学会など 12 件

## 人間の認知情報処理活動に着目したインタラクション構造のモデル化

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



### 【 研究室組織 】

教 員：竹内 勇剛

博士課程：エリーナ・リエノビタ (D4、私費)、坂本 孝文 (D4)、吉岡 源太 (D3)、山田 雅敏 (D2、社会人)

修士課程：M2 (2名：総合科学技術研究科情報学専攻)、M1 (2名：総合科学技術研究科情報学専攻)

### 【 研究目標 】

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

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

### 【 主な研究成果 】

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

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

#### (2) 他者との共感を誘発する身体的インタラクションに関する基礎研究

模倣を伴う身体運動や視線による共同注視などによって他者の内的状態を推定し、自己の内的状態との対照化を通して他者との共感を誘発する身体的インタラクションの構造分析を進めている。その結果、人間には自分自身の内的状態とその身体的な表出との間にはギャップがあり、そのギャップがない形での身体的な表出を行うエージェントに対して強い共感反応を示すことが明らかになった。

#### (3) エージェントを介して学習者の自尊感情を促進させる学習環境の構築

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

#### 【 今後の展開 】

今後の情報通信技術（ICT）の1つの大きな流れとして、“人のコミュニケーション活動”を機軸とした基礎・応用研究が活発になってくることが予想される。その研究の中心には「人」が確固として位置づけられ、人と技術との関係の中で次世代の技術革新が模索されるようになるはずである。したがって今後我々は、人間の認知情報処理活動に着目したインタラクシ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 】

- 1) 熊崎周作, 竹内勇剛: 人の共感的反応を誘発する状況に依存した人工物の振る舞い, 電子情報通信学会和文論文誌(A), Vol.J100-A, No.1, pp.24-33 (2017).

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Sakamoto, T. & Takeuchi, Y.: Initial Phase of Communication through Embodied Interaction with Simple-Shape Robot, HRI2017 LBR (2017).
- 2) Sakamoto, T. & Takeuchi, Y.: Process of Agency Identification Based on the Desire to Communicate in Embodied Interaction, Proceedings of the Fourth International Conference on Human Agent Interaction (HAI 2016), pp.99-102 (2016).
- 3) Yamada, M., Sunako, T., & Takeuchi, Y.: The Information Scientific Stage Model of an Expertise in Embodied Knowledge, JSAI International Symposia on AI, Third International Workshop on Skill Science (2016).
- 4) Sakamoto, T. & Takeuchi, Y.: Initial Phase of Agency Identification in Embodied Interaction with Unknown Robot, Proceedings of the 25th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN 2016), pp.1183-1186 (2016).

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 17件

#### 【 招待講演件数 】

- ・ 2件

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) HAI シンポジウム 2016 Outstanding Research Award (坂本孝文・竹内勇剛)



## 人間中心の人工知能と認知症情報学の研究

兼担・教授 竹林 洋一 (TAKEBAYASHI Yoichi)  
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: ヒューマンインタフェース、人工知能、認知症情報学  
e-mail address: takebay@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.takebay.net>



### 【 研究室組織 】

教 員: 竹林 洋一、石川 翔吾 (情報学研究科 助教)  
博士課程: 上野 秀樹 (創造科技院 D3、社会人)、神谷 直樹 (創造科技院 D3)  
修士課程: M2 (4名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

人類未踏の少子高齢社会の諸問題解決に向け、人工知能と認知症情報学の研究を進めている。

- (1) マルチモーダル認知症ケア技法「ユマニチュード」のスキルの習得支援と実証評価
- (2) 幼児から高齢者までを対象にしたコモンセンス知識と情動の基礎研究
- (3) 認知症の人の情動と行動理解を高度化するための認知症感情行動コーパスの構築
- (4) 介護現場で認知症の人と家族を支援するマルチモーダル知識映像コンテンツの構築
- (5) インドアコモンセンスに基づく高齢者の健康と快適性向上のための環境デザイン

### 【 主な研究成果 】

- (1) 情報処理学会に創設した高齢社会デザイン研究会の活動を発展させて、市民がステークホルダーとなる、異分野横断の「みんなの認知症情報学」(Citizen Informatics for Human Cognitive Disorder) という新しい研究分野を創設した。
- (2) 第13回子ども学会議 (テーマ: 情報学が拓く長寿社会) を静岡大学情報学部主催で浜松にて開催し、子どもから老年までを対象にした多面的な議論を通じて、少子高齢社会のデザインについての様々な知見が得られた。
- (3) 人工知能の創始者の一人である故 Marvin Minsky の「コモンセンスと情動」に関する理論を機軸にした「認知症の人の意図感情理解モデル」と脳内情報処理モデルを提案し、認知症ケアの高度化に役立つことを示した。
- (4) 静岡大学の Yves Gineste 客員教授が開発した認知症ケア技法「ユマニチュード」の介護スキル習得支援システムを、東京医療センターの本田美和子医師、デジタルセンセーション社の坂根裕社長他と共同で開発した。
- (5) 人工知能学会の5年間の「近未来チャレンジ」として進めている「認知症の人の情動理解基盤技術とコミュニケーション支援への応用」で、「認知症の見立て技術」と「ユマニチュード介入の習得技術」の研究が進展し、学会ではトップスコアの評価を受け継続が決定した。
- (6) インドアコモンセンスと「体感」理解に基づく高齢者の状況理解のためのマルチモーダルセンシング基盤が「高齢者の心的状態の見える化」を促進できることを示した。

### 【 今後の展開 】

認知症の医療の限界が指摘され、ケアの可能性に期待が集まり、「認知症とともに生きる」というイノベーションを起こそうという機運が高まってきた。2017年度に情報処理学会の「高齢社会デザイン研究会」を発展させて、市民を機軸にした一般社団法人「みんなの認知症情報学会」

を設立し、「認知症の見立て」と「コミュニケーション・ケア」の「学びの環境」を構築し、EBC（根拠に基づく認知症ケア）の実践的研究と「ユマニチュードの科学」の研究を推進する。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) 共著：人工知能時代の医療と医学教育、Ⅲ章 4.人工知能学の観点からみたコミュニケーションの能力と共感的理解、pp149-157 (2016.9)
- 2) 柴田健一，石川翔吾，玉井顯，竹林洋一；介護関係者の多視点観察情報に基づく認知症評価システム、ヒューマンインタフェース学会論文誌 Vol.19, No.1, pp.41-50 (2017.2)

#### 【 解説・特集等 】

- 1) 竹林洋一：人間中心の情報学による高齢社会のデザイン，技術と経済 Vol.591,pp13-17(2016.5)
- 2) 竹林洋一：Dr.Marvin Minsky の思い出，人工知能学会誌 小特集「ミンスキー博士を偲んで」 Vol.31, No.3, pp437-438 (2016.5)
- 3) 竹林洋一：情報学からの認知症へのアプローチ，老年精神医学雑誌第 27 巻増刊号-II, pp115(2016.5)
- 4) 竹林洋一：Minsky 追悼を機に AI 研究を再考する，情報処理学会誌 Vol.57, No.6 ,pp554 (2016.6)
- 5) 竹林洋一：認知症の人の暮らしを支える人工知能と情報学とは，医療と介護 Next Vol.2 No.4, pp30-32 (2016.8)
- 6) 竹林洋一：人工知能の実践的活用，情報処理学会 デジタルプラクティス Vol.7 No.4, pp394-405 (2016.10)

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) A. Omata, Y. Sakane, S. Ishikawa, M. Honda, M. Ito, and Y. Takebayashi : Constructing a Video-based Remote Coaching Platform to Develop Professional Skills in Dementia Care, The 10th World Conference of Gerontechnology, vol.15, p.136, 2016.9. (2016.9.11-15)

#### 【 国内学会発表件数 】

・人工知能学会全国大会、情報処理学会 高齢社会デザイン研究会など 計 8 件

#### 【 招待講演件数 】

- ・「認知症であっても安心して暮らせるまちづくりを目指して」「情報学からの認知症へのアプローチ」、第 31 回日本老年精神医学会、金沢歌劇座（石川県）(2016. 6. 23)
- ・「認知症高齢者を支える」、第 17 回介護保険推進全国サミット in おかやま、岡山市民会館（岡山県）(2016. 10. 21) など 計 6 件

#### 【 新聞報道等 】

- 1) NHK あさイチ「データで変わる！？認知症介護」(2016. 4. 11)
- 2) 日経新聞 「実技動画指導、生徒別に」(2016. 6. 7)
- 3) 中日新聞 「3 世代の思い 物語に」(2016. 8. 29)
- 4) E テレ 新世代が解く！ニッポンのジレンマ「元日 SP 反響編 AI のジレンマ大研究」(2017. 2. 26)

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 神谷直輝 (D3)、第 13 回子ども学会議 優秀発表賞 (2016. 11)「マルチモーダル映像センシング基盤を用いたユマニチュード・ケアの分析」

## 電子技術の生体計測への応用

兼担・教授 竹前 忠 (TAKEMAE Tadashi)  
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: 生体計測  
e-mail address: tettake@ipc.shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員: 竹前 忠

修士課程: M2 (2名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

電子技術を応用した非観血的生体計測法の開発

- (1) 磁気併用電気インピーダンス・トモグラフィの基礎研究
- (2) 呼吸と体位の連続モニタリング
- (3) 生体深部の電気インピーダンス計測
- (4) 生体の電気異方性計測

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 磁気併用電気インピーダンス・トモグラフィ実現化に関する研究

現在得られているインピーダンス分布画像に他の CT から得られる臓器の形状情報を用いることで得られるインピーダンス分布の再構成精度をか確認した。

#### (2) 呼吸と体位の連続モニタリング

呼吸に伴う体動を、腹部あるいは胸部の4か所でコイルを用いたセンシングを行う装置を試作した。これを用いて、歩行中の呼吸モニタリング、あるいは睡眠時の体位によらない呼吸のモニタリングの可能性が示唆された。

#### (3) 生体深部の電気インピーダンス計測

通常生体計測で使用される電流に、体表面から交番磁界の印加によって発生する渦電流を重ねることで、体表面付近の電流を“0”とし、深部に電流を集めることで、深部の電気抵抗を測定する方法を提案した。この方法で、測定感度を深部方向で可変にできる事を示した。

#### (4) 生体の電気異方性計測

三相交流で電磁石を駆動することで、生体内に回転渦電流を発生させ、各方向の電気抵抗を計測する方法において、深さ方向の異方性を推定する方法を提案した。モデル実験により、この方法の有用性を確認した。

### 【 今後の展開 】

今までに提案してきている非侵襲的生体計測法を、臨床応用を検討する。

【 国内学会発表件数 】

・ 2 件

## 技術経営と SHIEN（支援）学

兼担・教授 館岡 康雄 (TATEOKA Yasuo)  
情報科学専攻 (主担当：大学院総合科学技術研究科工学専攻  
事業開発マネジメントコース)  
専門分野： 技術経営、経営戦略、SHIEN（支援）学、組織開発、  
キャリアデザイン  
e-mail address: [tateoka@sys.eng.shizuoka.ac.jp](mailto:tateoka@sys.eng.shizuoka.ac.jp)  
homepage: <http://www.second-sun.org/>



### 【 研究室組織 】

教 員：館岡 康雄

博士課程：吉越 光代（創造科技院 D5）、森本 弘明（創造科技院 D3）

修士課程：M2（3名）、M1（3名）（6名内 ABP 1名）

### 【 研究目標 】

これからのマネジメントの新概念として「支援（SHIEN）」を提唱する。企業の活動がグローバル化してきており、またその活動の変化のスピードも一昔まえとは比べものにならないほど速くなった。このようなビジネス環境では、不確実性や複雑性が高まるため、まったく予想さえしなかったことが普通に発生してくる。こうした環境下では、従来の管理的経営は破綻する。このような文脈の中で「相手を助ける」ということはどのような意味をもってくるのだろうか。西洋的な管理や形（外側）を重視したものの進め方、考え方が行き詰ってきた中、それに変わりうる、あらたな経営のありかたを、SHIEN 概念を機軸に展開している。さらに、本年度は、SHIEN による組織変容メカニズムを明らかにした。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) パラダイムシフトと SHIEN（支援）学

時代の変化をパラダイムシフトとして捉え、現在の潮流は「リザルトパラダイム」から「プロセスパラダイム」へ、そして将来は「プロセスパラダイム」から「コーズパラダイム」へ移行すると定義している。昨年度明らかにした SHIEN が自然に行われるために開発された、SHIEN ワークショップの深いメカニズムを、各アドバイザーが周囲に実践し、結果をもとに、そのメカニズムを検証した。関係性のドラスティックな向上、してもらう・したあげることの交換による温かさの共有、それらにより複雑な問題がいと容易く消えていくことが判った。外側の問題の対策・解決ではなく内側の変化による問題消失の科学の可能性を更に推進した。(SHIEN（支援）学会、夏の合宿でこれらの成果を講演した（北海道余市福祉村、2016.9.18))。

#### (2) SHIEN アカデミー静岡（一般社団法人）設立と展開

「重なりのないところに重なりを創り、させる・させられるではなく、「してもらう・してあげる」ことを双方向に交換するという SHIEN 原理が東京、北海道、静岡（牧之原市）、三重（津市）に同時並行的に広がっている。本年度は、昨年度中型病院で確立された SHIEN 学による組織の活性化のメカニズムを広島と浜松に本社を置く一部上場会社 2 社で再検証した。①赤字問題 ② 職場構成員の関係の悪化 ③ 機能横断不全、受け身体質という問題が 1 年ですべて解決した。更に、1 社で継続し組織が活性化していくメカニズムを深堀中。さらに、モノづくり現場 2 社にも紹介した。また、SHIEN 学に関し新たなプロジェクトを組み、KAIZEN 活動との関連性を明らかにした。

#### (3) 拡大成長型組織から持続可能型組織へ；組織の持続可能性に関する研究

100 年以上続いている企業を老舗、200 年以上続いている企業を長寿企業という。世界には 8000 社以上の長寿企業があるが、日本にはその半分がある。なぜ、日本にそのように多いのか、また、持続可能性のエッセンスは不明な点が多い。28 年度は、働き方に焦点をあて、幸せな働

き方と会社の業績との関係を、中小企業を中心に実証研究を行った。サステイナブルな組織では、関わる人々（経営者、社員、取引先、顧客、地域など）の長期的な幸福感が重要である。成果の一部を山城経営研究所経営道フォーラムで発表した。

#### 【 今後の展開 】

SHIEN（支援）学を深め 20 世紀的な管理を中心にすえた経営学に換わりうる新たな経営学を構築中。28 年度に再検証された組織を変容するプログラムをまとめると共に、SHIEN 理論を現実の組織や社会に適用するために、29 年度はさらに他の組織間関係・個人間関係に拡大適用する。また、明らかになった豊かな実践からのフィードバックにより、コースパラダイムの精緻化を図っていく。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) 森本弘明、館岡康雄（2017）「経営の危機の認識と適切行動」『危険と管理』日本リスクマネジメント学会 Vol.48.p.01-17.
- 2) 山崎憲一、館岡康雄ほか（2017）「利他性と間主観性と SHIEN ; HAPPY MONDAY（月曜日を幸せな気持ちで出社するためには）『新たなる経営、新たなる道への提言』山城経営研究所論文集 Vol.27.p.41-77.

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 森本弘明、館岡康雄（2016）「経営の危機の認識と適切行動」日本リスクマネジメント学会第 40 回全国大会記念自由論題報告、2016. 10. 15、関西大学（大阪府、吹田市）
- 2) 森本弘明、館岡康雄（2016）「会計における適切行動の理に関する研究」日本経営情報学会第 7 2 回全国大会自由論題セッション報告、2016. 5. 22、東海大学湘南キャンパス（神奈川県平塚市）
- 3) 吉越光代、館岡康雄（2016）「看護職者の能力を活かし合う看護管理のあり方に関する研究【第 14 報】－看護組織に SHIEN マネジメントを介入してみても－」第 20 回日本看護管理学会学術集会、2016. 8. 20、パシフィコ横浜（神奈川県横浜市）

他 4 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 経営道フォーラム、「新しい時代のパラダイムと企業経営：SHIEN と利他性が人を生かし、組織を生かす」（椿山荘）
- 2) SHIEN 学一般フォーラム、「これからの経営に役立つ SHIEN という考え方経営者として大切なこと」（湖西市商工会館）
- 3) 世界 SHIEN 子ども学校のびすく研究大会「これからの時代に役立つ SHIEN という考え方」（津市中央公民館）
- 4) 中小企業同友会経営フォーラム、「寄り添うことで見える世界とは；互いの問題を解き合うことで組織が変わる」（札幌第一ホテル）
- 5) 静岡県議会フォーラム、「SHIEN 学；新たな生き方・働き方による未来の創造最先端」（静岡県庁特別会議室）
- 6) よこはま地域福祉研究センター福祉と介護フォーラム「SHIEN 学入門；お互いの力を引き出し合う関係構築に向けて」（ウィリング横浜）

他 19 件

#### 【 新聞報道等 】

- ・アヲハタ株式会社機関誌に「新しい働きかたの創造」の中で SHIEN 学が紹介（2017. 3. 1）株式会社シガウッド社内報、ブログに各 1 回ずつ「SHIEN（支援）学」の活動が取り上げられた。

## コンピュータビジョン

兼担・教授 中谷 広正 (NAKATANI Hiromasa)  
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: コンピュータビジョン  
e-mail address: nakatani@inf.shizuoka.ac.jp

### 【 研究室組織 】

教 員: 中谷 広正

修士課程: M2 (2名)

### 【 研究目標 】

コンピュータビジョンに関する理論を研究し技術を開発することによって、日常生活や産業・医療など様々な分野における問題を解決することが目標である。現在の研究課題は次のとおりである。

- (1) 伝統モンゴル文字の認識と検索
- (2) 人の指示動作を認識するインタフェース

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 伝統モンゴル文字の認識と検索

伝統モンゴル文字史料処理手法の開発、単語検出・文字認識に適した幾何学的特徴/統計的特徴抽出、伝統モンゴル文字データベース化に関して研究を進めている。

#### (2) 人の指示動作を認識するインタフェース

人の指示動作を認識するインタフェースの応用例として、押し・はじき・なぞりという指の指示を認識することによって仮想物体表面に描画できるシステムを開発している。

### 【 今後の展開 】

コンピュータビジョンの産業応用・医療応用について研究する。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) 中谷広正, 新谷誠, 宮崎佳典, 松田健, 理工系のためのベクトル解析 多変数関数の微分積分, 東京図書, ISBN978-4-489-02237-1, 2016.

### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 伝統モンゴル文字の単語検索のための中心線形状特徴の利用 (原田景太, 中谷広正), 平成 28 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会論文集, C2-2, 2016
- 2) 仮想物体への素手による描画を実現するシステムの開発 (白井大祐, 中谷広正), 平成 28 年度電気・電子・情報関係学会東海支部連合大会論文集, C4-7, 2016





## 音声 & 音環境分析

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



### 【 研究室組織 】

教 員 : 西村 雅史

修士課程 : M2 (2名)、M1 (8名)

### 【 研究目標 】

「話すこと」「食べること」「感じること」をモニタリング可能な音収集・分析方法の開発。

### 【 主な研究成果 】

多人数が集まる状況において「話す」、「食べる」に関連した行動を詳細に自動分析するための基本技術を開発した。

### 【 今後の展開 】

グループワークにおける多人数会話の分析や在宅高齢者の見守りなどへの応用について検討を行う。

### 【 特許等 】

・ 出願 1 件 (2016. 5)

### 【 国際会議発表件数 】

・ 3 件

### 【 国内学会発表件数 】

・ 18 件

### 【 招待講演件数 】

・ 1 件

### 【 受賞・表彰 】

・ 指導学生の受賞 (論文賞、奨励賞など) 5 件



## 宇宙機械制御システムの実践的研究開発

兼担・教授 能見 公博 (NOHMI Masahiro)

情報科学専攻 (主担当: 工学部 機械工学科及び

大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)

専門分野: 宇宙工学、衛星工学

e-mail address: nomi.masahiro@shizuoka.ac.jp

homepage: <http://stars.eng.shizuoka.ac.jp/>

[http://stars.eng.shizuoka.ac.jp/nohmi\\_lab/nohmi\\_index.html](http://stars.eng.shizuoka.ac.jp/nohmi_lab/nohmi_index.html)



### 【 研究室組織 】

教 員: 能見 公博

修士課程: M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

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

また研究室では、月面着陸機の着陸ダイナミクスに関する研究を行なっています。その一つは JAXA との共同研究として、小型月着陸衛星 (SLIM) の着陸シミュレーションを行っています。SLIM (Smart Lander for Investigating Moon) とは、将来の月惑星探査に必要なピンポイント着陸技術を確立するもので 2019 年打ち上げを目指しています。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) 静岡大学発静岡初人工衛星 STARS-C の打ち上げ

STARS 3号機である STARS-C を開発終了、2016 年 12 月 9 日に打ち上げ、同年 12 月 19 日に国際宇宙ステーションから放出されました。2017 年 3 月現在運用中です。STARS-C は宇宙エレベータの研究開発の第一歩として、軌道上におけるテザー伸展実験をミッションとする 2U (10cm 立法衛星 2 基分) の超小型衛星です。

#### (2) 軌道エレベータ衛星 STARS-E の開発

現状では宇宙エレベータは人類の夢であり、国際的協力により開発していく事業であると予測できます。その状況において日本では、宇宙エレベータ協会の活動、建設会社である大林組の構想、日本航空宇宙学会のワーキンググループなど、世界的にリードできる可能性を持つ活動を進めています。また、静岡大学工学研究科が位置する浜松には、高度な技術を有する企業が数多く存在します。このような状況において、宇宙エレベータに向けた第一歩として、軌道上においてエレベータロープを展開しロープ上を昇降機 (クライマー) が移動する実験を実施するための超小型衛星開発を行っています。

#### (3) 小型月着陸衛星 (SLIM) のプリプロジェクト化

小型月着陸衛星 (SLIM) は、2019 年度の打ち上げを目指してプリプロジェクト化されました。基本的には 4 つの脚を有する着陸機であり、脚配置、脚弾性、着陸条件を考慮したシミュレーション解析により、2 つの候補に絞り込みました。

#### (4) 将来型月惑星着陸機実験プラットフォームの構築

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

##### 【 今後の展開 】

静岡大学初の超小型衛星 STARS-C によるテザー（ひも）を伸展する宇宙実験を実施、その実験結果を踏まえて軌道エレベータ衛星、宇宙デブリ除去衛星を開発、世界に先駆けて宇宙技術実証を行っていくことを目標としています。STARS PROJECT の特徴は、機械制御システムの宇宙実験を実施していくことであり、宇宙空間でダイナミックに運動する衛星は、世界的にも独創的なものです。

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

##### 【 学術論文・著書 】

1) Yoshiki Yamagiwa, Masahiro Nohmi, Yoshio Aoki, Yu Momonoi, Hiroataka Nanba, Masanori Aiga, Takeru Kumao, Masahito Watahiki, “Space Experiments on Basic Technologies for a Space Elevator Using Microsatellites,” *Acta Astronautica* (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.actaastro.2016.12.022>.

##### 【 解説・特集等 】

1) 「宇宙ゴミを減らすには」, ゼットキューブ, 2017, Vol. 1, SPRING, 発行: 株式会社 Z 会  
2) 「超小型人工衛星 STARS (通称 KUKAI) 西日本初香川発」, [衛星通信年報] H28 年版, 衛星通信年報編集委員会, 財団法人 KDDI 財団発行

##### 【 特許等 】

1) 発明の名称: 人工衛星 (小型衛星搭載用フィルムアンテナ), 出願番号: 特願 2012-158243, 発明者 能見公博, 大井克己, 特開 2014-19238, 登録番号: 特許 5991578 号 (2016. 8. 26), 特許権者 国立大学法人香川大学.

##### 【 国際会議発表件数 】

・ 67th International Astronautical, Congress ISEC 2016 Space Elevator Conference, Fifth International Conference on Tethers in Space など 4 件

##### 【 国内学会発表件数 】

・ 宇宙科学技術連合講演会、日本機械学会宇宙工学部門など 11 件

##### 【 新聞報道等 】

1) STARS-C のフライトモデルについて記者発表 (2016. 6. 8)  
2) Inverse, a science- and tech-centric lifestyle publication, “Japanese Scientists Will Test Out” Space Elevator, “Technology Very Soon”, (2016. 7. 6)  
[https://www.inverse.com/article/17922-japanese-scientists-to-test-out-space-elevator-technology?utm\\_source=shizoukauni&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=outreach](https://www.inverse.com/article/17922-japanese-scientists-to-test-out-space-elevator-technology?utm_source=shizoukauni&utm_medium=email&utm_campaign=outreach)  
3) JAXA プレス発表 (HTV6 号機による ISS 放出衛星) (2016. 11. 7)  
4) 静大 STARS-C 愛称発表、記者発表 (2016. 11. 8)  
5) H-IIB ロケット打ち上げライブビューイング, 記者公開 (2016. 12. 9)  
6) STARS-C 放出ライブビューイング, 記者公開 (2016. 12. 19)  
7) STARS-C 初期パス公開, 記者公開 (2016. 12. 20)

## 環境と防災に関わるリスクアナリシス

兼担・教授 前田 恭伸 (MAEDA Yasunobu)  
情報科学専攻 (主担当：大学院総合科学技術研究科工学専攻  
事業開発マネジメントコース及び工学部)  
専門分野： リスクアナリシス  
e-mail address: maeda.yasunobu@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://dss3.eng.shizuoka.ac.jp/maedaken/>



### 【 研究室組織 】

教 員：前田 恭伸

博士課程：ダス・プロタープ (創造科技院 D2、社会人)

修士課程：M2 (9名)、M1 (2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いいます。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ます。特に下記のテーマについて研究を進めています。

- (1) 地震災害後の復興過程の課題に関する分析
- (2) リスクマネジメントにおける評価関数の比較分析
- (3) リスクマネジメントを支援する情報システムの開発
- (4) 環境マネジメントのためのボランティアの活用に関する研究

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 東日本大震災後のわが国のエネルギー政策についての研究

2011年の東日本大震災は1000年に一度の大災害といわれる。そしてそこからの復興・復旧過程にも様々なリスクが見込まれる。震災後のふたつのエネルギー政策案、原発共存と脱原発について、若い世代の受容を調査した (Seo, Motoyoshi and Maeda, 2016)。

#### (2) リスクマネジメントにおける評価関数の比較分析

リスクマネジメントにおいては、複数のリスクが存在した場合、リスクアセスメントの結果に基づいて対策の優先順位が決定される。しかし本研究では、優先順位付けの評価関数の設定次第で優先順位が用意には定まらないことを示した (Society for Risk Analysis Annual Meeting 2016)。

#### (3) 日本とタイの長寿企業における組織文化の分析

Cameron & Quinn (2011) は、組織文化を market, adhocracy, hierarchy, clan の4つに分類し、成功している数千の企業の調査から、これら成功している企業の文化が market であるとした。一方本調査では日本とタイの長寿企業に着目し、Cameron & Quinn と同じ手法で組織文化を調査した。すると、これら長寿企業においては、clan 及び hierarchy が主たる組織文化であることがわかった (7<sup>th</sup> International Conference on Economics, Trade and Development)。

#### 【 今後の展開 】

新たなリスクの対応について対処しようと考え、まず「何が起こりうるのか」というシナリオの推定が重要になる。このリスクシナリオの推定について、情報システムの開発を進めるとともに、医療、防災、食糧安全保障、食品安全等、様々な分野におけるリスクシナリオの分析およびそれに備えるための対策の研究を進めていきたい。

#### 【 学術論文・著書 】

1) Kami Seo, Tadahiro Motoyoshi, and Yasunobu Maeda: Risk Perceptions of Resuming Nuclear Power Plant Operations After Fukushima: A Student Survey, *Journal of Disaster Research*, Vol. 11, No.sp, 789-797, 2016.

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Society for Risk Analysis 2016 Annual Meeting, (2016.12.12-15)
- 2) 7<sup>th</sup> International Conference on Economics, Trade and Development, (2017.3.10-12)

#### 【 国内学会発表件数 】

・環境科学会、日本リスク研究学会など 4 件

## 形状処理・知的光計測に関する研究

兼担・教授 三浦 憲二郎 (MIURA Kenjiro T.)  
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： 形状処理工学、画像処理、知的光計測  
e-mail address: miura.kenjiro@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://ktm11.eng.shizuoka.ac.jp/>  
<http://ktm11.eng.shizuoka.ac.jp/profile/ktmiura/welcome-j.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：三浦 憲二郎、臼杵 深 (電子工学研究所准教授)

研 究 員：サルビ・ペーテル (外国人研究者、ブダペスト工科経済大学)

博士課程：劉 波 (創造科技院 D3、社会人)、蘭 豊礼 (創造科技研 D2、社会人)、鈴木 晶 (創造科技院 D1)

修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

我々は、形状処理工学やコンピュータグラフィックス技術を基礎技術とするデジタルスタイリングデザインシステムや動画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) 飛行ロボット (ドローン) により計測
- (3) デジタルシボ加工システムの開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) デジタルスタイリングデザイン

本研究では、曲率流れ (curvature flow) による自由曲線の平滑化の考え方にしたがって、離散曲線 (点列から構成される自由曲線) を“対数型美的曲線化”する新たな手法として、対数型美的流れ (log-aesthetic flow) の概念を提案し、それを用いて離散曲線を高速に平滑化 (対数型美的曲線化) する手法を提案した。

#### (2) 飛行ロボット

近年多発している大規模災害に対する緊急対応・復旧・予防減災に対してロボット技術が用いられている。ロボットは崩壊した建物や放射能汚染地域など人間では作業が困難な場所や危険な場所でも作業が可能であるため、迅速かつ効率的な対応を行うことができる。しかし、現在のロボット技術では災害の極限環境下での作業が行えない、想定外の事態に対応できないなどの問題がある。そこで、極限環境アクセシビリティ (現場で移動できるか)、極限センシング (災害状況を把握できるか)、作業失敗時リカバリ (失敗してもやり直せるか)、極限環境適合性 (作業条件は適しているか) の4つを満たすような「タフな」ロボット基盤技術を創る必要がある。このようなロボット技術に、マルチコプタなどの飛行ロボットプラットフォームを用いた災害対応が挙げられる。マルチコプタは複数の回転翼を搭載した回転翼機であり、GPS やジャイロセンサ、カメラなどを取り付けることで、空中から情報取得や作業を行うことができる。マルチコプタで取得した情報と被災前に予め取得しておいた地勢データを比較することで、被災状況の把握が可能である。

### (3) デジタルシボ

近年、工作機械の発達により製品のデジタルデータを用いて製造が自動化されるようになっている。絞加工においてもデジタルデータを用いて製造を自動化する試みがなされている。デジタルデータを用いた絞加工システムの中で製品のデジタルデータに絞の模様を付ける工程（デジタルデータの生成）は、絞の模様を製品に合わせることや模様伸びや歪みを発生させないことなどが手作業では難しく困難である。

そのため絞の模様の歪みが少なくかつシームレスであるデジタルデータを自動で生成する手法や製品の形状と絞の模様を合わせる手法が求められている。本研究では、Sheffer and de Sturler らの Angle Based Flattening (ABF) 法を絞加工のデジタルデータ生成に応用することを提案した。加えて幾何絞加工に適するように ABF 法を拡張した手法も提案した。

#### 【 今後の展開 】

我々は上述したように形状モデリングや光応用計測の研究開発を行っている。今後はエンジニアリング応用を志向した形状処理技術、特に 3D レーザスキャナのような進歩の著しい 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 】

- 1) Kenjiro T. Miura, Sho Suzuki, R.U.Gobithaasan, Péter Salvi and Shin Usuki, “Log-aesthetic flow governed by heat conduction equations,” *Computer-Aided Design and Applications*, 14(2),227-233, 2017.
- 2) 蘭豊礼, 三浦憲二郎, “空間曲線軌道上の最短時間駆動 —軌道上を運動する物体の加速度とジャークに着目したアプローチ—,” *精密工学会誌*, 83(3), 2017.
- 3) Shin Usuki, Katsuaki Tamaki, Kenjiro T. Miura, “Three-dimensional reconstruction by time-domain optical coherence tomography microscope with improved measurement range,” *International Journal of Automation Technology*, Vol.11, No.5. (to appear)
- 4) Kenjiro T. Miura, R.U. Gobithaasan, “Aesthetic Design with Log-Aesthetic Curves and Surfaces,” *Mathematical Progress in Expressive Image Synthesis III*, Springer Singapore, pp.107-119, 2016.
- 5) 三浦憲二郎, 「シボ, デジタルシボとその加工システムと高触感付与技術」, p.256-261, “触り心地の制御, 評価技術と新材料・新製品開発への応用,” (株) 技術情報協会, 2017.

#### 【 解説・特集等 】

- 1) 特集・解説 ものの質感評価と再現技術の産業利用, 三浦憲二郎, 臼杵深, “デジタルデータに基づくシボ加工技術と ModelingNano プロジェクト,” *精密工学会*, Vol.82, No.11, 2016.

#### 【 国際会議発表件数 】

・International CAD Conference and Exhibition, International Conference on Precision Engineering など 4 件

#### 【 国内学会発表件数 】

・精密工学会、情報処理学会など 7 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) Kenjiro T. Miura, “The Log-aesthetic Curve,” *The 2016 International Conference on Mathematics: Education, Theory & Application*, Alila Hotel, Solo, Indonesia (2016.12.6-7)
- 2) 三浦憲二郎, “意匠デザインのための曲線・曲面,” 九州大学 IMI 共同利用研究・短期共同研究「意匠設計のための微分幾何学・離散微分幾何」基調講演 (2016. 9. 28)



## 雷に伴う環境電磁工学

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



### 【 研究室組織 】

教 員: 道下 幸志

博士課程: ユスレニ・ワルミ (創造科技院 D3、国費)

修士課程: M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

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

- (1) 電磁界測定による帰還雷撃電流波形の推定精度の向上
- (2) 帰還雷撃電流の季節特性及び地域特性の検討
- (3) 各種配電機材のモデリング
- (4) 配電線及び送電線事故率予測精度の向上と効率的な対策

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 落雷位置標定精度の検証

インドネシアの送電線事故データを解析し、接地抵抗が事故に与える影響を検証した。接地抵抗が高い場合には、事故率が高くなるだけでなく、下相でのフラッシュオーバーが支配的になる事も明らかにした (IEEJ Transaction on Electrical and Electronic Engineering, 11, 671-673 (2016.9) DOI:10.1002/tee.22286)。

### 【 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) “Investigation of lightning tripouts on 150-kV Transmission Lines in West Sumatra in Indonesia”, Yusreni Warmi and Koji Michishita, IEEJ Transaction on Electrical and Electronic Engineering, 11, 671-673 (2016.9) DOI:10.1002/tee.22286

**【 解説・特集等 】**

- 1) 「雷害対策を目的とした電磁界観測」、道下幸志、電気学会論文誌 B、Vol.136 No.6 pp.524-527 (2016.6) DOI: 10.154/ieejieiss.136.524

**【 国際会議発表件数 】**

- ・ 33<sup>rd</sup> ICLP (International Conference on Lightning Protection) 4 件
- ・ ICEE (International Conference on Electrical Engineering) 2 件
- ・ Joint Conference of The tenth International Workshop on High Voltage Engineering (IWHV 2016) and 2016 Japan-Korea Joint Symposium on Electrical Discharge and High Voltage Engineering (JK2016 on ED&HVE) 4 件

**【 国内学会発表件数 】**

- ・ 電気学会 計 9 件

**【 招待講演件数 】**

- ・ 電気学会講習会（東京、大阪） 2 件

**【 受賞・表彰 】**

- 1) 古川 稔 (M2) 「上向き放電の電荷量と高層気温の相関の一検討」平成 28 年電気学会全国大会

## モバイルネットワーク

兼任・准教授 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: <http://apus.sys.eng.shizuoka.ac.jp/~ishihara>



### 【 研究室組織 】

教 員: 石原 進

修士課程: M2 (2名)、M1 (3名)

学 部 生: B4 (4名)

### 【 研究目標 】

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) リアルタイム画像カーナビのための効率的車々間データ配信技術

車のドライバーが望む移動先の画像等の情報を、道路網上を走行する車両群から収集し、車々間アドホックネットワークを介してドライバーに提供するための仕組み「リアルタイム画像カーナビ」を目指した技術開発を進めている。本システムでは、車両群が発する特定位置への要求の地理的分布を車両群が共有することで、需要の高い画像を効率的に配信する技術を用いる。今年度は、これまでに開発した要求の地理的分布を車両間で効率的に共有するための手法を改良し、シミュレーションによりその効果の検証を行った。改良手法では、要求発生に関する情報を要求に対する応答用の通信が発生する範囲に限定して配布するようにすることで制御用通信量を大幅に削減する。

#### (2) 複数通信メディアを使用した隊列走行制御のための高信頼性通信プロトコルの開発

トラック等の大型車両は短い車間距離の隊列走行によってエネルギー消費を大きく削減できる。自動隊列走行技術はドライバーの負担なくこれを可能とするものであるが、車両間の無線通信の信頼性がその実現性を左右する。電波による無線通信は電波妨害攻撃にたいして脆弱であるため、それを補う技術として可視光通信を併用する通信方式を設計し、その電波妨害並びに可視光通信妨害に対する耐性を、通信と隊列走行移動を組み合わせたシミュレーションにより評価した。この結果、電波と可視光通信の併用によって通信妨害時における衝突発生リスクを大幅に低減できることを確認できた。

#### (3) 下水管検査のための流れるセンサネットワーク

無線通信可能な小型かつ安価なセンサを下水管に投入し、自動的に管路内のセンシング、写真撮影および無線によるデータ回収を行って低い人件コスト・機器コストで下水管検査を行う手法の開発を進めている。本年度は、5GHz 帯の電波を使い、IEEE802.11nによるチャンネルボンディングならびに複数アンテナを用いた並列送信による通信高速化の効果を実験により検証し、それらによる性能向上範囲を明らかにした。また複数の映像撮影用ノードから確実にアクセスポイントへの無線通信で撮影映像を回収するためのプロトコルを設計し、実験によりその効果を検証した。

#### (4) ミリ波無線 LAN 高度化技術

高密度に配置したミリ波帯無線 LAN の多数の指向性アンテナを Radio over Fiber (RoF) 技術を用いて遠隔地に配置したアクセスポイントに接続し、かつアクティブユーザ密度の変化に応じて適応的にアクセスポイントとアンテナの接続関係を変更することで、アクセスポイントの通信資源利用を均等化し、ユーザスループットの公平性を保つアーキテクチャ、ならびにそのためのアンテナとアクセスポイントの接続関係の最適化アルゴリズムを開発し、その効果をシミュレーションにより明らかにした。また、IEEE802.11ai で標準化された無線 LAN における初期接続設定高速化技術の効果について、ミリ波無線 LAN 規格 IEEE802.11ad への適用効果をシミュレーションにより明らかとした。

#### 【 今後の展開 】

リアルタイム画像カーナビのための効率的な車車間データ配信技術に関しては、位置依存情報への要求の地理的分布の共有技術を用いた効率的な車車間映像配信プロトコルを開発していく。この他、車車間通信を用いた交通事故防止支援技術の開発に取り組む。近隣車両のセンシング情報の共有に基づく衝突防止、特に複数車線にまたがった車両の協調に焦点を当て、情報共有のための効率的通信制御方法、複数の通信メディアを用いた高信頼化通信アルゴリズムを開発する予定である。下水管検査のためのセンサネットワークに関しては、大型の実験用下水管を整備し、水流による観測ノードの移動を含めた実証実験を進め、実用的な観測ノードの設計試作、浜松市上下水道部との連携による実下水管での実証実験を目指した活動を進めていく。ミリ波無線 LAN 高度化技術に関しては、FILS 技術を基本として端末の移動、通信量の動的な変化に対応するためのプロトコル開発を行い、シミュレーションベースで検証を行う予定である。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) 伊藤亮輔, 石原進, “車載カメラ撮影映像提供システムにおける位置指定要求に対する映像選択方法,” 情報処理学会論文誌, vol.58, No.1, pp.79-88 (2017.1).
- 2) Taiki Nagashima, Yudai Tanaka, Susumu Ishihara, “Measurement of WLAN in sewer pipes for sewer inspection systems using drifting wireless sensor nodes,” IEICE Trans. on Communications, Vol.E99-B, No.9, pp.1989-1997 (2016-09).

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) S. Ishihara, Y. Ueta, M. Gerla, “On the Effect of RF Jamming Attack on Autonomous Platooning Systems with Radio and VLC Hybrid Communication”, 2016 IEEE Vehicular Networking Conference (VNC), (December 8-10, 2016).
- 2) S. Ishihara, K. Murakami and H. Kushida, M. Takai, H. Mano, “Adaptive Load Balancing for 60GHz Wireless LAN with RoF-based Distributed Antennas,” 9th international conference on mobile computing and ubiquitous networking (ICMU2016), (October 4-6, 2016).

他 2 件

#### 【 国内学会発表件数 】

・情報処理学会全国大会、電子情報通信学会知的環境とセンサネットワーク研究会など 1 2 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 高度交通システムや IoT 通信時代の最新無線通信技術に関するワークショップ

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 山田 暁裕: ICMU2016 最優秀学生ポスター賞, The Ninth International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU2016) (2016.10.5)
- 2) 松本克也: 情報処理学会東海支部 学生論文奨励賞, 情報処理学会東海支部 (2016.5.16)
- 3) 榎田裕樹: DICOM2016 ヤングリサーチャー賞, マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム実行委員会 (2016.7.8)

## コンピュータシヨナルイメージングと三次元計測

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



### 【 研究室組織 】

教 員: 臼杵 深

修士課程: M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

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

### 【 主な研究成果 】

ライトフィールド顕微鏡のリフォーカス機能により高速に得られたイメージスタックに対して Focus Variation を適用し、深度マップを得た。光学顕微鏡と Shape from Silhouette により得た形状モデルに対して深度マップを適用し、試料表面情報を含む三次元形状モデルの再構築を行った。さらに、通常の光学顕微鏡では測定が困難な奥行きが深い構造の測定に対応すべく、試料走査型 OCT 顕微鏡を提案した。これは画像処理に基づいて参照ミラーを制御し、低コヒーレンス干渉信号を光学顕微鏡の被写界深度内に固定した上で、測定対象を走査することで三次元形状を得る方法である。実験による検証の結果、光学顕微鏡の被写界深度の数十倍の深さ測定範囲が得られた。

### 【 今後の展開 】

近年の製造生産分野においては、リバースエンジニアリング（設計、加工、計測、解析を一体としてとらえ、それぞれの結果フィードバックすることで高度なものづくりを実現する）は一般的である。一方、ナノ・バイオ分野においては、個々の計測技術や解析技術は高度化がなされているものの、コンピュータ上でモデル化する技術が確立されていないため、設計技術（Computer Aided Design）、加工技術（マニピュレーション）との統合ができない。これにより、全体構造や機能の解析が困難であるのが現状で、実用化の妨げの一つになっている。そこで本研究では、ナノ・バイオを対象とした計測データから形状モデルを生成しコンピュータで解析することによる、設計技術および加工技術との統合の実現を提案する。具体的には、コンピュータグラフィクス分野において開発された階層的 B-spline の考え方を計測データ処理に適用し、多重解像度モデルを

生成する。計測対象の形状をメッシュ化することなく B-spline 曲面を解析可能とする Isogeometric Analysis を数値シミュレーションに組み込んで計測対象の構造や機能を解析する。多重解像度化することで情報爆発を抑制しつつ、局所的な現象と大局的な現象を同時かつ高精度に評価することが可能である。得られた評価結果は設計および加工にフィードバックされ、高機能化および新たな機能の発現に寄与する。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) S. Usuki, K. Tamaki, and K. T. Miura, Three-dimensional reconstruction by time-domain optical coherence tomography microscope with improved measurement range, International Journal of Automation Technology, Vol.11, No.5, 2017.(accepted)
- 2) K. T. Miura, S. Suzuki, R.U. Gobithaasan, P. Salvi, and S. Usuki, Log-aesthetic flow governed by heat conduction equations, Computer-Aided Design and Applications, Vol.14, No.2, pp.227-233, 2017.

#### 【 特許等 】

- 1) 観察システム, 臼杵深, 高田智裕, 特願 2015-161758 (2015. 8. 19), 国際特許出願 PCT/JP2016/074265 (2016. 8. 19)

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Takeshi Terao, Tomohiro Takada, Shin Usuki and Kenjiro T. Miura, Low-coherence interference structured illumination microscopy with a fringe measurement system, 16th International Conference on Precision Engineering, Hamamatsu, Nov.14-16 2016.

他 2 件

#### 【 国内学会発表件数 】

・精密工学会など 6 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 臼杵深, ライトフィールド顕微鏡 ー超解像技術との組み合わせと応用ー, 第 11 回 NIBB バイオイメージングフォーラム, 自然科学研究機構 岡崎カンファレンスセンター, 2017. 2. 14-15.

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 精密工学会ベストプレゼンテーション賞: 鈴木晶, 臼杵深, 三浦憲二郎, Salvi Peter, “変分原理に基づく対数型美的曲面の生成 ー等パラメトリック曲線の対数型美的曲線化ー,” 2016 年度精密工学会春季大会学術講演会, 東京理科大学, 2016. 3. 15-17

## 音声言語情報処理とその応用システムの研究

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



### 【 研究室組織 】

教 員 : 甲斐 充彦

修士課程 : M2 (4名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

人の音声に含まれる言語的情報の認識・理解の側面に焦点を当てた音声言語情報処理技術や応用としてのパターン情報処理技術の研究を行う。特に様々な話者・環境・方言などを背景とする音声言語の多様性や変化に注目して、確率モデルや機械学習(人工知能)技術を基盤として自動学習・適応化の仕組みを備えた音声言語システムの高精度化に取り組む。当面のおもな目標を以下に列挙する。

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 音声ドキュメントの検索技術

ユーザが音声入力として与える検索要求(クエリ)に対して、クエリの発話区間を検出する音声検索語検出技術の開発および改善を進めている。大語彙音声認識技術による認識誤りや未知語に対する検出漏れを軽減するため、確率モデルや深層学習のニューラルネットワークモデルによる音声特徴変換での再照合を併用する方法を提案した。大規模な音声ドキュメントを用いた評価実験において検出精度の更なる改善を得た。

#### (2) 実環境向けの音声認識技術および話者認識技術

話者とマイクロフォンが離れた状況での多様な室内環境での自動音声認識や話者認識での精度改善のため、複数マイクロフォンを用いた雑音残響除去法や、複数環境のクリーン・雑音下音声の対応付きデータから深層学習によって雑音残響除去を自動学習する方法などを提案し、雑音・残響下の音声認識や話者認識の精度を大きく改善してきた。今年度は更にそれらの成果をもとに、遠隔マイクロフォンで長時間収録され、残響の影響や複数話者の音声混在した会議音声から、音声区間を自動検出するシステムや、話者別の区間を自動検出するシステムへの適用を図り、より高い精度での検出が可能になることを示した。また、背景雑音が大きい

状況での音声の基本周波数推定や複数話者の重畳音声からの分離の問題に対して、深層学習のニューラルネットワークモデルを用いる方法の開発を進め、精度の改善を得た。

#### 【 今後の展開 】

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

#### 【 学術論文・著書 】

1) Bo Ren, Longbiao Wang, Liang Lu, Yuma Ueda, and Atsuhiko Kai, “Combination of bottleneck feature extraction and dereverberation for distant-talking speech recognition”, *Multimedia Tools and Applications*, Volume 75, Issue 9, pp 5093-5108 (2016).

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Shuji Oishi, Tatsuya Matsuba, Mitsuaki Makino, Atsuhiko Kai, “Combining state-level spotting and posterior-based acoustic match for improved query-by-example spoken term detection”, *Proc. INTERSPEECH 2016*, pp.740-744, San Francisco, September 2016. (DOI:10.21437/Interspeech.2016-1259)
- 2) S M Raufun Nahar, Atsuhiko Kai, “Robust Voice Activity Detector by Combining Sequentially Trained Deep Neural Networks”, *Proc. ICAICTA 2016*, Penang, August 2016.
- 3) Shuji Oishi, Tatsuya Matsuba, Mitsuaki Makino, Atsuhiko Kai, “Combining State-level and DNN-based Acoustic Matches for Efficient Spoken Term Detection in NTCIR-12 SpokenQuery&Doc-2 Task”, *Proc. of the 12th NTCIR Conference on Evaluation of Information Access Technologies*, Tokyo, June 2016. [PDF] (ISBN 978-4-86049-071-3)

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 大石 修司, 松葉 達哉, 甲斐 充彦, “音声クエリによる音声検索語検出のための認識結果および DNN ベースの特徴抽出と再照合手法の比較評価”, *情報処理学会研究報告*, Vol.2016-SLP-112, No.11, 6pages (2016.7).

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 竹村 航 (M2)、第 20 回東海地区音声関連研究室修士論文発表会ポスター賞 (2016. 8) 「DNN に基づく特徴量変換を利用した話者ダイアライゼーションの精度改善」



## 自然言語処理とその応用

兼担・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、テキストマイニング、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
- (2) 言語処理・音声認識・音声合成を統合した対話システムの構築
- (3) 試験問題の自動解答および質問応答
- (4) 論文のテキストマイニング
- (5) 医療言語情報処理

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 試験問題の自動解答および質問応答

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 2016 および 2017 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、2016 の Phase2 にて同率首位の成績を取めた。

#### (2) 対話破綻検出チャレンジ

対話破綻検出チャレンジに参加し、自動対話システムの対話応答の破綻検出ツール作成を行った。

#### (3) 人狼知能プロジェクト

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、第一回の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。

#### (4) 論文のテキストマイニング

JST CREST「科学的発見・社会的課題解決に向けた各分野のビッグデータ利活用推進のための次世代アプリケーション技術の創出・高度化」領域の「構造理解に基づく大規模文献情報からの知識発見」課題の主たる共同研究者（静岡大学グループリーダー）として、脳科学論文のテキストマイニングのため、主にフルテキストデータの取得とテーブルデータの解析の研究を行った。

#### (5) 医療言語情報処理

JST CREST「イノベーション創発に資する人工知能基盤技術の創出と統合化」領域に応募し、「自然言語処理による心の病の理解：未病で精神疾患を防ぐ」課題に採択され、主たる共同研究者（静岡大学グループリーダー）として自然言語処理を担当、慶應義塾大学医学部との共同研究を進めた。また、厚生労働省 科学研究費補助金（臨床研究等 ICT 基盤構築研究事業）「電子カルテ情報をセマンティクス（意味・内容）の標準化により分析可能なデータに変換するための研究」に採択され、研究分担者として電子カルテテキストの処理のための環境整備を行った。

### 【 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対話システムの構築と、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、人間に近い機構を持った言語処理と対話システムの構築を研究の大きな柱としつつ、進行中のプロジェクトである「人狼知能」「医療言語情報処理」「論文テキストマイニング」等を推進していきたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) 伊藤 詩乃, 田中 佑岳, 狩野 芳伸, 榊原 康文. 医師国家試験を自動解答するプログラムの構築. 人工知能学会論文誌 31(6), 2016
- 2) 鳥海 不二夫, 片上 大輔, 大澤 博隆, 稲葉 通将, 篠田 孝祐, 狩野 芳伸. 人狼知能 だます・見破る・説得する人工知能. 森北出版. 2016/8/31 刊行

【 解説・特集等 】

- 1) 狩野 芳伸. コンピューターに話を通じるか：対話システムの現在. 情報管理 59 (10), pp. 658-665. 2017

【 特許等 】

- ・ 1 件

【 国際会議発表件数 】

- ・ 10 件 (うち査読あり 6 件)

【 国内学会発表件数 】

- ・ 11 件

【 招待講演件数 】

- ・ 10 件 (うち国際 2 件、国際基調講演 1 件)

【 新聞報道等 】

- 1) 第三期若手重点研究者紹介. FM.Hi ゆうラジ! Radio 魂内「静大スタイル」 2016. 12. 16
- 2) キャスタードライバー, GOGO ワイドらぶらじ. SBS ラジオ
- 3) イブアイしずおかニュース特集内, SBS テレビ
- 4) 「 [CEDEC2016] 人間と遊んで楽しい『人狼』 ゲーム AI をどう作る? 人工知能学会とのコラボで開催された人狼知能大会セッションレポート」 gpara.com 2016. 8. 28  
<http://www.gpara.com/infos/view/36957>
- 5) 「AI 病名判断 静岡大チームが国際コンテスト首位」 静岡新聞朝刊. 2016. 6. 8
- 6) 「静大のカルテ解析 国際大会で首位」 中日新聞朝刊. 2016. 6. 7

【 受賞・表彰 】

- 1) 言語処理学会論文誌論文賞 (教員受賞、共著)
- 2) 情報処理学会全国大会学生奨励賞 (学生受賞)

【 外部資金獲得実績 】

(研究代表者)

- 1) 文部科学省 科学研究費助成事業 若手研究 (A)  
「全自動言語処理システムを用いたツール作成学習テンプレートの網羅的整備と共有」 研究代表者 (2014 年度-2017 年度予定)
- 2) 文部科学省 科学研究費助成事業 挑戦的萌芽研究  
「人間同様に失敗する構文処理による自然な文生成の研究」 研究代表者 (2014 年度-2016 年度予定)  
(研究分担者)
- 3) 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 CREST  
「イノベーション創発に資する人工知能基盤技術の創出と統合化」 領域「自然言語処理による心の病の理解：未病で精神疾患を防ぐ」 主たる共同研究者 (2016-2018 年度予定) (研究代表者：岸本泰士郎先生)
- 4) 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 CREST  
「科学的発見・社会的課題解決に向けた各分野のビッグデータ利活用推進のための次世代アプリケーション技術の創出・高度化」 領域「構造理解に基づく大規模文献情報からの知識発見」 主たる共同研究者 (2015-2021 年度予定) (研究代表者：松本裕治先生)
- 5) 厚生労働省 科学研究費補助金 (臨床研究等 ICT 基盤構築研究事業)  
「電子カルテ情報をセマンティクス (意味・内容) の標準化により分析可能なデータに変換するための研究」 研究分担者 (2016-2018 年度予定) (研究代表者：堀口裕正先生)

## ロボットのセンサ情報処理・認識と制御

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



### 【 研究室組織 】

教 員: 小林 祐一

博士課程: モハメド・アブデウサマド・ベクティ (創造科技院 D3、国費)

修士課程: M2 (3名)、M1 (5名)

### 【 研究目標 】

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

- (1) 無人移動車両による走行経験を利用した環境認識法の開発とナビゲーション
- (2) ロボットタスク実行の成功・失敗を考慮した言語による識別
- (3) 車々間通信カーナビシステムのための画像提示技術の開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 自律型無人車両による環境認識法の開発とナビゲーション

自律車両が走行時に環境から受ける影響を経験にもとづいて予測する方法を開発し、それにもとづいた目標位置までのナビゲーションを実装した。車両の揺れを考慮した経路計画が可能であることを示した。(Proc. of IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, (2016))

#### (2) ロボットタスク実行の成功・失敗を考慮した言語による識別

卓上で人と協働して作業するロボットを想定し、作業に関する自然言語によるコミュニケーションを行うための方法を構築する。人がロボットの動作を観察した際に発した自然言語の文章とロボットの動作に関する時系列信号をもとに、物体操作に成功する例と失敗する例の識別を行う方法を開発した。識別実験の結果、成功と失敗の識別が可能であることが確認された。

(Proc. of International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (accepted))

### 【 今後の展開 】

より多自由度のロボット運動生成法を可能にするための認識と運動生成の方法論を構築することを引き続き目標とする。人からの教示によって得られる情報やシンボル情報(言語情報)などを組み合わせた方法について、生産現場で人とロボットが協働する状況を想定し、トップダウンに設計者が与える情報とボトムアップにロボットの実運用の際に得られるデータとを統合する方法について検討・開発を行う。

【 学術論文・著書 】

- 1) Y. Kobayashi and R. Matsui, Manifold Learning Approach toward Constructing State Representation for Robot Motion Generation , Transactions on Computational Collective Intelligence XXIV, Volume 9770 of the series Lecture Notes in Computer Science, pp. 101-116, 2016.

【 国際会議発表件数 】

- 1) S. Matsunaga, Y. Kobayashi, K. Matsumura, C. H. Kim, Motion Planning of Mobile Robot Considering Velocity-Dependent Cost and Time, IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, 2016.
- 2) C. H. Kim, Y. Kon, R. N. Rodriguez, M. Gouko and Y. Kobayashi, Effective Reward Function in Discernment Behavior Reinforcement Learning based on Categorization Progress, IEEE Humanoids 2016.

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会, 計測自動制御学会知能システムシンポジウムなど 4 件

【 受賞・表彰 】

- 1) FA 財団論文賞 (2016. 12) 「複光路単眼ステレオによる直方体容器中の水中物体の 3 次元計測」  
(伊部公紀、小林祐一、金子透、山下淳)

## 音空間の知覚と合成

兼任・准教授 立蔵 洋介 (TATEKURA Yosuke)  
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: 音情報処理  
e-mail address: tatekura.yosuke@shizuoka.ac.jp  
homepage: http://spalab.eng.shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員: 立蔵 洋介  
博士課程: 高久 新吾 (D2、社会人)  
修士課程: M2 (4名)、M1 (3名)  
学 部 生: B4 (4名)

### 【 研究目標 】

当研究室では音響信号処理を基盤として、主に日常空間をターゲットとした音場制御・再現とそのVR・ARへの応用、音源分離、音環境理解などの「音情報処理」分野の研究に取り組んでいる。これらを通じ、人間にとって新たな価値となるものの創出を目指している。当面の研究課題を以下に列挙する。

- (1) 音空間の個人化を実現するための音響再生手法の構築
- (2) 音源分離技術に基づく音空間の分解と合成
- (3) 音情報を利用した周囲環境の理解



### 【 主な研究成果 】

#### (1) スピーカアレー再生に基づく個別音像生成

複数個のスピーカによる音響再生と信号処理技術を組み合わせることにより、複数のユーザに対してそれぞれ異なる音を提示する技術開発を行った。これまでに当研究室で用いられた Null space-Based Sound Field Control (NBSFC) 方式において、従来よりも広領域を制御できることを見出した。また、波面合成方式と焦点音源形成との融合による新しい個別音像生成を提案し、オーディオスポットの領域において音圧差約 10dB を実現できることが実証された。

#### (2) ビームフォーマと NMF の統合による混合音の分解

マイクロホンアレーで観測された混合音に対するマルチチャネル非負値行列因子分解 (Nonnegative Matrix Factorization: NMF) により、複数の音源が同時に存在する音空間の中から任意の音源分離抽出する基盤技術を開発した。特に、音源の基底表現において、基底の混合や不均一性を解消するための基底ソートアルゴリズムを導入し、約 10dB の分離精度向上を達成することに成功した。

#### (3) 統計的情報処理に基づく音響イベント検出と声質変換

音響イベント検出の高精度化を図るため、類似音の識別に関する検討を行った。種々のアル

ゴリズムを比較検討した結果、混合ガウスモデル（GMM）に基づく識別器が最も高い識別性能を示すことがわかった。また、GMMに基づく声質変換を利用することにより、騒音環境下でも話者の声を聞き取りやすくする会話支援技術の確立を図った。音声の明瞭性を評価したところ、音声の自然性は劣化したものの、明瞭性に関する評価尺度が改善された。

#### 【 4 ） ピアノにおけるピアノハンマーの硬度とその演奏への影響の評価 】

ピアノの打音構造であるピアノハンマーとそのフェルトの硬度に着目し、硬化剤を塗布した場合の音色と演奏者の試奏評価について検討を行った。その結果、硬度が増加したほうが演奏者の評価が概ね良好になる傾向が見られた。

#### 【 今後の展開 】

古い枠組みとしての工学にとらわれることなく、情報学や心理学、社会学など幅広い学問分野との連携強化を図ることによって、工学の本来のゴールである「人類の利益」に対して音情報処理の観点から貢献することを目指す。そのためには、実環境下において有効な音情報処理を中心としたシステム・アプリケーションに関する研究を展開させたい。

#### 【 解説・特集等 】

- 1) 立蔵洋介, “立体音響再現に基づく柔軟な音インターフェース,” 日本音響学会誌, vol. 72, no, 12, pp. 777-782, 2016.

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) S. Takaku and Y. Tatekura, “Effect of hardening piano hammer felt on piano sound,” 5th Joint Meeting of Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan, 2016.
- 2) S. Akamatsu and Y. Tatekura, “Audio spotlight system based on formation of multiple focused sound sources via loudspeakers,” 5th Joint Meeting of Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan, 2016.
- 3) S. Horii and Y. Tatekura, “Individual sound image generation by null-space based sound field control under few loudspeakers in real environment,” 5th Joint Meeting of Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan, 2016.
- 4) Y. Miyauchi and Y. Tatekura, “Utilization of optional instrument sounds for simultaneous measurement of room impulse responses by ensemble music,” 5th Joint Meeting of Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan, 2016.
- 5) E. Sato and Y. Tatekura, “Fast multiple moving sound sources localization utilizing sparseness of speech signals,” 5th Joint Meeting of Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan, 2016.

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 高久新吾, 立蔵洋介, “ピアノハンマーフェルト硬化剤の効果と影響,” 日本音響学会秋季研究発表会, 2016

日本音響学会、電子情報通信学会にて他 1 1 件

## 近赤外分光法による光生体計測

兼担・准教授 庭山 雅嗣 (NIWAYAMA Masatsugu)  
情報科学専攻 (主担当：工学部 電気電子工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電気電子工学コース、  
副担当：電子工学研究所 生体計測研究部門)  
専門分野： 光生体計測、近赤外分光法  
e-mail address: niwayama.masatsugu@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~tmniway/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：庭山 雅嗣

修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

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

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) ヘッドセット型脳活動計測装置の開発と実用化

携帯性、利便性の良いヘッドセットタイプの近赤外分光脳活動計測装置を企業と連携して開発した。次年度には製品として上市する。頭皮の血液もモニター可能な機能を組み込んでおり、より幅広い研究に応用可能となった。

#### (2) ラット用 NIRS プローブの開発

ラット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。

#### (3) 頭皮血液量の影響補正法の開発

脳組織血液動態計測において、頭皮を軽く圧迫する手順を加えることで、頭皮の血液の影響を補正できる手法を開発し、特許申請も行った。この手法は個人間での散乱や吸収の差異がある場合にも適用可能であることから精度の良い補正法に発展することが期待できる。

### 【 今後の展開 】

我々は上記のように光生体計測の基礎研究から応用・実用化まで行っており、医大と企業の協力を得て、医療機器の開発を継続している。今後さらなる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、他の基礎研究についても新たな手法

開発と高精度化、利便性向上を重点的に推し進め、医学・生理学面でのニーズを意識しながら健康管理や診断に役立つ手法を確立していきたい。

【 学術論文・著書 】（査読あり）

- 1) “Tissue oxygen saturation levels from fetus to neonate,” M. Mukai, T. Uchida, H. Itoh, H. Suzuki, M. Niwayama, N. Kanayama, Journal of Obstetrics and Gynaecology Research, doi: 10.1111/jog.13295 (2017)
- 2) “子宮、胎児、胎盤—近赤外線による非侵襲 rSO<sub>2</sub> 測定,” 内田季之, 庭山雅嗣, 金山尚裕: 周産期医学, 46/6 737-741 (2016)
- 3) “Craniofacial tissue oxygen saturation is associated with blood pH using an examiner’s finger-mounted tissue oximetry in mice,” T. Uchida, M. Niwayama, K. Kawai, N. Kanayama, Journal of Biomedical Optics, 21/4:40502, doi: 10.1117/1.JBO.21.4.040502 (2016)
- 4) “内診指接着型胎児オキシメーターの開発,” 金山尚裕, 庭山雅嗣, 内田季之: 臨床婦人科産科, 7/1, 96-104 (2016)

【 特許等 】

- 1) 発明の名称: 光学的測定装置、光学的測定方法、及び光学的測定プログラム, 発明者: 庭山雅嗣, 出願年月日: 2016. 8. 10, 出願番号: 2016-158031

【 国際会議発表件数 】

- ・ The 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Orlando など 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 電子情報通信学会ソサイエティ大会など 5 件

【 招待講演件数 】

- 1) 第 12 回東海地区分離技術講演会



## マルチエージェント応用技術とセマンティック Web 技術の高度化

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



### 【 研究室組織 】

教 員：福田 直樹

修士課程：M2 (3名)、M1 (6名)

### 【 研究目標 】

我々は、先端 AI 技術をその基盤に持つマルチエージェント基礎理論・応用技術を起点として、その発展のための重要なもう 1 つの基盤である高度意味処理 (Semantic Technology) 技術の高度化と、それらの応用システムへの展開を可能にする基礎技術・理論開発を目的として研究を行っている。様々な社会的ニーズを深掘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、それらに対する高度な制御技術であるメカニズムデザイン技術までを、幅広く研究展開している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 超高速大規模組合せオークション近似実行技術とその応用
- (2) 高速推論・オントロジーマッピング技術を基盤とした高度クエリ処理・近似技術
- (3) 超大規模高度マルチエージェントシミュレーションのための高スケーラブル実行技術
- (4) これらの効率的実装のためのエージェント・プログラミング基盤の高度化技術の開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 超高速大規模組合せオークション近似実行技術とその応用

超高速大規模組合せオークション近似実行技術を基盤として、高度で大規模な資源割当問題などへの適用が可能となるようにメカニズム・近似アルゴリズムの改良を行い、広く応用領域が期待される留保価格を導入した場合の高速処理を可能とした。(国際会議 IEEE ICA2016 発表、Information Engineering Express 誌掲載、国際会議 IEEE ICIS2016 における SS 招待講演 など)

#### (2) 推論近似・オントロジーマッピング技術による高速・近似クエリ変換処理技術の開発

最悪時に大きな計算負荷を伴う意味情報推論を用いた Linked Open Data へのクエリ実行を可能とする手法を、協調型機械学習を利用した実行負荷予測技術と Evolutionary Computation 技術の組合せにより実現した。(国際会議 IEEE ICA2016 Best Paper Award 受賞など)

#### (3) エージェント技術と高度シミュレーションに基づく競合状況下での自動調整技術の開発

エージェント間の協調・交渉などといった高度な振る舞いを伴った活動を行う主体間での競合状況下における、合意形成や納得感のある共存を実現するために、エージェントソフトウェア実装基盤を開発・拡張し、実世界上とサイバースペースを含めた空間内での活動・議論サポートおよびゲーム環境への適用などを行った。(International Journal of Information Technology 誌掲載など)

#### 【 今後の展開 】

我々は上記のように先端 AI 技術を駆使した新しい高度・大規模ソフトウェア実行制御理論・応用技術の実現を目指している。当面の今後の研究展開としては、これらの技術を核とした社会応用として参画する JST CREST プロジェクト（主たる共同研究者として参画）などを通じて社会に貢献できる基礎技術の開発とその応用に向けて力を注いでいきたいと考えている。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) T. Ito, T. Otsuka, S. Kawase, A. Sengoku, S. Shiramatsu, T. Ito, E. Hideshima, T. Matsuo, T. Oishi, R. Fujita, N. Fukuta, and T. Fujita, “Experimental results on large-scale cyber-physical hybrid discussion support”, International Journal of Crowd Science, 2017. (to appear)
- 2) K. Sugiura, and N. Fukuta, “A Multiagent Reinforcement Learning Approach for Cooperative Game Playing with Users on a Sugorokulike Board Game”, International Journal of Information Technology, Vol.22, No.4, pp.1--16,2016.
- 3) N. Fukuta, “A Pre-processing Approach for Fast and Stable Allocations on Approximation-based Pricing for Multi-unit Combinatorial Auctions”, Information Engineering Express, Vol.2, No.4, pp.21--30, 2016.

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) N. Fukuta, “Toward A Linked-Open-Data-based Architecture for an Open Consensus Building Support”, Proc. of 1st International Workshop on Possibilities and Challenges for Smarter and more Democratic crowd Decision-Making (SDDM2016),pp.135--138,2016.
- 2) N. Yamada, Y. Yamagata, and N. Fukuta, “Query Rewriting or Ontology Modification? Considering Reasoning Capability on LOD Endpoints”, Proc. of 1st IEEE International Conference on Agents(ICA2016),pp.19--24,2016.
- 3) K. Sugiura, and N. Fukuta, “Toward a Multiagent Reinforcement Learning Approach for Cooperative Game Playing with Users on a Sugoroku-like Board Game”, Proc. of ACE International Conference on Crowd Science and Engineering (ICCSE2016), 2016.

他 7 件

#### 【 国内学会発表件数 】

・人工知能学会、情報処理学会 知能システム研究会、電子情報通信学会など 17 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) “Auction-based Large-scale Resource Allocation for the IoT and Smart Communities”, Special Session Keynote talk at the 24th IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science(ICIS2016), Okayama, Japan, June.29, 2016

他 1 件

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) Best Paper Award of IEEE International Conference on Agents (ICA2016), 著者・論文名 : N. Yamada, Y. Yamagata, and N. Fukuta, “Query Rewriting or Ontology Modification? Considering Reasoning Capability on LOD Endpoints” (指導学生との共著論文)

## ヘテロジニアスネットワークコンバージェンス

兼任・准教授 峰野 博史 (MINENO Hiroshi)

情報科学専攻 (主担当：情報学部 情報科学科及び  
大学院総合科学技術研究科情報学専攻 情報学コース)  
(副担当：グリーン科学技術研究所)

専門分野： ロバスト無線センサネットワーク、知的 IoT システム、  
モバイルデータオフローディング

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

homepage: <http://www.minelab.jp>



### 【 研究室組織 】

教 員：峰野 博史

博士課程：小野 悟 (D3、社会人)、遊佐 直樹 (D3、社会人)、赤井 和幸 (D3、社会人)、山下 昭裕 (D3、社会人)、石渡 要介 (D2、社会人)、古都 哲生 (D2、社会人)、尾崎 友哉 (D2、社会人)、チンチュ・ヴィスワン (D2)、市川 裕介 (D2、社会人)

修士課程：M2 (3名)、M1 (5名)

### 【 研究目標 】

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

### 【 主な研究成果 】

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

施設園芸環境において果実糖度を上げる栽培技術の一つである水分ストレスに焦点を絞り、深層学習と機械学習を相補的に組み合わせることで、草姿画像と環境データから萎れ度合いを定量的に抽出し高精度に記録できる仕組みを世界に先駆け研究開発した。経年変化する気象データのような経時データに対し、計算量削減と高精度予測を両立した回帰向け機械学習アルゴリズム SW-SVR や最新研究成果を活用し、経時遺伝子発現や果実糖度との経時関係モデル化を県農林技研や農学部、JST さきがけメンバとも連携しながら情報科学的アプローチで挑む。

#### (2) 深層強化学習を用いたモバイルデータ 3D オフローディングと高精細エミュレーション技術

遅延耐性のあるモバイルデータを対象とし、通信路・空間・時間の三次元でオフローディングを実現する MDOP (Mobile Data Offloading Protocol) の詳細評価を行い、インフラ増強不要で効果的にピークシフトや負荷平滑化可能なことを示した。更なる時空間利用効率最大化のため深層強化学習の適用に挑む。また、端末エミュレーションとネットワークシミュレーションを連携可能な高精細エミュレーション環境の研究開発に世界で先駆けて成功し、Android エミュレート端末を用いた高精細な広域ネットワークシミュレーションも可能となった。

### 【 今後の展開 】

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

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) T. Kawai, S. Kaneda, M. Takai, H. Mineno, “A Virtual WLAN Device Model for High Fidelity Wireless Network Emulation,” ACM TTOMACS, (Accepted on 21.Mar.2017) (2015IF:0.556, Q3).
- 2) A. Yamashita, H. Mineno, T. Mizuno, “Distributed Remote Input/Output Control Method in Real Time Processing for CNC,” International Journal of Informatics Society, vol.8, pp.67-79, Oct.2016.
- 3) Y. Kaneda, H. Mineno, “Sliding window-based support vector regression for predicting micrometeorological data,” ESWA, 59, pp.217-225; 15 October 2016 (2015IF:2.981, Q1).
- 4) H. Ibayashi, Y. Kaneda, J. Imahara, N. Oishi, M. Kuroda, H. Mineno, “A Reliable Wireless Control System for Tomato Hydroponics,” MDPI Sensors, 16(5), 644; 5 May 2016 (2015IF:2.033, Q2).
- 5) 若森和昌, 丸島晃明, 峰野博史, “マルチストリーミングセンサデータ向けリアルタイム空間補間可視化システム,” 情処論 (CDS) (27.Feb.2017 採択).
- 6) 柴田瞬, 峰野博史, “Optical Flow を用いた複雑背景画像における草姿の変化検出,” 情処論 (CDS) (21.Feb.2017 採択).
- 7) 西岡, 町田, 荒井, 大岸, 峰野, “モバイルデータトラフィックの時間的局所性を解消するモバイルデータオフローディングプロトコルの提案,” 情処論, 58(1), pp.13-23, Jan.2017.
- 8) 永田正樹, 阿部祐輔, 金原一聖, 福井美彩都, 峰野博史, “アクセス予測に基づいた広域冗長型安否システムの提案と基礎評価,” 情処論 (CDS), 6(1), pp.94-105, May.2016.
- 9) 兼田千雅, 井林宏文, 鈴木雄也, 黒田正博, 大石直記, 峰野博史, “SW-SVR を用いた施設園芸環境向け知的制御システムの評価,” 情処論 (CDS), 6(1), pp.22-32, May.2016.

#### 【 特許等 】

- 1) 特願 2016-166073, “萎れ具合予測システム及び萎れ具合予測方法” (2017. 8. 26)

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 計 6 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 計 13 件

#### 【 招待講演件数 】

- ・ 計 5 件

#### 【 新聞報道等 】

- 1) 総務省 戦略的情報通信研究開発推進事業 (SCOPE), 研究開発事例, pp. 8, (2016. 10)

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 若森和昌 (B4): 情報処理学会第 79 回全国大会 学生奨励賞 (2017. 3)
- 2) 望月大輔 (B4): 情報処理学会第 79 回全国大会 学生奨励賞 (2017. 3)
- 3) 兼田千雅 (M2): 研究科長表彰 (2017. 3)
- 4) 若森和昌 (B4): 浜松工業会奨励賞 (2017. 3)
- 5) 丸島晃明 (M2): 情報処理学会 CDS 研究会 学生奨励賞 (2017. 1)
- 6) 兼田千雅 (M2): 平成 28 年度グリーン科学技術研究所シンポジウム学生奨励特別賞 (2017. 1)
- 7) 峰野博史: IEEE GCCE2016 Excellent 5 Years TPC Service award (2016. 10)
- 8) 永田正樹 (D3): 情報処理学会 IOT 研究会 学生奨励賞 (2016. 9)
- 9) 柴田瞬 (M1): DICOM2016 優秀論文賞 (2016. 8)
- 10) 柴田瞬 (M1): 情報処理学会第 78 回全国大会 大会優秀賞 (2016. 7)
- 11) 峰野博史: DICOM2016 ベストカンバーサント賞 (2016. 7)
- 12) 山田侑太郎 (M1): DICOM2016 野口賞 (第 1 位) (2016. 7)
- 13) 橋拓馬 (M1): DICOM2016 ヤングリサーチャー賞 (2016. 7)
- 14) 河合孔明 (2016 年度卒業生): 情報処理学会東海支部学生論文奨励賞 (2016. 5)

## 大量の数値情報を集約して教育に活用する

兼担・准教授 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 (3名)

### 【 研究目標 】

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

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

### 【 主な研究成果 】

- (1) 計算機上で表現された数式データを検索したり、分類したり、あるいは数式データから情報を取り出したり、といった処理を実現する方法を考えています。数式は、1つの数式をいろいろな意味に解釈できてしまったり、分野や地域によって書き方がバラバラだったり、扱いにくい特徴を持っています。このため、数学はもちろん言語学などの観点からも数式を検討し、それを基礎にして、計算機上での効果的な数式利用を実現するためのシステムを構築しています。
- (2) 数学を学ぶ上では、いろいろなことを勉強する必要があります。ある定理が成り立つ理由を示す方法や、その定理を使って問題を解決する方法を学ぶことが大きな目的ですが、その目的を達成するためには、証明のテクニックだけでなく、数の計算や、数式の変形についての知識も必要です。そこで、コンピュータを使って、数学を勉強しやすくするための方法を考えています。現在は、「証明を理解する」、「数式を変形する」という2つのことに取り組んでいます。
- (3) 特に特殊関数の零点計算や微分方程式の固有値問題に焦点を当て、無限行列固有値問題との関係について調べています。無限行列固有値問題に再定式化できる場合に、今度は近似計算ができるのかどうか、できた場合にはさらに誤差評価式などが与えられるのかどうか、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) リーディング学習を目的とした Web アプリケーションを開発することで、リーダビリティ（テキストの可読性を示す尺度、値）の概念を利用して、自身の読解力に適合すると判断されたテキストを学習者に提供しています。個々の学習者の学習履歴より、式に使用すべきパラメータを自動予測する機能を有します。e-Learning は孤独な学習であり、ドロップアウト率も高いことから、希望するテキストの提供を実現することで、学習者の学習継続に有効となることを目指します。
- (6) Can-do を表す文章（例文）を与えることで CEFR（ヨーロッパ言語共通参照枠）中の対応 CDS の項目番号を付与する分類を、機械学習の技術を用いて行い、テキストコーパス作成を支援します。さらに、このテキストコーパスを利用することで、レベル決定に寄与する要因の抽出を実現させることを目指します。

#### 【 今後の展開 】

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

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) 宮崎 佳典, 長谷川 由美, 法月 健, 個人用リーダビリティ式生成による日本語学習援用環境の構築, 日本 e-Learning 学会論文誌, Vol.16, pp. 73-82 (2016).
- 2) 中谷 広正, 新谷 誠, 宮崎 佳典, 松田 健, 理工系のためのベクトル解析-多変数関数の微分積分, ISBN 978-4-489-02237-7, 東京図書 (2016).
- 3) 天野 翼, 宮崎 佳典, 田中 省作, 長谷川 由美, コーパスを用いた技術英文書作成援用ツールの開発とその評価（その2）, 統計数理研究所共同研究レポート 382, pp. 41-52 (2017).
- 4) 田中 省作, 宮崎 佳典, 徳見 道夫, 構文変化検出のための校正英文対データベースの設計と試作, 統計数理研究所共同研究レポート 382, pp. 29-39 (2017).
- 5) 谷 誠司, 宮崎 佳典, 高田 宏輝, ラッシュモデルによる CEFR (Common European Framework of Reference for Languages) 読解 Can-do statements の分析: 韓国人日本語学習者を対象にした自己評価調査を基に, 常葉大学外国語学部紀要, 第 33 号, pp. 61-75 (2017).

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) SITE2016
- 他 4 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本 e-Learning 学会 2015 年度学術講演会など 9 件

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 進士 晃太郎, 宮崎 佳典, 行列表現を含む数式検索手法ならびに学習項目の抽出法の提案, 情報処理学会第 79 回全国大会, 2017. 3, 学生奨励賞受賞
- 2) 鈴木 竣丸, 宮崎 佳典, 長谷川 由美, 学習継続を志向したリーディング学習 Web アプリケーション並びに個人向け語彙リスト構築, 日本 e-Learning 学会 2016 年度学術講演会, 2016. 11, 優秀賞受賞（学生セッション）

## 流星バースト通信・可視光通信に関する研究

兼担・准教授 和田 忠浩 (WADA Tadahiro)  
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: 無線通信工学、ネットワーク工学  
e-mail address: wada.tadahiro@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://telecom.eng.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 和田 忠浩

修士課程 : M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

本研究室では、イメージセンサを用いた画像処理に基づく可視光通信、流星バースト通信など、無線通信システムの研究を実施している。

#### (1) 可視光通信システムの研究

- ・情報画像位置の特定方式の提案: 液晶表示装置を送信機とした可視光通信システムにおいて、情報画像位置を高速に特定することは重要な課題である。本研究では、高速に情報画像位置を特定する手法を検討する。
- ・情報埋め込み手法の提案: 現在、液晶表示装置を使ったデジタルサイネージが広く普及している。この液晶表示装置を送信機とした可視光通信機システムでは、広告映像を遮ることなく情報信号を映像に埋め込む必要がある。本研究では可視光通信における情報埋め込み手法について検討する。

#### (2) 流星バースト通信の研究

- ・赤道地域における流星バースト通信の検討: 流星バースト通信は米国や欧州など、北半球中緯度地域で主に利用されていた。そこで本研究では、赤道地域での流星バースト通信の有効性について研究を行う。本年度はそのための事前調査を行う。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 可視光通信方式による色変調による特性改善

- ・情報画像位置の特定方式について、ハフ変換に基づく手法を提案した。本手法によって、通信距離が大きい場合でも良好の性能を得られることを示した。
- ・情報埋め込み手法として、ウェーブレット変換を用いた手法を提案した。主観評価および客観評価による埋め込み性能の評価を行った。

#### (2) 流星バースト通信の研究

流星バースト通信の赤道地域での実験のため、インドネシア・ガジャマダ大学およびウダヤナ大学を訪問した。ガジャマダ大学において雑音特性を測定し、流星バースト通信の実験に支障の無いことを確認した。インドネシア情報通信省と調整の上、実験局の申請を行い、許可を得た。

【 今後の展開 】

(1) 流星バースト通信における研究

- ・ インドネシアにおける実証実験を本格的に開始する。
- ・ FPGA による送受信システムの実装について検討を行う。

(2) 可視光通信システムにおける研究

- ・ 通信性能の高い情報埋め込み手法について検討する。
- ・ ターボ符号や LDPC 符号などの高性能誤り訂正符号化技術を組み込み、高信頼化を実現する。

【 国際会議発表件数 】

- ・ 2 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 3 件



## ユビキタスコンピューティング技術の応用

兼担・講師 岡田 昌也 (OKADA Masaya)  
(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： CSCL、グループウェア、ユビキタスコンピューティング  
e-mail address: m.okada@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://lab.inf.shizuoka.ac.jp/m.okada/>



### 【 研究室組織 】

教 員：岡田 昌也

学士課程：黒木 康能 (情報学部 B4)、河合 眞幸 (情報学部 B4)

### 【 研究目標 】

ユビキタスコンピューティングは、実世界と情報世界をつなぎ合わせるための要素技術の一つである。私は、実世界問題の解決に資する情報技術の開発を、ユビキタスコンピューティング技術を核として進めている。具体的には、以下のように、教育、交通などのドメインを設定し、研究を実施した。

- (1) 実世界学習を高度化する、新しい学びのデザインの開発
- (2) 実世界における状況推定技術の開発
- (3) 自動車運転者の運転技能向上のためのユビキタスセンシング技術の開発

### 【 主な研究成果 】

科研費基盤研究 (C) (代表者) において、“「実世界における学び方」の学習のための学習分析方法論の開発” に取り組んだ。その結果、内部方略によって駆動される実世界学習を理解するためのマルチモーダル分析手法を開発した。また、共理解を成立させるための「場」の構造化・推定手法の開発を行った。

### 【 今後の展開 】

実世界問題の解決に資する情報技術の創出には、人と実世界の間で交わされる相互作用の特質、問題、限界を検討し、その改善方法を実現することが重要である。そこで、人と実世界の相互作用の成り立ちや問題点を分析し、分析的知見を工学実装にフィードバックさせるというアプローチを重視して、研究を展開したい。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) 多田 昌裕, 岡田 昌也, 蓮花 一己: “装着型センサを用いた高齢運転者・自転車・歩行者の行動特性分析”, 生体医工学, Vol. 54, No. 3, pp. 129--134, 11 月, 2016.

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Masaya Okada, Yasutaka Kuroki, and Masahiro Tada: “Multimodal Method to Understand Real-world

Learning Driven by Internal Strategies”, Proceedings of World Conference on Educational Media and Technology 2016 (EdMedia2016), pp. 1242--1251, AACE, Vancouver, Canada, June 2016. (査読あり)

【 国内学会発表件数 】

- 1) 黒木 康能, 岡田 昌也 : “実世界学習におけるマルチモーダルインタラクションの構造化記述手法に関する一検討”, 2017 年度人工知能学会全国大会 (第 31 回), 名古屋, 2017. 5
- 2) 河合 眞幸, 岡田 昌也 : “会話空間のセマンティクス : 共理解を成立させるための「場」の構造化・推定手法の提案”, 2017 年度人工知能学会全国大会 (第 31 回), 名古屋, 2017. 5

【 受賞・表彰 】

- 1) 黒木 康能, 学習奨励賞, 静岡大学情報学部, 2017. 3

## ヒトの生理機能の計測・解析

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



### 【 研究室組織 】

教 員 : 沖田 善光

修士課程 : M1 (1名)

### 【 研究目標 】

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

- (1) 機能性食品によるヒトの生理機能の計測・解析システムに関する基礎的研究
- (2) 運動方向におけるワーキングメモリーに関する基礎的研究
- (3) 疲労からくるストレス計測・解析に関する研究
- (4) 食品に含まれる機能性成分の分析方法に関する研究

### 【 主な研究成果 】

#### (1) ダイナミック疑似心電図の生体シミュレーションソフトウェアの開発の試み

本開発したソフトウェアは、3つの連立常微分方程式からなる疑似心電図モデル(PQRST サイクル形態を含む)を使用して任意の心電図波形の生成、既知の心拍変動性(HRV: Heart Rate Variability)リズムをパワースペクトル特性から信号生成、さらに疑似心電図波形と心拍変動性リズムを組み合わせてシミュレーションすることにより、心臓の疾病・異常及び自律神経活動の影響を検討することが可能であった。HRVの機能には、呼吸洞性不整脈(RSA: Respiratory Sinus Arrhythmia)の影響を含めた高周波成分(HF: High Frequency)及びメイヤー波(10秒周期のゆらぎ成分)の影響を含めた低周波成分(LF: Low Frequency)に対して任意のパラメータ設定により、これらの全成分による自律神経活動の影響も検討することが可能である。このダイナミック疑似心電図モデルによる生体シミュレーションソフトウェアは、機能性食品における自律神経活動の影響を調べるために、最適な生体信号処理による方法を検討する上で重要なツールとなった。

### 【 今後の展開 】

当研究室では、上記のようにヒトの生理機能の計測・解析ソフトの開発を行い、新しい分子生物学的な測定手法を取り入れて、機能性食品によるヒトのミクロな生理機能(リン脂質、DNA レベ

ルの損傷、抗酸化作用の測定等)とマクロな生理機能(中枢神経系・自律神経系の測定などによる脳波、心拍変動性、脈波伝播時間、血圧等)を統合して評価できる研究を目指している。当面の今後の研究展開としては、固相酵素免疫検定法(ELISA法: Enzyme-linked immuno-sorbent assay)などの測定方法及びヒトのSNPsによる分析方法を組み合わせるリアルタイムにヒトの生理機能の計測・解析を行う計画である。

**【 学術論文・著書 】**

- 1) Comparison between Fast Fourier Transform and Autoregressive Model on Analysis of Autonomic Nervous Function after Food Intake in Women, (K.Ohara, Y.Okita, K.Kouda, H.Nakamura), Health, Vol.8, 567-574 (2016)
- 2) Relationship among Eating Behavior, Effortful Control, and Working Memory in Female Young Adults, (K.Momoi, K.Ohara, Y.Okita, T.Mase, C.Miyawaki, T.Fujitani, H.Nakamura), Health, Vol.8, 1187-1194 (2016)
- 3) Relationship among Eating Behavior, Effortful Control, and Personality Traits in Japanese Students: Cross-sectional Study, (K.Momoi, K.Ohara, K.Kouda, T.Mase, C.Miyawaki, T.Fujitani, Y.Okita, R.Murayama, H.Nakamura), British Journal of Medicine & Medical Research, Vol.18, No.8, 1-9 (2016)

## 認知症情報学によるエビデンスの創出と利用

兼任・助教 石川 翔吾 (ISHIKAWA Shogo)  
情報科学専攻 (主担当：情報学部 情報科学科及び  
大学院総合科学技術研究科情報学専攻 情報学コース)  
専門分野： 認知症情報学、人工知能、ヒューマンインタフェース  
e-mail address: ishikawa-s@inf.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.takebay.net/>



### 【 研究室組織 】

教 員：石川 翔吾

### 【 研究目標 】

情報学、人工知能学を活用して、少子高齢社会における社会的課題、特に認知症の課題を中心テーマとして取り組んでいる。介護現場は閉鎖的で、認知症の人の精神症状に有効な「認知症ケア（コミュニケーション）」を評価することが難しく、形式知化されていないのが現状である。我々は、人工知能技術を活用することで、認知症支援における有効性を示すエビデンスを創出し、認知症ケアを高度化するための研究開発を進めている。

- (1) 認知症ケアのエビデンスの創出：認知症の人とのかかわりに有効である認知症ケア（コミュニケーション）プロセスを評価する仕組みを開発する。
- (2) 認知症ケアのエビデンス利用環境の設計：認知症ケアのスキルを組織ぐるみで学ぶための学習環境を構築し、その有効性を検証する。
- (3) 認知症の状態表現モデルの設計：認知症の「状態」理解のための見立て学習環境の設計と見立て「知」を構築する。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 認知症ケア評価システムの開発と感情モデルに基づくケアの評価

認知症ケアの技法であるユマニチュード（マルチモーダルコミュニケーション技法）の専門家と共同で、ケア評価のための情報モデルを設計し、認知症ケアを評価するための認知症ケア分析システムを開発した（図1）。熟達者と初学者のスキルの違いが認知症の人の情動反応に影響があることが示された。



図1. 認知症ケア分析システム

#### (2) 認知症ケアスキルの学習環境構築と実証評価

認知症ケアスキルを学ぶための映像コーチングシステムをデジタルセンセーション社と共同開発し、病院で実証評価実験を実施した。構築した学習環境は、認知症ケアスキルの向上を実現させ、さらには、組織ぐるみで学ぶための基盤になることが示された。

### （3）認知症の見立て学習環境の設計と実証評価

なぜ認知症の状態になったのかを分析すること（認知症の見立て）は、認知症ケアの高度化につながる。さまざまな認知症によって生じる行動を精神医学の観点から解釈するスキルを学ぶための学習環境を構築した。地域での活動において半年間の実証実験を進めた結果、構築した学習環境が見立ての学習に有効で、見立て「知」の構築につながることを示された。

#### 【 今後の展開 】

日本は高齢化で世界を先導している。未成熟な学問領域だからこそ、さまざまな領域の知恵や経験を総動員する必要がある。情報学・人工知能学を駆使し、当事者、家族を含めた異分野間の多面的コラボレーションを通じてエビデンスを蓄積し、上述した（1）、（2）、（3）の研究を進めることでEvidence-based 認知症ケアの研究を展開したい。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) 柴田健一, 石川翔吾, 玉井顯, 竹林洋一 “介護関係者の多視点観察情報に基づく認知症評価システム”, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.19, No.1, pp.41-50 (2017).

#### 【 解説・特集等 】

- 1) 石川翔吾, 竹林洋一: エビデンスを生み出す認知症情報学—情動理解基盤技術とコミュニケーション支援—, 人工知能学会誌, Vol.32, No.1, pp.103-110 (2017).

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Omata, A., Sakane, Y., Ishikawa, S., Honda, M., Ito, M. and Takebayashi, Y.: Constructing a video-based remote coaching platform to develop professional skills in dementia care, The 10th World Conference of Gerontechnology, (2016.9).
- 2) Nakazawa, A., Okino, Y., Honda, M., Ishikawa, S., Matsumoto, A., Takebayashi, Y. and Nishida, T.: Evaluation of face-to-face communication skills for people with dementia using a head-mounted system, 3rd International Workshop on Pattern Recognition for Healthcare Analytics, (2016.12).

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・人工知能学会、子ども学会、情報処理学会 高齢社会デザイン研究会など16件

#### 【 招待講演件数 】

- ・1件

#### 【 新聞報道等 】

- 1) NHK あさイチ「データで変わる！？認知症介護」(2016.4.11)

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 情報処理学会山下記念研究賞 (2016)「介護映像に基づくマルチモーダル・チーム・インタラクションの分析」

## (4) ナノマテリアル部門

部門長 近藤 淳

### 1. 部門の目標・活動方針

ナノマテリアル部門は 18 名(専任 2 名、兼担 16 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の制御を行い、材料開発と機能開発を、実験的・理論的に行うことが部門としての目標である。

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

### 2. 教員名と主なテーマ(◎は専任教員、○は兼任教員)

- ◎近藤 淳：表面波を用いたセンサ・アクチュエータの開発
- ◎脇谷 尚樹：気相法による機能性セラミックス薄膜の創成
- 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
- 小林 健吉郎：酸化亜鉛のpn制御と発光デバイスの開発
- 昆野 昭則：色素増感型太陽電池の高性能化
- 鈴木 久男：ナノマテリアルのケミカルプロセッシング
- 田坂 茂：高分子材料の表面・界面での新たな構造発現
- 立岡 浩一：シリサイド系半導体とナノ構造材料プロセス
- 平川 和貴：光化学の医学および生命科学への応用
- 符 徳勝：新規機能性酸化物の開発
- 藤間 信久：ナノ物質の原子構造・物性の第一原理計算
- 間瀬 暢之：グリーンケミストリーとプロセス化学に基づいた有機化学における反応・合成手法の開発と応用
- 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：創薬を指向したイソスター研究
- Moraru : Si ナノ構造を用いたドーパント原子デバイス  
Daniel

### 3. 部門の活動

#### (1) 主な研究成果

ナノマテリアル部門所属教員の平成 28 年度の主な研究成果を以下に記します。詳細は各教員の報告

をご覧ください。

高温超伝導材料の実用化を目指して、超低損失電力輸送が可能な高温超伝導線材用の低コスト超伝導薄膜作製プロセスについて研究を行った。液相成長を用いた新規 MOD 法により、電流輸送特性を維持したまま超伝導層の膜厚を増加させ輸送電流量の向上に成功した。また、フッ素フリーMOD 法により Eu と Dy の混晶化により、ゼロ磁場中の超伝導臨界電流密度の 2 倍以上の向上及び磁場中臨界電流密度特性の向上を達成し、世界トップレベルの超伝導特性を実現した。(喜多教授)

がん光治療薬のモデル化合物として用いられるフリーベースポルフィリンとその亜鉛錯体を用い、タンパク質光損傷をモデルに従来の活性酸素機構とこれまで注目されてこなかった電子移動機構の両方の関与を定量的に明らかにした。また、光化学反応を利用する感染症光治療は、耐性菌ができないため重要であるが、機構には不明な点が多い。今回、モデル実験で、電子移動による生体分子の酸化損傷が関与している可能性を示した。(平川教授)

成膜中に磁場印加可能な PLD (ダイナミックオーロラ PLD) 装置で薄膜を作製するとき、スピノーダル分解による相分離を引き起こすことができる。このときの組成波の伝搬方向が基板の垂直方向の場合には自発的に生成する超格子薄膜となり、伝搬方向がランダムになる場合にはバルクヘテロ構造となることが明らかになった。前者は Nature Publishing Group の雑誌 (NPG Asia Materials 誌、IF=8.772) に掲載され、後者は磁性関連の専門誌 (J. Magn. Magn. Mater. 誌、IF=2.357) に掲載された。これら以外に 3 報の学術論文を発表し、昨年度に発表した論文の IF の合計は 18.616 であった。(脇谷教授)

弾性表面波センサ研究で長年の課題であった基準液体なしでの濃度決定法や逆問題解析を利用した物性値推定法を確立することができた。また、光と超音波の新しい相互作用に繋がる現象を見いだすことができた。(近藤教授)

## (2) 招待講演

- [1] 平川 和貴 : “リンポルフィリンをベースとした PDT 用光増感剤の開発”、フォトダイナミックセラノスティクスのためのポルフィリン研究会、平成 28 年 6 月
- [2] 平川 和貴 : “ハイブリッド型光増感剤によるタンパク質損傷と細胞毒性”、第 26 回日本光線力学学会学術講演会、平成 28 年 6 月
- [3] 平川 和貴 : “フォトダイナミックセラノスティクスを志向した電子ドナー結合ポルフィリン光増感剤”、フォトダイナミックセラノスティクス研究会、平成 29 年 1 月
- [4] 脇谷 尚樹 : Naoki Wakiya, Naonori Sakamoto, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, “Novel Transparent Conductive Oxide for Multiferroic Applications”, IUMRS-ICEM2016 (平成 28 年 7 月 7 日、SUNTEC 国際会議場(シンガポール))
- [5] 脇谷 尚樹 : Naoki Wakiya, Naonori Sakamoto, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, “Preparation of Novel Transparent Conductive Oxide Having Spinel Structure”, PRICM9 (平成 28 年 8 月 4 日、京都国際会議場(京都))
- [6] 脇谷 尚樹 : 脇谷尚樹, “ダイナミックオーロラ PLD 法による酸化物薄膜の微構造・機能制御”、日本セラミックス協会 2017 年年会(平成 29 年 3 月 17 日、日本大学(東京))

## 4. 受賞・その他

- 平川 和貴 : 静岡新聞「光使ったがん治療実用化へ情報交換」、平成 29 年 1 月 24 日



## 表面波を用いたセンサ・アクチュエータの開発

専任・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工学、超音波工学  
e-mail address: kondoh.jun@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~tajkond>



### 【 研究室組織 】

教 員：近藤 淳

博士課程：小貝 崇 (D2、社会人)、シャルヘイ・バルスコウ (D2、国費)

修士課程：M2 (4名)、M1 (4名)

### 【 研究目標 】

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

基準液体なしで連続的に濃度を推定する手法に関し、直接メタノール燃料電池を対象として検討を実施した。横波型弾性表面波 (SH-SAW) センサの応答から提案した濃度推定法を用いて推定した濃度と、密度計を用いた実測値を比較し、ほぼ一致する結果を得ることができた。本研究により、基準液体の測定を行えない環境にも SH-SAW センサを応用することが可能であることを示すことができた。

#### (2) 逆問題を利用した液体物性値推定法の提案

SAW センサを用いて物性値を推定する場合、摂動解が一般的に利用される。しかし、摂動解は近似解である。そこで、SAW の数値解析法を利用した逆問題解析法を提案した。測定により得られた位相と振幅を提案手法に代入して求めた粘度と密度を文献値と比較した。その結果、低濃度液体に対しては妥当な結果を得ることができた。

#### (3) オイル中の異物測定に関する研究

オイルは様々な分野で利用されている。SH-SAW センサをおいる環境へ応用するための最初の研究として、オイル中の異物検出を行った。異物として鉄粉を用いた実験により、SH-SAW センサをオイルの品質評価に応用可能であることを示すことができた。

#### (4) インピーダンス負荷 SAW センサに関する研究

大型構造物のヘルスマonitoring用センサを、ワイヤレス・パッシブ SAW センサを用いて実現するための研究を行っている。損傷を測定するために最適なパラメータについて、片持ち梁や両端固定梁を用いて検討を行った。

### (5) 局在表面プラズモンセンサ

ガラス基板上に異なる手法で作成した金微粒子による光応答をシミュレーションするための方法について検討した。従来の散乱断面積，吸収断面積を加えた新しい方法が適していることを明らかにした。また、ガラス基板だけでなく、圧電結晶表面に金微粒子を作成し、弾性波と局在表面プラズモンの相互作用について実験的に観察した。

### (6) SAW と電界ドメイン構造の相互作用

圧電結晶上下面に設けた微小電極に DC を印加することにより、圧電結晶内部に電界によるドメイン構造が生成されることを、FEM 解析により明らかにした。また、実際に圧電結晶を用いて電界ドメイン構造を作成し、横波型弾性波との相互作用について観察した。

### 【 今後の展開 】

SH-SAW センサについては、逆問題解析法を密度，粘度以外の物性値にも拡張する。また、凝固過程で生じる物性値変化への適用を目指す。オイルの測定では、オイル中の異物に加え、オイル中の水分，経時特性測定へと展開することにより、実用化を目指す。インピーダンス負荷 SAW センサについては、プレストレスコンクリートを模擬した材料の作成と損傷計測に加え、回路シミュレータによる解析を行う。局在表面プラズモンセンサでは SAW デバイスを一体化したデジタル式マイクロ流体システムとともに、SAW との相互作用について理論含めて検討する。また、SAW と電界ドメイン構造の相互作用を利用した新規デバイスについて検討する。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) A study of temperature dependency of immunoreactions using shear horizontal surface acoustic wave immunosensors, Takashi Kogai, Hiromi Yatsuda, Jun Kondoh, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 56 (in press).
- 2) Real-time monitoring of methanol concentration using a shear horizontal surface acoustic wave sensor for direct methanol fuel cell without reference liquid measurement, Kyosuke Tada, Takuya Nozawa, Jun Kondoh, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 56 (in press).
- 3) Investigation of interaction of shear horizontal surface acoustic wave with controlled electroinduced domain structures, Siarhei Barsukou, Jun Kondoh, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 56 (in press).
- 4) Estimation of liquid properties by inverse problem analysis based on shear horizontal surface acoustic wave sensor responses, Kento Ueda, Jun Kondoh, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 56 (in press).
- 5) Determining biosensing modes in SH-SAW device using 3D finite element analysis, Jennifer Brookes, Rory Bufacchi, Jun Kondoh, Dorothy Duffy, Rachel McKendry, Sensors and Actuators B, Vol. 234, pp. 412-419 (2016).
- 6) Measurement of cantilever vibration using impedance-loaded surface acoustic wave sensor, M. Oishi, H. Hamashima, and J. Kondoh, Jpn. J. Appl. Phys., vol. 55, 07KD06 (2016).

### 【 国際会議発表件数 】

・ IEEE International Ultrasonics Symposium, IEEE Frequency Control Symposium, IEEE Sensors2016 など計 13 件

### 【 国内学会発表件数 】

・ 応用物理学会、超音波の基礎と応用に関するシンポジウム、超音波研究会など計 25 件

### 【 招待講演件数 】

・ 1 件

## 気相法による機能性セラミックス薄膜の創成

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



### 【 研究室組織 】

教 員 : 鈴木 久男、脇谷 尚樹、坂元 尚紀

研 究 員 : ジーワン・クマーラ

博士課程 : ニパ・デブナス (創造科技院 D2、私費)、スリーデービー・ミーナッチシュンドラム (創造科技院 D1、国費)

修士課程 : M2 (10名)、M1 (10名)

### 【 研究目標 】

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

- (1) 磁場中でも PLD 法による新規セラミックス薄膜の創成
- (2) 新規酸化物透明電極薄膜の作製
- (3) ポーラスシリコンをプラットフォームに用いた機能性セラミックス薄膜の創成

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 磁場中でも PLD 法による新規セラミックス薄膜の創成

チャンバー中に電磁石を搭載した PLD ダイナミックオーロラ PLD 装置を用いてセラミックス薄膜を作製すると、スピノーダル分解が誘起されることを明らかにした。

#### (2) 新規酸化物透明電極薄膜の作製

新規の酸化物透明電極薄膜上に強誘電体薄膜をエピタキシャル成長させ、基板からすべて透明でエピタキシャル成長した積層構造の作製に成功した。

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

陽極酸化によって作製したポーラスシリコン基板上に YSZ 薄膜がエピタキシャル成長することを明らかにするとともに、シリコン基板上との違いを明らかにした。

### 【 今後の展開 】

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

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Nipa Debnath, Takahiko Kawaguchi, Wataru Kumasaka, Harinarayan Das, Kazuo Shinozaki, Naonori Sakamoto, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya, "As-grown enhancement of spinodal decomposition in spinel cobalt ferrite thin films by Dynamic Aurora pulsed laser deposition", J. Magn. Mag. Mater, 432(2017)391-395 (IF=2.357)
- 2) 坂元 尚紀、間根山 しおり、豊田 泰史、鈴木 脩人、大野 智也、川口 昂彦、松田 剛、脇谷 尚樹、鈴木 久男、"液中プラズマ法による新規カルシウムアルミネート化合物粉末の合成と構造解析"、粉体工学会誌 54 (2017) 4-9.

- 3) Tadashi Shiota; Yuko Mori, Jun Sugiyama, Osamu Sakurai, Akio Nishiyama, Naoki Wakiya, Sumitaka Tachikawa, Kazuo Shinozaki, "Preparation of  $(La_{1-x}Sr_x)MnO_{3-\delta}$  thin films on Si(100) substrates by a metal-organic decomposition method for smart radiation devices", Thin Solid Films, 626(2017)154-158 (IF=1.761)
- 4) P. Jeevan Kumar, K. Nishimura, M. Senna, A. D'avel, P. Heitjans, T. Kawaguchi, N. Sakamoto, N. Wakiya, H. Suzuki, "A novel low-temperature solid-state route for nanostructured cubic garnet  $Li_7La_3Zr_2O_{12}$  and its application to Li-ion battery", RSC Advances, 6 (2016) 62656-62667. (IF=3.289)
- 5) Naoki Wakiya, Naonori Sakamoto, Shota Koda, Wataru Kumasaka, Debnath Nipa, Takahiko Kawaguchi, Takanori Kiguchi, Kazuo Shinozaki and Hisao Suzuki, "Magnetic-Field-Induced Spontaneous Superlattice Formation via Spinodal Decomposition in Epitaxial Strontium Titanate Thin Films", NPG Asia Materials, 8 (2016) e279/1-9. (IF=8.772)
- 6) Tomoya Ohno, Kentaroh Fukumitsu, Takamasa Honda, Shigeto Hirai, Takashi Arai, Naonori Sakamoto, Naoki Wakiya, Hisao Suzuki, Takeshi Matsuda, "Orientation control of  $SrRuO_3$  thin film on a Si substrate by chemical solution deposition for an electrode of lead zirconate titanate thin films", Mater Lett., 181(2016) 74-77. (IF=2.437)
- 7) 鈴木久男、坂元尚紀、P. Jeevan Kumar、川口昂彦、脇谷尚樹、『ガーネット型単相立方晶ナノ粒子の低温合成技術』、(株)技術情報協会 『全固体電池のイオン伝導性向上技術と材料、製造プロセスの開発』 pp.31-39 (2017)
- 8) 脇谷尚樹、ダスハリナラヤン、川口昂彦、坂元尚紀、鈴木久男、青野宏通、篠崎和夫、『ゾルゲル法前駆体の分子設計による微粒子の高機能化と低温合成』、工業材料、64[12](2016)36-41

#### 【 特許等 】

(特許出願)

- 1) 「硬質被覆層がすぐれた耐チップング性、耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具」、藤原和崇、柿沼宏彰、脇谷尚樹、鈴木久男、篠崎和夫、出願番号：特願 2016-165393 (出願日：2016. 8. 26) (特許登録)
- 2) 「高速重切削においてすぐれた耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具」、柿沼宏彰、高岡秀充、長田晃、脇谷尚樹、鈴木久男、篠崎和夫、中国特許登録番号：ZL201210528346. X (登録日：2016. 10. 19)
- 3) 「高速断続切削加工においてすぐれた潤滑性、耐チップング性、耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具」、柿沼宏彰、高岡秀充、長田晃、脇谷尚樹、鈴木久男、篠崎和夫、中国特許登録番号：ZL201310087419. 0 (登録日：2016. 8. 3)
- 4) 「耐摩耗性に優れた表面被覆切削工具の製造方法」、高岡秀充、長田晃、脇谷尚樹、鈴木久男、篠崎和夫、中国特許登録番号：ZL201210040509. X (2016. 6. 29)

#### 【 国内学会発表件数 】

・ 日本セラミックス協会、日本磁気学会など 3 2 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) Naoki Wakiya, Naonori Sakamoto, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, "Novel Transparent Conductive Oxide for Multiferroic Applications", IUMRS-ICEM2016 (2016.7.7、SUNTEC 国際会議場 (シンガポール))
- 2) Naoki Wakiya, Naonori Sakamoto, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, "Preparation of Novel Transparent Conductive Oxide Having Spinel Structure", PRICM9 (2016.8.4、京都国際会議場 (京都))
- 3) 脇谷尚樹, "ダイナミックオーロラ PLD 法による酸化物薄膜の微構造・機能制御", 日本セラミックス協会 2017 年会 (2017.3.17、日本大学 (東京)) (第 71 回日本セラミックス協会学術賞受賞講演)

## 酸化物超伝導材料のナノエンジニアリング

兼任・教授 喜多 隆介 (KITA Ryusuke)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当: 工学部 電気電子工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電気電子工学コース)  
専門分野: 酸化物超伝導材料、薄膜作製プロセス  
e-mail address: terkita@ipc.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/%7Eterkita/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 喜多 隆介

修士課程 : M2 (4名)、M1 (4名)

### 【 研究目標 】

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

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) ナノ構造を導入した高機能高温超伝導薄膜材料の開発

フッ素フリーMOD法を用いた酸化物超伝導薄膜形成において、Hfを添加することにより超伝導薄膜の磁場中臨界電流特性の向上が可能であることを明らかにした(学術論文4、第29回国際超電導シンポジウム発表)。

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

フッ素フリーMOD法を用いた酸化物超伝導薄膜形成において液相をアシストとして用いた新規プロセスにより超伝導薄膜の厚膜化を達成した(学術論文2)。

#### (3) 新規人工ピニングセンター材料の探索

高特性ピニング材料であるBaZrO<sub>3</sub>及びBaHfO<sub>3</sub>がナノロッド形成材料として優れた特性を持つことを明らかにした(九州工業大学との共同研究、学術論文1及び3、2017春季応用物理学会発表)。

#### (4) 超伝導薄膜材料および形成プロセスの最適化

MOD法を用いた超伝導薄膜形成においてLaを添加したGdBCO薄膜を作製することにより磁場中臨界電流密度特性が大きく向上することを明らかにした(第29回国際超電導シンポジウム発表)。

### 【 今後の展開 】

高温超伝導材料の電力輸送用線材・強磁場発生材料への応用を目指し、ナノ構造や結晶化条件を制御することにより高品質の超伝導薄膜を開発すること、およびフッ素フリーMOD法を用いた

低コストで高品質の超伝導薄膜の量産化技術開発、および新規超伝導薄膜の厚膜化プロセスの開発に注力する。また、超伝導材料に限らず、幅広く酸化物材料のナノ構造制御や酸化物薄膜の応用に本技術を適用して、高機能酸化物デバイスの創出にも繋げていきたいと考えている。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Influence of matching field on critical current density and irreversibility temperature in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  films with  $\text{BaMO}_3$  (M=Zr, Sn, Hf) nanorods, T. Horide, K. Taguchi, K. Matsumoto, N. Matsukida, M. Ishimaru, P. Mele, R. Kita, Appl. Phys. Lett. 108 (2016) 082601-082605.
- 2) Fabrication of  $\text{GdBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$  films by liquid-phase-assisted metal-organic deposition using fluorine-free solutions, Y. Okabe, Y. Yoshikawa, R. Kita, H. Kubo, O. Miura, K. Yamada, K. Kaneko, Physics Procedia 81 (2016) 101-104.
- 3) Pin potential effect on vortex pinning in  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  films containing nanorods: Pin size effect and mixed pinning, T. Horide, N. Matsukida, M. Ishimaru, R. Kita, S. Awaji, K. Matsumoto, Appl. Phys. Lett. 110(2017)052601-052605.
- 4) Improvement of flux pinning properties for hafnium doped Gd123 thin films fabricated by fluorine-free MOD method, N. Kobayashi, R. Kita, O. Miura, IEEE Trans. on Appl. Supercon. 27(2017)99-103.

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Improvement of Jc-B properties for hafnium doped Gd123 thin films fabricated by fluorine-free MOD method, N. Kobayashi, H. Kubo, R. Kita, O. Miura, Applied Superconductivity Conference 2016 (2016.9.4、Colorado、USA)
- 2) Effects of La addition on the fabrication of fluorine-free MOD-REBCO films, S. Kato, R. Kita, N. Kobayashi, O. Miura (2016.12.13、ISS2016、東京国際フォーラム)
- 3) Flux pinning properties of hafnium doped Gd123 films fabricated by fluorine-free MOD method, N. Kobayashi, R. Kita, O. Miura (2016.12.13、ISS2016、東京国際フォーラム)

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) フッ素フリーMOD法を用いた (Dy, Eu) BCO 超伝導薄膜形成における希土類混晶化効果の検討、織田 琢郎、喜多 隆介、久保 勇人、小林 夏輝、三浦 大介 (2016 年秋季第 77 回応用物理学会学術講演会、2016. 9. 14、朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター)
- 2) フッ素フリーMOD-GdBCO 膜形成における Eu 添加依存性、山口晶平、喜多 隆介、久保 勇人、小林 夏輝、三浦 大介 (2016 年秋季第 77 回応用物理学会学術講演会、2016. 9. 14、朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター)
- 3) 液相アシストMOD法を用いた GdBCO 薄膜の成長温度の低温化、由川 裕太、杉本 真大、喜多 隆介、久保 勇人、小林 夏輝、三浦 大介 (2016 年秋季第 77 回応用物理学会学術講演会、2016. 9. 14、朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター)
- 4) 液相アシスト有機金属塗布法を用いた希土類混晶化超伝導薄膜の作製、杉本 真大、由川 裕太、喜多 隆介、久保 勇人、小林 夏輝、三浦 大介、2016 年秋季第 77 回応用物理学会学術講演会、2016. 9. 14、朱鷺メッセ新潟コンベンションセンター)
- 5) YBCO ナノコンポジット薄膜において ナノロット密度とサイズが磁束ヒンニクに及ぼす影響、堀出 朋哉、松木田 直樹、石丸 学、松本 要、喜多 隆介、淡路智 (2017 年春季第 64 回応用物理学関係連合講演会、2017. 3. 16、パシフィコ横浜)

## 有機低分子・高分子凝集体の構造と物性

兼担・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：稲石 勝典 (創造科技院 D5、社会人)、タン エン (創造科技院 D1、私費)  
修士課程：M2 (2名)、M1 (4名)  
学 部：B4 (5名)

### 【 研究目標 】

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

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 真空蒸着を用いた分子配向・積層構造制御 (分子の積木細工)

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

#### (2) 蒸着重合ポリ尿素薄膜における光配向

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

#### (3) チクソトロピー性ゲルのゾルゲル転移に伴う粘弾性変化の解析

チクソトロピー性ゲルが示す粘弾性について、ゾルからゲルまたはゲルからゾルに相転移する際の挙動を水晶振動子マイクロバランスを用いて解析した。一般には非破壊測定とされている水晶振動子マイクロバランスが測定時に用いている振動が、高次構造を破壊してゾル化を誘発することを明らかにし、構造のディテクタと構造破壊のアクチュエータの両方の役割を持たせることができた。

#### 【 今後の展開 】

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

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) 水晶振動子を用いた界面構造形成過程の解析（久保野敦史）応用物理学会有機分子・バイオエレクトロニクス分科会誌, Vol. 28, No. 2, pp. 109-112 (2017).
- 2) Direct Growth of Nanocrystalline Graphitic Carbon Films on BaF<sub>2</sub> by Alcohol CVD (Y. Tan, A. Nakamura and A. Kubono) Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 55, No. 3S2, pp. 03DD08-1 - 03DD08-5 (2016).
- 3) Melt-crystallizations of poly (l-lactic acid) under external DC electric fields (A. Sugita, S. Masauji, R. Yamaguchi, A. Kubono and S. Tasaka) Polymer Vol. 84, pp. 185-188 (2016).

#### 【 特許等 】

- ・ 1 件

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) The 18th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy (ICCGE-18)
- 他 6 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、高分子学会、液晶学会、繊維学会など 11 件

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 神谷正紀 (M2) : 応用物理学会有機分子・バイオエレクトロニクスの未来を拓く若手研究者討論会ベストプレゼンテーション賞



## 酸化亜鉛の pn 制御と発光デバイスの開発

兼任・教授 小林 健吉郎 (KOBAYASHI Kenkichiro)  
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: 無機発光材料、薄膜工学  
e-mail address: tkkobay@ipc.shizuoka.ac.jp  
homepage: [http://kobaken.eng.shizuoka.ac.jp/kobayashi\\_hp/](http://kobaken.eng.shizuoka.ac.jp/kobayashi_hp/)



### 【 研究室組織 】

教 員: 小林 健吉郎

修士課程: M2 (3名)

### 【 研究目標 】

光機能性無機薄膜の作成と工学的応用を目指している。第 1 には、酸化亜鉛をベースにした発光デバイスの作成を行っており、特にバンドギャップを任意に狭められる ZnO について注目し、ZnO 薄膜の p 型化を実現できる最適な条件を明らかにする。第 2 には、量子ドットを含む薄膜を高速でかつ安価で作製する新規な手法の開発を行う。具体的には、ZnO の前駆体を用いた化学気相堆積法で、ZnO, ZnS, ZnO 量子ドットを作製し、有機 LED ディスプレイに代わる無機量子ドットディスプレイ用の発光部の作製を目指す。第 3 には、グラフェンと h-BN との複合体における特異な電気伝導性を明らかにする。グラフェンは CVD とスパッタリング法により作製し、h-BN は主にスパッタリング法によって行う。また、Ni 金属への BN と炭素の溶解と析出を利用した新しいグラフェンと h-BN の積層構造の作製も検討し、得られた積層構造の電氣的磁氣的性質を明らかにする。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) ZnO 量子ドットの作成

酢酸亜鉛と H<sub>2</sub>O、チオ酢酸との MOCVD 法により ZnO ナノクリスタルを含む薄膜を作製し評価した。基板温度 120°C と低温で作製した薄膜は、ZnO ナノクリスタルから構成されており、量子サイズ効果により、短波長シフトと極めて高い蛍光効率を示した。

#### (2) Na ドープによる p 型 ZnO 薄膜の作製

PLD 法と硫黄を同時蒸着させた方法により、硫黄過剰添加した ZnO 薄膜を作製した。得られた ZnO 薄膜のキャリア測定から、過剰に硫黄を添加すると p 型になった。一方、Na を添加した系では、高い酸素分圧下でのみ p 型 ZnO 薄膜が得られた。

#### (3) 酸化亜鉛を用いる大面積ディスプレイの開発

n 型 ZnO、ZnO 量子ドット、p 型 ZnO による PIN 構造を作製し、その PIN デバイスの電流-電圧特性を解析したところ明確な整流性を示し、電子注入、正孔注入が起きていることを確認した。

#### (4) CVD 法によるグラフェンの作製

スパッタリング法を用いて、サファイア基板上に 300°C で銅単結晶薄膜を作製し、この銅薄膜を触媒として用いた CVD 法によりグラフェンを作製した。炭素原料としてターフェニルを用

いると、基板温度 200–500°Cの低温でグラフェンが生成することをラマン分光より確認した。また、Ni と h-BN を交互堆積させて積層構造薄膜を作製し、水素中 1200°Cで熱処理を行うと、Ni 薄膜表面に h-BN 単分子層薄膜が生成した。Ni の薄膜の厚さを変化させて作製した Ni と h-BN の積層膜は、単独の Ni 金属よりも高い電気伝導性を示し、界面での電気分極を介在する新しい電気伝導機構の存在を示唆した。

#### 【 今後の展開 】

ZnOS 量子ドットを用いる新しい無機 LED ディスプレイを開発する。また、H-BN/グラフェン界面での特異な電気伝導機構を明らかにする。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Growth of p-type ZnOS films by pulsed laser deposition, K. Kobayashi, T. Ohtsuki, Y. Tomita, Y. Kohno, Y. Maeda, S. Matsushima, *J. Crystal. Growth*, 457, 289-293 (2017).
- 2) Synthesis and charge-discharge properties of LiF-NiO composite as a cathode material for Li-ion batteries, Yasumasa Tomita, Hiromasa Nasu, Yusuke Izumi, Juichi Arai, Satoshi Otsuka, Yohei Yamane, Koji Yamada, Yoshiumi Kohno, and Kenkichi Kobayashi, *Journal of Power Sources* 329, 406-411 (2016).
- 3) Effect of Oxidation on Charge-Discharge Property of Iron Fluoride for Li-ion Secondary Battery, Yasumasa Tomita, Jinta Kato, Naoki Kamiya, Yoshiumi Kohno, Yasuhisa Maeda and Kenkichi Kobayashi, *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn*, 41, 375-378 (2016).

## 色素増感型太陽電池の高性能化

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



### 【 研究室組織 】

教 員 : 昆野 昭則

博士課程 : 張 亮 (創造科技院 D3、私費)

修士課程 : M2 (2名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

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

- (1) ヨウ化銅をはじめとする p 型半導体を用いる色素増感およびペロブスカイト太陽電池の固体化と高効率化
- (2) 色素増感太陽電池用多孔質電極の開発
- (3) マグネシウム二次電池用負極および電解質の開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) ペロブスカイト型太陽電池における変換効率向上

従来の色素増感太陽電池用色素は、金属錯体をはじめとする有機系色素であり、多孔質酸化チタン表面に単分子光吸収層を形成させることで高効率な電荷分離を実現している。一方で、色素によっては、単分子層吸着制御の困難さや、多孔質層の厚膜化等の問題があった。これに対して、近年光吸収効率が高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。有機無機ハイブリッド色素 (ペロブスカイト) を用いた固体型太陽電池において、ヨウ化銅の代わりにカーボンナノチューブ (CNT) をペロブスカイト層と対極との間に組み込むことで性能向上に成功した。さらに一方向配向 CNT を用いた場合に作製後数日間、変換効率が上昇する現象を見出し、最高で 11% 以上の変換効率を達成した。

#### (2) 先染め酸化亜鉛ナノ粒子を用いる複合色素増感太陽電池の開発

色素増感太陽電池 (DSSC) は、基板上に多孔質の酸化物半導体膜を形成し、その基板を色素溶液に浸し色素吸着を行う。しかし、この作製法では色素吸着に時間がかかるため、DSSC のフ

レキシブル化に伴う roll to roll 製法導入による高速・高効率というメリットが失われてしまう。この問題を解決するために、本研究では酸化亜鉛の粉末に予め色素を吸着させておいてから薄膜を形成した（以下、先染め法）。先染め法では酸化亜鉛粒子表面を色素が覆っているため、塗膜時に酸化亜鉛粒子間の密着性が悪く、酸化亜鉛薄膜の電子伝導性が低下してしまう。また、電解液を用いるため安全性や耐久性に問題がある。これに対し、塗膜した酸化亜鉛ナノ多孔質膜にホットプレス処理を施すことで、酸化亜鉛粒子間の接合状況を改善することで性能の向上に一定の効果があることを見出した。さらに、マイクロプラズマ処理を、先染め法で用いる色素吸着前の酸化亜鉛粒子に対して行い、その効果を検討した。酸化亜鉛粒子に対するマイクロプラズマ処理については、通常法においては、ペースト化→塗布→焼成というプロセスを経て色素吸着に至るために、粉末の段階でプラズマ処理を行っても、色素吸着までにその効果が失われてしまう。一方、先染め法においては、酸化亜鉛粒子に直接色素吸着を行うために、マイクロプラズマ処理により酸化亜鉛粒子表面の状態が変化すれば、その後の色素吸着挙動に影響をおよぼす可能性があると考えた。その結果、ZnO 粒子へのマイクロプラズマ処理による色素増感太陽電池の光電特性の変化は  $J_{sc}$  のみで確認され、 $V_{oc}$  と  $FF$  にはほとんど影響を及ぼさないことが確認された。

#### 【 今後の展開 】

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

#### 【 学術論文・著書 】

1) F. Sagane, K. Ogi, A. Konno, M. Egashira, K. Kanamura, "The effect of the cyclic ether additives to the ethereal electrolyte solutions for Mg secondary battery" *Electrochemistry* **2016**, *84*, 76-78.

#### 【 国際会議発表件数 】

1) The 12th International Symposium on Organic Reactions, Kyoto, (2016.4.22-24)  
2) The Joint International Meeting of Electrochemical Societies, Prime 2016, Honolulu, USA (2016.10.3-8)

#### 【 国内学会発表件数 】

・電気化学会、中部化学関係学協会支部連合秋季大会など 10 件

## ナノマテリアルのケミカルプロセスング

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



### 【 研究室組織 】

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

### 【 研究目標 】

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

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) Si 基板上の強誘電体薄膜のストレスエンジニアリング

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

本年度は、Si 基板上にエピタキシャル成長させた緩和型強誘電体薄膜について、残留応力の影響を検討するための基礎的研究を行った。(Mater Lett., 181(2016) 74-77. (IF=2.437) etc.)

#### (2) ゴルゲル法による $\alpha$ -アルミナの低温合成

$\alpha$ -アルミナは工業的に広範に応用されているが、1000°C以上の高温でしか結晶化しない。例えば、切削工具の表面コーティングには CVD 法などで成膜されているが、切削工具用の超鋼材料の耐熱温度は 800°C 以下であり、特殊な表面処理を行った後に $\alpha$ -アルミナのコーティングがなされている。そこで、800°C 以下での $\alpha$ -アルミナの低温合成が可能となれば、非常に多くの応用が期待される。本研究では、アルコキシドの分子設計により 500°C での粉体の低温合成を実現した。

#### (3) 新規革新型電池材料の開発

現在の Li イオンバッテリーは大容量化に問題があることが理論的にわかっている。そこで、新規革新全固体型電池材料の開発は必要不可欠な社会的要請となっている。本研究では、全固体型高性能電池の開発に不可欠な薄膜固体電解質として、最も有望な  $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$  (LLZO) ナノ粒子の低温合成と特性制御を試みている。

### 【 今後の展開 】

今後は優れた特性を示す機能性薄膜やナノ粒子のさらなる特性の改善のためのよりよいケミカルプロセスを探求するとともに、社会で求められる環境・エネルギー分野への応用を目指した研究への展開を引き続き試みて行く。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Nipa Debnath, Takahiko Kawaguchi, Wataru Kumasaka, Harinarayan Das, Kazuo Shinozaki, Naonori Sakamoto, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya, “As-grown enhancement of spinodal decomposition in spinel cobalt ferrite thin films by Dynamic Aurora pulsed laser deposition”, *J. Magn. Mag. Mater.*, 432(2017)391-395 (IF=2.357) (査読あり)
- 2) 坂元 尚紀、間根山 しおり、豊田 泰史、鈴木 脩人、大野 智也、川口 昂彦、松田 剛、脇谷 尚樹、鈴木 久男、“液中プラズマ法による新規カルシウムアルミネート化合物粉末の合成と構造解析”、*粉体工学会誌* 54 (2017) 4-9.
- 3) P. Jeevan Kumar, K. Nishimura, M. Senna, A. D’uvel, P. Heitjans, T. Kawaguchi, N. Sakamoto, N. Wakiya, H. Suzuki, “A novel low-temperature solid-state route for nanostructured cubic garnet  $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$  and its application to Li-ion battery”, *RSC Advances*, 6 (2016) 62656-62667. (IF=3.289) (査読あり)
- 4) Naoki Wakiya, Naonori Sakamoto, Shota Koda, Wataru Kumasaka, Debnath Nipa, Takahiko Kawaguchi, Takanori Kiguchi, Kazuo Shinozaki and Hisao Suzuki, “Magnetic-Field-Induced Spontaneous Superlattice Formation via Spinodal Decomposition in Epitaxial Strontium Titanate Thin Films”, *NPG Asia Materials*, 8 (2016) e279/1-9. (IF=8.772) (査読あり)
- 5) Tomoya Ohno, Kentaroh Fukumitsu, Takamasa Honda, Shigeto Hirai, Takashi Arai, Naonori Sakamoto, Naoki Wakiya, Hisao Suzuki, Takeshi Matsuda, “Orientation control of  $\text{SrRuO}_3$  thin film on a Si substrate by chemical solution deposition for an electrode of lead zirconate titanate thin films”, *Mater Lett.*, 181(2016) 74-77. (IF=2.437) (査読あり)

### 【 特許等 】

(特許登録)

- 1) 「高速重切削においてすぐれた耐摩耗性を発揮する表面被覆切削工具」、柿沼宏彰、高岡秀充、長田晃、脇谷尚樹、鈴木久男、篠崎和夫、中国特許登録番号：ZL201210528346.X (登録日：2016.10.19)

他 2 件

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Hisao SUZUKI, Munetaka NIIBAYASHI, Takashi ARAI, Tomoya OHNO, Takeshi MATSUDA, Naonori SAKAMOTO, Takahiko KAWAGUCHI, Naoki WAKIYA, “Lead free piezoelectric  $\text{BaTiO}_3$  thin films from molecular-designed precursor solution”, The 18th International Symposium on Eco-materials Processing and Design (ISEPD 2017) February 17-20, 2017, Okinawa, Japan.

他 2 1 件

### 【 国内学会発表件数 】

・日本セラミックス協会、粉体工学会、磁気学会、粉体粉末冶金協会など 3 2 件

### 【 招待講演件数 】

- 1) Hisao Suzuki, Jeevan Kumar Padarti1, Mamoru SENNA, Kenta Nishimura, Naonori Sakamoto, and Naoki Wakiya, “Low-temperature Crystallization of Ion-conductive Cubic  $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$  Nanoparticles”, HTCMC 9 & GFMAT 2016, Advanced Functional Materials, Devices, and Systems for Environmental Conservation and Pollution Control, June 26 – July 1, 2016 | Toronto, Canada

## 高分子材料の表面・界面での新たな構造発現

兼担・教授 田坂 茂 (TASAKA Shigeru)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当:工学部 化学バイオ工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)  
専門分野: 高分子材料物性  
e-mail address: tctasa@ipc.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~tymatud/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 田坂 茂、松田 靖弘

博士課程: 安藤 英世 (創造科技院 D3、社会人)

修士課程: M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

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

- (1) 高分子強誘電体の界面での自己配向制御とその応用
- (2) アクリレート系粘着剤の界面分子運動と構造の解明
- (3) プラスチックハードコーティング
- (4) 極性高分子界面における結晶化と非晶化
- (5) 高分子ゲル

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 高分子界面における非晶化

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

#### (2) ポリ乳酸ゲルの機能化

ポリ乳酸ゲルの溶媒置換により安定なゲルが得られた。

### 【 今後の展開 】

我々は上記のように高分子で解明されていない表面界面関連の問題を明らかにしている。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) “Renaturation Behavior of Xanthan with High Molar Mass and Wide Molar Mass Distribution” Matsuda, Y., Sugiura, F. Okumura, K. Tasaka, S. *Polym. J.* **2016**, *48*, 653-658.
- 2) “Elevation of flow temperature of poly(l-lactic acid) gel by controlling its morphology and crystal form”, Yasuhiro Matsuda, Kazuaki Miyamoto, Hiroki Ashizawa, Takahiro Fukui and Shigeru Tasaka, *Polym. Bull.* (2017). doi:10.1007/s00289-017-1958-6

【 国際会議発表件数 】

- ・ 2 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 高分子学会、繊維学会など 15 件

【 招待講演件数 】

- ・ 1 件



## シリサイド系半導体とナノ構造材料プロセス

兼任・教授 立岡 浩一 (TATSUOKA Hirokazu)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当:工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合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: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~tehtats/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 立岡 浩一

博士課程 : 孟 祥 (創造科技院 D3、前期のみ)、袁 佩玲 (創造科技院 D2)

修士課程 : M2 (4名)、M1 (4名 (うち ABP 1名))

### 【 研究目標 】

我々は、シリサイド系半導体と関連物質の基礎物性の解明と応用についての研究を行っている。シリサイド半導体と関連物質の作製方法とそれを実現する成長装置の開発、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・バルク結晶及び粉末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) ナノマテリアルの作製と形状制御
- (4) ナノマテリアルの発電素子、環境・医療分野への応用

### 【 主な研究成果 】

#### (1) シリコン系ナノワイヤ束、ナノシート束の作製

熱電デバイス他、エネルギーデバイスへの応用を目的として Si ナノワイヤ束、ナノシート束を作製した。ナノシート束のテンプレートとなる  $\text{CaSi}_2$  結晶を Si 基板上に方向を揃えて成長させる事ができた (Chem.-Eur. J. 23(13),3098-3106 (2017))。  $\text{CaSi}_2$  粉末及び Si 基板上に成長させた  $\text{CaSi}_2$  に IP6 処理を施すことにより Si ナノシート束を作製した (Jpn. J.Appl.Phys. 56(5S1), 05DE02 (2017))。

#### (2) その他ナノ構造体の作製と構造的評価

また Si 基板上にフラワー状成長した Si ナノシート束の微細構造と光学特性を評価した (Jpn.J.Appl.Phys. 56(5S1),05DE05 (2017))。銀ナノ粒子を用いた Cs 減容化により生成する  $\text{Cs}_2\text{PtI}_6$  デンドライト構造を明らかにした (日本材料科学会学術講演大会にて発表予定)。

### 【 今後の展開 】

シリサイド半導体を材料科学の立場から新しいシリサイド材料の探索と系統的な物性解明を行

う。またシリサイド半導体や酸化物ナノ構造を利用した熱電発電素子，低価格太陽電池，熱光電池の開発，及びナノ構造体の生成と構造制御を行っていく。さらに今後は金属ナノ構造の作製も行い、それらの環境，医療分野への応用を試みていきたい。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Peiling Yuan, Ryo Tamaki, Hiroaki Suzuki, Kenta Sasaki, Makoto Nakayama, Yuya Saito, Shinya Kusazaki, Yuki Kumazawa, Xiang Meng, Nazmul Ahsan, Yoshitaka Okada and Hirokazu Tatsuoka, Synthesis of flower-like Si nanostructures on Si substrates, Jpn. J. Appl. Phys. 56(5S1), 05DE05 (2017).
- 2) Xiang Meng, Kenta Sasaki, Koki Sano, Peiling Yuan, and Hirokazu Tatsuoka, Synthesis of crystalline Si-based nanosheets by extraction of Ca from  $\text{CaSi}_2$  in inositol hexakisphosphate solution, Jpn J. Appl. Phys. 56(5S1), 05DE02 (2017).
- 3) Xiang Meng, Akiko Ueki, Hirokazu Tatsuoka, and Hiroshi Itahara, Ordered  $\text{CaSi}_2$  microwall arrays on Si substrates induced by the Kirkendall effect, Chemistry - A European Journal, 23(13), 3098-3106 (2017).
- 4) 熊澤 佑貴, 佐々木 謙太, 袁 佩玲, 孟 祥, 立岡 浩一, シリサイド粉末をテンプレートとした酸性溶液中でのシリコン系ナノ構造束の作製 (Syntheses of Powders Consisting Si-based Nanosheets Using Silicide Powders as Templates in Acid Solution), 粉体工学会誌 53,(12), 797-803(2016).
- 5) Erchao Meng, Akiko Ueki, Xiang Meng, Hiroaki Suzuki, Hiroshi Itahara, and Hirokazu Tatsuoka, Synthesis and structural property of Si nanosheets connected to Si nanowires using  $\text{MnCl}_2/\text{Si}$  powder source, Applied Surface Science 378, 460–466 (2016).

#### 【 解説・特集等 】

- 1) 立岡浩一, 佐々木謙太, 熊澤祐貴, 孟祥, 袁佩玲, ナノ構造制御によるシリコン及びシリサイドナノシートの作製, 日本材料科学会誌 材料の科学と工学 <特集>環境半導体材料の最新動向(解説) 53(3), 86-89(2016).
- 2) 立岡浩一, 佐々木謙太, 中山誠, 引地啓太, 熊澤祐貴, 孟祥, 袁佩玲, Si系ナノシート束からなる粉末の作製, 工業材料(日刊工業新聞社)『高機能セラミックスと粉体技術の最新潮流をさぐる』64(12), 51-55(2016).
- 3) 立岡浩一, 佐々木謙太, 中山誠, 引地啓太, 熊澤祐貴, 孟祥, 袁佩玲, Si系ナノワイヤおよびナノシートの形状制御, ケミカルエンジニアリング(化学工業社)特集/新規なナノシート研究と応用, 61(11), 827-831(2016).

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ SSDM2018, APAC-Silicide 2016 など 12件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会学術講演会、日本材料科学会など 7件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) Synthesis and Structural Control of Si-Based Nanowire and Nanosheet Bundles. International Conference on Materials Processing and Applications, VIT University, Vellore, India, (2016.12. 14-16)

## 光化学の医学および生命科学への応用

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



### 【 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)、欧陽 東彦 (創造科技院 D3、私費)

修士課程: M2 (2名)

学 部 生: B4 (2名)、B3 (4名)

### 【 研究目標 】

特に、がんを低侵襲かつ低コストで治療できる光線力学的療法 (光治療) の治療効果向上を目的とした研究を行なっている。従来機構の課題を解決するため治療原理の根本的見直しを行っている。また、期待される成果は、光を利用した遺伝子操作にも応用可能である。さらに、同様の研究手法 (光化学的分析、物理化学的評価法) を用いた関連分野 (光生物学および光機能性材料) の研究も行っている。現在の主な研究目標を以下に列記する。

- (1) 酸素に依存しないがん光治療用光増感剤の開発
- (2) ターゲット選択的に作用するがん光治療用光増感剤の開発
- (3) 光化学反応を利用した遺伝子操作
- (4) 生物の進化における光毒性防護機構獲得の解明
- (5) 金属ナノ微粒子の自発的複合化現象の原子レベルでの解明

### 【 主な研究成果 】

#### (1) デンドリマー型光増感剤の開発

分子量 2,000 を超える 7 量体デンドリマー型光増感剤を合成し、分子内エネルギー移動の経路を明らかにした。(J. Lumin. 179, 457-462 (2016)) 今回は、デンドリマー型光増感剤の物性の報告までであったが、がん光治療への応用展開が期待できる。

#### (2) フリーベース型および亜鉛錯体型水溶性ポルフィリンによるタンパク質光損傷機構の解明

光線力学的療法用光増感剤のモデル化合物として用いられるフリーベース型ポルフィリンの作用機構に不明な点があった。フリーベース型とその亜鉛錯体を用い、タンパク質光損傷をモデルに従来の活性酸素機構とこれまで注目されてこなかった電子移動機構の両方の関与を定量的に明らかにした。(J. Porphyrin Phthalocyanine 20, 813-821 (2016))

#### (3) 光化学的感染症治療における分子機構の解明

光化学反応を利用する殺菌は、がん光治療とならび、重要な光医学のテーマである。光化学反応による感染症治療は、耐性菌ができないことが最大の特徴であるが機構には不明な点が多かった。タンパク質を用いたモデル実験で、低酸素状態では、電子移動機構が関与している可能性を明らかにした。(Dyes Pigments 142, 183-188 (2017) in press)

#### (4) 葉酸の紫外線分解の速度論的研究

ビタミン B の一種である葉酸は、紫外線照射下で分解し、光毒性を引き起こす可能性があり、太陽紫外線による皮膚発がんの原因や生命の紫外線防護との関係も考えられている。これまで多くの研究が行われてきたが、まだ、不明な点も多い。その分解機構を速度論的に明らかにし、その分解生成物を分析した。(Photomed. Photobiol. 38, 27-28 (2016))

### 【 今後の展開 】

特に、がんの光治療を目的として、低酸素状態でも活性を維持できる光増感剤や DNA 微小環境等を利用し、ターゲット選択的に作用できる光増感剤の研究を行ってきた。低酸素状態でも活性を維持できる光増感剤の開発では、生体透過性が高い長波長域に強い吸収をもつ光増感剤の改良を進め、動物実験レベルで効果が証明された。また、新たな課題も明らかになったことから、その解決と新たな光増感剤の設計および合成を進める。この研究では、がんの治療と診断を同時に行う技術との関連が深く、関連分野のシンポジウム（フォトダイナミックセラノスティクス研究会）を主催した。全国レベルのネットワーク構築により共同研究を進めていきたい。感染症治療の研究も新たな機構を明らかにしたことでさらに展開が考えられる。この他、光毒性防護機構の研究は、生命科学の基礎である生命の進化にも関わる興味深いテーマであることから、引き続き推進する。これまで用いてきた葉酸の他、天然由来の色素を対象とした研究に展開する。期待される成果から、生命科学における基礎的理解の他、光線過敏症の防護薬開発のヒントが得られると考えられる。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Kazutaka Hirakawa and Takaya Ishikawa, "Phenothiazine dyes photosensitize protein damage through electron transfer and singlet oxygen generation", *Dyes and Pigments*, 142, (2017) pp. 183-188. (in press)
- 2) Kazutaka Hirakawa and Hiroshi Segawa, "Multi-step intramolecular excitation energy transfer in dendritic pyrene-phosphorus(V)porphyrin heptads", *Journal of Luminescence*, 179, (2016) pp. 457-462.
- 3) Dongyan Ouyang, Shiori Inoue, Shigetoshi Okazaki, and Kazutaka Hirakawa, "Tetrakis (N-methyl-p-pyridinio) porphyrin and its zinc complex can photosensitize damage of human serum albumin through electron transfer and singlet oxygen generation", *Journal of Porphyrins and Phthalocyanines*, 20, (2016) pp. 813-821.
- 4) Kazutaka Hirakawa, Masashi Minamihori, and Dongyan Ouyang, "UVA induced decomposition of folic acid and protein photodamaging activity of the decomposed products", *Photomedicine and Photobiology*, 38, (2016) pp. 27-28.
- 5) Kazutaka Hirakawa, "Photosensitizing activity of xanthone and chemopreventive action of its derivatives on phototoxicity" in: *Advances in Medicine and Biology*, Vol. 112, ed. by Leon V. Berhardt, Nova Science Publishers, New York, Chapter 8, pp. 207-222, ISBN: 978-1-53610-625-1, (2017).
- 6) Kazutaka Hirakawa, "S<sub>2</sub> fluorescence of metalloporphyrins and its applications for photochemical tools", in: *Advances in Chemistry Research. Volume 36*, ed. by James C. Taylor, Nova Science Publishers, New York, Chapter 5, pp. 153-170, ISBN:978-1-53610-781-4, (2017).

他 4 編

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) The 26th IUPAC Symposium on Photochemistry, Osaka, Japan (2016.4.3-8)

他 3 件

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本化学会第 97 春季年会、2016 年光化学討論会、第 38 回日本光医学・光生物学会など 11 件

### 【 招待講演件数 】

- ・ 第 26 回日本光線力学学会学術講演会など 3 件

### 【 新聞報道等 】

- 1) 静岡新聞 (2017. 1. 24)

### 【 受賞・表彰 】

- 1) 平川和貴、田中貴金属記念財団貴金属に関わる研究助成金 MMS 賞、一般財団法人田中貴金属記念財団、「内部を銀に置き換えた貴金属ナノ粒子の調製法」2016 年.

## 新規機能性酸化物の開発

兼任・教授 符 徳勝 (FU Desheng)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：工学部 電子物質科学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 電子物質科学コース)  
専門分野： 固体物理、誘電体  
E-mail address: fu.tokushou@shizuoka.ac.jp  
Homepage: <https://wvp.shizuoka.ac.jp/desheng-fu/>  
<http://www.grl.shizuoka.ac.jp/~ddsfu/>



### 【 研究室組織 】

教 員：符 徳勝

修士課程：M2 (2名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

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

当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 欠陥制御による新規透明な電気光学セラミックスの開発
- (2) 新規圧電材料  $\text{AgNbO}_3$  における強誘電性発生機構の解明

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 新規透明な電気光学セラミックスの開発

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

#### (2) 新規圧電材料 $\text{AgNbO}_3$ における強誘電性発生機構の解明

我々は  $\text{AgNbO}_3$  セラミックスに伝統的な強誘電体である  $\text{BaTiO}_3$  単結晶の自発分極の 2 倍以上の自発分極が存在することを発見した。その巨大分極の発現機構を解明するために、国内外の研究者と共同研究を行い、局所構造の解析や第一原理の計算を駆使し、新たな知見を得ることができた。それらの知見は新規材料の開発に役に立つことに期待する。

### 【 今後の展開 】

今後の研究展開としては、優れた電気光学効果を有する新規透明セラミックス光学材料の開発とその産業応用に力を注いでいきたい。また、新規でグリーンな圧電材料  $\text{AgNbO}_3$  における巨大な電気分極発現機構を解明し、新規圧電材料の開発を目指す。

【 学術論文・著書 】

- 1) Y. Yoneda, Y. Aoyagi and D. Fu, “Local structure analysis of  $\text{NaNbO}_3$  and  $\text{AgNbO}_3$  modified by Li substitution”, Jpn. J. Appl. Phys. 55, 10TC04 (2016).
- 2) Hiroki Moriwake, Ayako Konishi, Takafumi Ogawa, Craig A. J. Fisher, Akihito Kuwabara, Desheng Fu, “The electric field induced ferroelectric phase transition of  $\text{AgNbO}_3$ : A first-principles study”, J. Appl. Phys. 119,064102 (2016).

【 国際会議発表件数 】

- 1) Russia/CIS/Baltic/Japan Symposium on Ferroelectricity and International Workshop on Relaxor Ferroelectrics (2016 Joint RCBJSF-IWRF conference).

【 国内学会発表件数 】

- ・ 物理学会、応用物理学会、日本セラミックス協会など6件

## ナノ物質の原子構造・物性の第一原理計算

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



### 【 研究室組織 】

教 員: 藤間 信久

共同研究者: 星野 敏春 (静岡大学 名誉教授)

博士課程: 劉 暢 (創造科学技術大学院 D3)

### 【 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 1000 個程度までの物質系の構造・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 (カーボンナノチューブ、金属ガラス等) が次々に創製され、従来の結晶材料にはない新機能・高品質の工業材料として期待されている。これらの非晶質材料の諸物性や安定性は、結晶では存在し得ない局所原子構造 (ナノサイズ、サブナノサイズの構造) に由来すると考えられる。例えば、Zr 高濃度 ZrCu 金属ガラスの安定性は Zr と Cu の正二十面体クラスターの存在による。

1000 個程度の原子系について第一原理計算が可能になったということは、周期性がなく多くの原子を考慮する必要がある非晶質系や不純物系について、計算機上でその局所構造や物性を再現しうることを意味する。我々の研究目的は、「非晶質材料の局所原子構造・電子構造を第一原理計算により明らかにし、さらに第一原理計算から得られる相互作用エネルギー等を用いて、原子構造や物性の発現メカニズムを明らかにすること」である。本研究での理論計算には、第一原理分子動力学計算 (VASP)、FPKKR 法等の計算プログラムを使用する。平成 28 年度の具体的な研究テーマは以下のとおりである。

- (1) 脱合金化 Ni-Ti-Si アモルファス合金のナノポーラス構造の解明
- (2) Pd 合金中の Ru 不純物の相互作用エネルギーと溶解濃度現
- (3) Mg-Al-Y 合金中の AlY クラスターの相互作用 (仙台高専 今野グループとの共同研究)

### 【 主な研究成果 】

- (1) Ni-Ti-Si の 3 元系結晶をモデルとして、脱合金のシミュレーションを Ni 原子を取り除き、その系での構造最適化することにより行った。その結果、Si のネットワークが脱合金化も保たれ、Ni 原子の空孔領域がほぼそのまま残ることを明らかにした。また、Ni-Ti-Si アモルファス合金の局所構造とその形成メカニズムを明らかにするために、ダイヤモンド構造および  $\beta$ -Sn 構造 Si 中の Ni-Ni、Ti-Ti および Ni-Ti 間の 2 体相互作用エネルギーとその距離依存性を計算し、構造緩和をすることにより Ni, Ti 原子周りの局所構造を求めた。

- (2) Pd-Ru 合金の平衡状態図を理論的に明らかにすることを目的として、温度効果・格子振動効果を取り入れた、Ru 原子 2-4 体の相互作用エネルギーを計算し、この結果をクラスター変分法に取り入れることにより、Pd 中の Ru 不純物の溶解濃度限を理論的に算出した。実験的に得られる溶解濃度限を再現するためには、温度効果・格子振動効果を取り入れることが重要であることを明らかにした。
- (3) Mg 合金の特異な構造の 1 つである長周期積層型規則 (LPSO) 構造において、最近、仙台高専の今野ら明らかにした Mg-Al-Y 合金中での Al-Y クラスターの配列について、クラスター間の相互作用エネルギーを計算することにより、その規則性を明らかにした。同じような構造をとる、Mg-Zn-Y 合金中の Zn-Y クラスターの相互作用に対し Al-Y クラスターの相互作用が強く、これにより層間の規則性が現れる。

#### 【 今後の展開 】

- (1) Ni-Ti-Si アモルファス合金に対し、脱合金化を行った系の局所構造を求め、触媒・ナノキャパシタ等の応用につながるナノポーラス構造について解明する。さらに蓄電材料として、ナノポーラス構造において Ti を酸化させた構造についても評価を行う。
- (2) Pd 中の Ru の溶解度限の計算について、クラスター変分法のクラスターサイズを大きくとる等により計算精度を上げ、より高濃度の系についてもソルバス温度を算出し、平衡状態図の構築につなげる。
- (3) Mg-Al-Y LPSO 構造合金中の Al-Y クラスターの規則構造について、内部エネルギーの実空間クラスター展開法とクラスター変分法を用いて、統一的に研究できる計算手法を確立する。

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) 18<sup>th</sup> International Symposium on Small Particles and Inorganic Clusters, Jyväskylä, Finland (2016.8.15-20)

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本金属学会 など 3 件



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

兼担・教授 間瀬 暢之 (MASE Nobuyuki)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：工学部 化学バイオ工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)  
(副担当：グリーン科学技術研究所  
グリーンエネルギー研究部門)

専門分野： 有機化学、グリーンケミストリー、有機分子触媒  
e-mail address: mase.nobuyuki@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~nmase/>

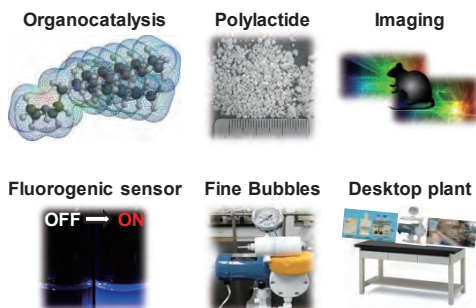
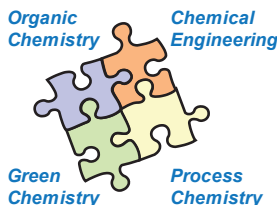


### 【 研究室組織 】

教 員：間瀬 暢之、佐藤 浩平（工学部助教）  
博士課程：吉田 悠矢（創造科技院 D2、社会人）  
修士課程：M2（1名）、M1（2名）  
学 部 生：B4（4名）

### 【 研究目標 】

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



### 【 主な研究成果 】

- (1) 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
- (2) OFF-ON 型蛍光センサーによる新規触媒探索法の開発
- (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
- (4) ファインバブルを用いた新規有機合成手法の開発

### 【 今後の展開 】

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

## 【 学術論文・著書 】

- 1) Matsushita, S.; Masaki, N.; Sato, K.; Hayasaka, T.; Sugiyama, E.; Hui, S. P.; Chiba, H.; Mase, N.; Setou, M. “Selective improvement of peptides imaging on tissue by supercritical fluid wash of lipids for matrix-assisted laser desorption/ionization mass spectrometry” *Analytical and Bioanalytical Chemistry* **2017**, *409* (6), 1475-1480. 10.1007/s00216-016-0119-3
- 2) Sóti, P. L.; Yamashita, H.; Sato, K.; Narumi, T.; Toda, M.; Watanabe, N.; Marosi, G.; Mase, N. “Synthesis of a self-assembling gold nanoparticle-supported organocatalyst for enamine-based asymmetric aldol reactions” *Tetrahedron* **2016**, *72* (16), 1984-1990. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tet.2016.02.065>
- 3) Sivakumar, S.; Teow, H. L.; Singh, R.; Niakan, A.; Mase, N. “The Effect of Iron Oxide on the Mechanical and Ageing Properties of Y-TZP Ceramic” *Key Engineering Materials* **2016**, *701*, 225-229. 10.4028/www.scientific.net/KEM.701.225
- 4) Rachmawati, H.; Yanda, Y. L.; Rahma, A.; Mase, N. “Curcumin-Loaded PLA Nanoparticles: Formulation and Physical Evaluation” *Scientia Pharmaceutica* **2016**, *84* (1), 191-202. 0.3797/scipharm.ISP.2015.10
- 5) Cui, J. L.; Katsuno, T.; Totsuka, K.; Ohnishi, T.; Takemoto, H.; Mase, N.; Toda, M.; Narumi, T.; Sato, K.; Matsuo, T.; Mizutani, K.; Yang, Z. Y.; Watanabe, N.; Tong, H. R. “Characteristic Fluctuations in Glycosidically Bound Volatiles during Tea Processing and Identification of Their Unstable Derivatives” *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2016**, *64* (5), 1151-1157. 10.1021/acs.jafc.5b05072
- 6) 渡邊修治; 間瀬暢之 In *ナノバイオ・テクノロジー*; 第2章 分子でみる、花が咲き、香る仕組み; 静岡大学ナノバイオ科学研究分野編, Ed.; 静岡学術出版, 2016.

## 【 解説・特集等 】

- 1) “小さな泡に大きな期待 日本で生まれたファインバブル技術” *化学と工業* **2016**, *69* (10), 835-839.
- 2) 間瀬暢之 “研究室紹介” *オレオサイエンス* **2016**, *16* (7), 351-352.

## 【 特許等 】

- ・ 2 件

## 【 国際会議発表件数 】

- ・ 6 件

## 【 国内学会発表件数 】

- ・ 15 件

## 【 招待講演件数 】

- 1) 間瀬暢之「ファインバブル有機合成:バッチからフローまで」日本化学会第 97 春季年会、3D2-29、慶應義塾大学 日吉キャンパス、2017. 3. 18
  - 2) 間瀬暢之「有機合成反応へのファインバブル手法の適用事例と今後の可能性」第 17 回「微細気泡の応用技術」講演会、千葉工業大学 津田沼キャンパス、2016. 6. 17
- 他 2 件

## 【 新聞報道等 】

- 1) 中日新聞 (2016. 12. 15)
- 2) 中日新聞 (2016. 12. 10)
- 3) 静岡新聞 (2016. 7. 1)

## 【 受賞・表彰 】

- 1) 仁科 裕樹 (M2) 第 47 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会特別討論会 オレオ奨励賞 (2016. 11. 5)
- 2) 岡村 拓磨 (M2) 第 47 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会有機化学一般研究発表 優秀賞 (2016. 11. 5)
- 3) 仁科 裕樹 (M2) 第 5 回 JACI/GSC シンポジウム GSC ポスター賞 (2016. 6. 3)

## リチウムイオン二次電池の有機電解質合成

兼任・准教授 田中 康隆 (TANAKA Yasutaka)  
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： 有機合成化学、有機物理化学、電気化学、超分子化学  
e-mail address: tcytana@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員：田中 康隆  
博士課程：D1 (1名)  
修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)  
学 部 生：B4 (4名)

### 【 研究目標 】

選択的なイオン伝導に関する研究として、

- (1) 新規な蓄電池、特にリチウムイオン二次電池の有機電解液の合成を行う。従来までの同電池の充放電特性、エネルギー密度を大きく上回る電池創成のための新規な電解質の設計・合成・物性評価を行う。
- (2) 燃料電池電解質の開発。

### 【 主な研究成果 】

- (1) 電解質溶媒分子として電気陰性度の高い官能基を導入する事で、その分子の酸化電位を上昇させるだけでなく、共存する分子の酸化電位も分子間相互作用を通じて高くできる事を証明した。実際に電池を作成し充放電サイクルする事を確認した。
- (2) 燃料電池の寿命を延ばすための、燃料電池電解質の開発を行った。

### 【 今後の展開 】

リチウムイオン二次電池を現在用いられている携帯機器からさらなる汎用用途、例えば電気自動車の車載用の動力電源、家庭用の太陽光発電や夜間電力の貯蔵に幅広く用いるには以下の様な性能が求められる。できる限り小さいにも関わらず大量の電力を供給できる事(高エネルギー密度)、単位電池の電圧が高い事、繰り返し充放電に耐え性能が低下しない事、燃えにくい事、などが挙げられる。これらの要件を達成するためには、電池の構成要素のうち電解質の性能の大きな改善が必須である。前年度までに高電圧まで耐えられる電解液の合成を行ってきたが、さらに上述の性能をも併せ持った電解液の設計と合成を行う。また、現在の燃料電池の大きな問題は寿命の短さである。短寿命の大きな原因のひとつに電解質の分解が挙げられる。電解質分解の要因分子を選択的に補足・不活性化する分子の開発を行った。

【 学術論文・著書 】

- 1) Hiroshi HARUNA, Shin TAKAHASHI, Yasutaka TANAKA, *J. Electrochem. Soc.*, **2017**, 164(1), A6278-A6280.

【 特許等 】

- ・ 1 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 6 件

【 招待講演件数 】

- 1) Yasutaka TANAKA, “Supramolecular Chemistry I and II,” VISTEC SEMINAR, Thailand (2017.3. 16).
- 2) Yasutaka TANAKA, “Chemistry in Battery Science,” VISTEC SEMINAR, Thailand (2017 .3.17).

## 無機機能性材料開発・二次電池への応用

兼担・准教授 富田 靖正 (TOMITA Yasumasa)  
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: 固体イオニクス材料、二次電池  
e-mail address: tomita.yasumasa@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~tytomit/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 富田 靖正

博士課程 : 齋藤 亮 (創造科技院 D3)、木村 憲尚 (創造科技院 D1)

修士課程 : M2 (3名)、M1 (3名)

学部4年 : 5名

### 【 研究目標 】

新しい無機イオニクス材料の開発および評価をおこない、それら化合物の二次電池などへの応用を目指している。主に、正極活物質と電解質材料を中心とし、正極活物質においては、遷移金属元素の酸化物とフッ化リチウムのコンポジット化合物の開発により、高エネルギー密度かつ低コスト二次電池の作製を目標としている。電解質材料の開発では、Li イオンおよび Mg イオン伝導性電解質を合成し、リチウムイオン二次電池の大型化・安全化を実現する全固体リチウムイオン二次電池およびポストリチウムイオン二次電池として期待されるマグネシウムイオン二次電池の開発を行っている。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) リチウムイオン二次電池用正極材料の合成と評価

遷移金属酸化物とフッ化リチウムなどを複合化することで、活物質として機能することを見出した。特に、Li 含有酸化物を用いることで高容量化に成功した。

#### (2) 酸化物固体電解質を用いた全固体二次電池の開発

酸化物固体電解質の一つである LLZO を用い、焼結条件や種々の活物質の検討を行った結果、Li 金属上での酸化還元電流を確認した。

#### (3) リチウムイオン二次電池用固体電解質の合成と評価

新しい酸化物系の Li イオン伝導性固体電解質を合成し、導電性を評価した。柔粘性結晶を母体とする固体電解質を合成し、評価した。

#### (4) マグネシウムイオン伝導性固体電解質の合成と評価

マグネシウムイオンを電荷担体とする固体電解質を合成し、これまでの報告例と比較して1000倍程度の高い導電率を得た。

### 【 今後の展開 】

新規な正極活物質を発見しており、その関連化合物の合成・評価を進める。固体イオニクス材

料の研究を継続し、高性能・低コスト二次電池材料を開発し、大型・安全なリチウムイオン二次電池の実現を目指す。新規な固体電解質を発見したことから、この化合物を中心に、全固体二次電池の開発を進めていく。また、マグネシウムイオン二次電池の実用化に向け、正極活物質および電解質の研究開発を行う。企業との共同研究にも力を入れたい。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Yasumasa Tomita, Hiromasa Nasu, Yusuke Izumi, Juichi Arai, Satoshi Otsuka, Yohei Yamane, Koji Yamada, Yoshiumi Kohno, Kenkichi Kobayashi, Synthesis and charge-discharge properties of LiF-NiO composite as a cathode material for Li-ion batteries, *Journal of Power Source*, 329, 406-411 (2016)
- 2) Yasumasa Tomita, Jinta Kato, Naoki Kamiya, Yoshiumi Kohno, Yasuhisa Maeda and Kenkichi Kobayashi, Effect of Oxidation on Charge-Discharge Property of Iron Fluoride for Li-ion Secondary Battery, *Transactions of the Materials Research Society of Japan*, 41(4), 375-378 (2016)
- 3) Yoshiumi Kohno, Nana Ooka, Masashi Shibata, Choji Fukuhara, Yasumasa Tomita and Yasuhisa Maeda, A simple method to make composites of hydrophobic plant-derived dye with organo-modified hydrotalcite, *J. Jpn. Soc. Colour Mater.*, 89(12), 414-419 (2016)
- 4) Yasumasa Tomita, Noritaka Kimura, Yusuke Izumi, Juichi Arai, Yoshiumi Kohno, Kenkichi Kobayashi, Synthesis and electrochemical properties of  $4\text{LiF-NiMn}_2\text{O}_4$  composite as a cathode material for Li-ion batteries, *Journal of Power Sources*, 354, 34-40 (2017)
- 5) Kenkichi Kobayashi, Tohru Ohtsuki, Yasumasa Tomita, Yoshiumi Kohno, Yasuhisa Maeda, Shigenori Matsushima, Growth of p-type ZnOS films by pulsed laser deposition, *Journal of Crystal Growth*, 457, 289-293 (2017)
- 6) Yasumasa Tomita, Hiroo Nishiyama, Koji Yamada, Yoshiumi Kohno, Kenkichi Kobayashi, Preparation of Substituted Compounds of Lithium Indium Bromide and Fabrication of All Solid-State battery, *Recent Innovations in Chemical Engineering*, Accepted
- 7) 富田 靖正, 全固体電池のイオン伝導性向上技術と材料、製造プロセスの開発, 技術情報学会, 2017年2月, 第6章 8節

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 第10回 分子科学討論会 1件
  - ・ 第47回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会 3件
  - ・ 第57回 電池討論会 2件
  - ・ 第26回 日本MRS学術シンポジウム 1件
- 計7件

## 複合酸化物・ナノカーボン材料応用

兼担・准教授 中村 篤志 (NAKAMURA Atsushi)  
 光・ナノ物質機能専攻 (主担当：工学部 機械工学科及び  
 大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
 専門分野：結晶成長、酸化物半導体、グラフェン、2次元層状材料  
 e-mail address: nakamura.atsushi@shizuoka.ac.jp  
 homepage: <http://newmech.eng.shizuoka.ac.jp/research/staff/>  
<http://nakamura-lab.webnode.jp>



### 【 研究室組織 】

教 員：中村 篤志

修士課程：M2 (1名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

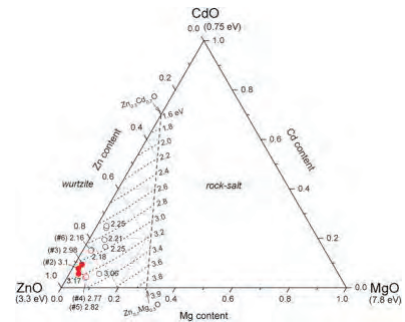
我々は、結晶成長技術を基盤とするナノマテリアルの産業応用を目的として研究を行なっている。様々な社会的ニーズに応える新規ナノマテリアルの創成から、生体応用技術の開発まで、幅広く研究を展開している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) リモートプラズマ MOCVD 技術を駆使した酸化物半導体ナノ構造デバイスの開発
- (2) 2次元層状材料の CVD 成長
- (3) ナノカーボン・グラフェンコンポジット材料の開発と医療・環境分野への応用
- (4) ナノスケールデバイスの創製と微細プロセス技術の開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) リモートプラズマ MOCVD 技術を駆使した酸化物半導体ナノ構造デバイスの開発

リモートプラズマによるラジカルを積極的に利用し非平衡度を高めた MOCVD 装置を提案し、酸化物半導体の四元混晶結晶成長とドーピングに成功した。非平衡成長で固溶限界を実験的に突破し、酸化物材料では初めて紫外線領域から近赤外線領域までをカバーする光吸収層を実現した。(Journal of Crystal Growth 449 (2016) 27-34.)



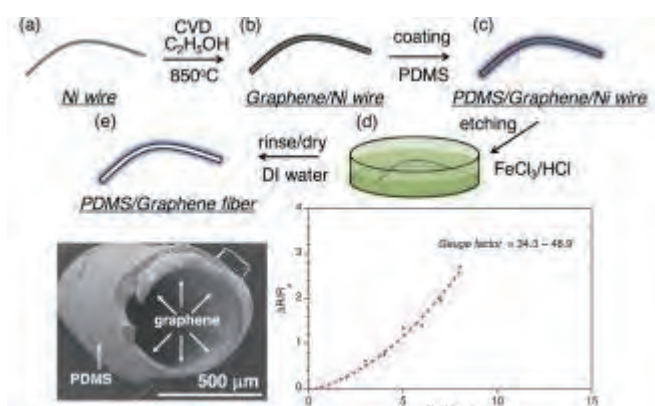
#### (2) 2次元層状材料の CVD 成長

触媒を用いなくてグラフェン層を基板上に直接成長させる技術を開発した。(Jpn. J. Appl. Phys. 55 (2016) 03DD08(5page))

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

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

(Materials Science and Technology B 219 (2017) 20-27)



### 【 今後の展開 】

我々は上記のように結晶成長技術を駆使した新しいナノマテリアルの創成と応用を目指している。当面の今後の研究展開としては、人体並びに生物を模倣したセンサー応用に力を注いでいきたいと考えている。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) A. Nakamura, T. Hamanishi, S. Kawakami, M. Takeda, “A piezo-resistive graphene strain sensor with a hollow cylindrical geometry”, *Materials Science and Technology B* 219 (2017) 20-27.
- 2) Y. Nieda, M. Suzuki, A. Nakamura, J. Temmyo, G. Tabares, A. Kurtz, M. Lopez, J. M. Ulloa, A. Hierro, E. Muñoz, “Wurtzite  $Zn_{1-y}(Mg_xCd_{1-x})_yO$  quaternary systems for photodiodes in visible spectral range”, *Journal of Crystal Growth* 449 (2016) 27–34.
- 3) D. Morimatsu, H. Sugimoto, A. Nakamura, A. Ogino, M. Nagatsu, and F. Iwata, “Development of a scanning nanopipette probe microscope for fine processing using atmospheric pressure plasma jet”, *Jpn. J. Appl. Phys.* 55 (2016) 08NB15(6page)
- 4) Y. Tan, A. Nakamura, A. Kubono, “Direct growth of nanocrystalline graphitic carbon films on BaF<sub>2</sub> by alcohol CVD”, *Jpn. J. Appl. Phys.* 55 (2016) 03DD08(5page)
- 5) H. Sato, A. Nakamura, A. Banerjee, K. Yamada, H. Satoh, J. Temmyo, H. Inokawa, “Strong Quantum Confinement Effects in Nanometer Devices with Graphene Directly Grown on Insulator by Catalyst-free Chemical Vapor Deposition” *Current graphene science* (in-press).

### 【 解説・特集等 】

- 1) 映像情報メディア年報 2017 シリーズ、「情報ディスプレイ技術の研究動向」、映像情報メディア学会誌 Vol.71、No.2 (2017)

### 【 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 6 件



## 創薬を指向したイソスター研究

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



### 【 研究室組織 】

教 員：鳴海 哲夫

修士課程：M2 (3名)、M1 (2名)

学 部 生：B4 (3名)

### 【 研究目標 】

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

- (1) 等価性に着目した機能性分子の創製研究
- (2) HIV 細胞侵入過程を標的とした創薬研究
- (3) 新規アゾリウム塩の創製と有機分子触媒としての応用

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 等価性に着目した機能性分子の創製研究

7-ヒドロキシキノリンを N-アルキル化した 7-ヒドロキシキノリニウムをクロモフォアとする新規光感受性保護基の開発に成功した。さらに、これら保護基を神経伝達物質グルタミン酸に応用した新規ケージドグルタミン酸が、市販のケージドグルタミン酸 (Rubi-Glu) に比べて、4 倍以上高い光反応効率を示すことも明らかにしている。(特許出願中)

#### (2) HIV 細胞侵入過程を標的とした創薬研究

様々な株に対し顕著な抗 HIV 活性を示すベツリン酸誘導体 IC9564 の構造展開によって、菜乃モーラーオーダーの抗 HIV 活性を示し、細胞毒性が低いオレアノール酸誘導体 (OKS3-019) を見出した。本化合物の SI は 98 であり、もとの IC9564 (SI = 45) より大幅に医薬品プロファイルを向上させることに成功した。

#### (3) 新規アゾリウム塩の創製と有機分子触媒としての応用

有機分子触媒であるイミダゾリリデンの高活性化を目指し、触媒的ホモエノラート付加反応の律速段階を加速するために、N-アリアル基の置換基に配位性官能基を導入したイミダゾリリデンを合成し、その触媒活性を速度論的に評価した。その結果、メトキシエチル基を有するイミダゾリリデンは約 1.3 倍高い反応性を示す新規 NHC 触媒を見出した。

### 【 今後の展開 】

我々はオリジナルな有機分子を駆使した創製研究を展開している。当面の今後の研究展開としては、アミロイド病を有機化学で克服するために、新たな機能を有する機能性分子を創製すること、ならびに抗 HIV 中和抗体との併用が可能な Bifunctional 侵入阻害剤の創製に力を注いでいきたいと考えている。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) H. Takano, T. Narumi, W. Nomura, and H. Tamamura\*, “Microwave-Assisted Synthesis of Azacoumarin Fluorophores and the Fluorescence Characterization”, *J. Org. Chem.* 82 (2017) pp.2739-2744.
- 2) **鳴海哲夫**, 大高章: “ペプチドの生体内安定性を向上させるペプチド結合等価体”: *ペプチド医薬品開発のためのスクリーニング・安定化・製剤化技術*: 技術情報協会出版, 印刷中
- 3) T. Chiba, S. Tsuzuki, K. Sato, M. Toda, N. Mase, N. Watanabe, T. Narumi, “Evaluation of H-bonding ability of (Z)-chloroalkene: amide-to-chloroalkene peptidomimetic catalyst for asymmetric epoxidation.”, *Peptide Science 2016*, K. Akaji (Ed.), The Japanese Peptide Society, 47-48, 2017.
- 4) T. Imai, T. Chiba, K. Sato, N. Mase, T. Narumi, Synthesis and chemical stability of photolysis and oxidation reaction of chloroalkene-containing PBB3 analogue for tau imaging. *Peptide Science 2016*, K. Akaji (Ed.), The Japanese Peptide Society, 49-50, 2017.
- 5) A. Nii, S. Yamaguchi, A. Suzuki, K. Sato, N. Mase, N. Watanabe, T. Furuta, T. Narumi, N-Methyl impact on photochemical properties and hydrophilicity of a quinoline-type photolabile protecting group. *Peptide Science 2016*, K. Akaji (Ed.), The Japanese Peptide Society, 53-54, 2017.
- 6) K. Sato, N. Mase, N. Watanabe, T. Narumi, Simple protocol for Fmoc-based preparation of N-terminal Thz-peptide thioester via peptide hydrazide. *Peptide Science 2016*, K. Akaji (Ed.), The Japanese Peptide Society, 67-68, 2017.
- 7) **鳴海哲夫**: “含窒素複素環式カルベンを用いる分子変換”: *有機分子触媒の化学—モノづくりのパラダイムシフト—* (公益社団法人日本化学会編著): 株式会社化学同人発行: 2016 年, 頁 64-73.

### 【 国際会議発表件数 】

- ・ Molecular Chirality Asia 2016 (2016.4) 3 件

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 第 62 回日本薬学会東海支部大会 (2016. 7) 4 件
- ・ 第 53 回ペプチド討論会 (2016. 10) 3 件
- ・ 第 42 回反応と合成の進歩シンポジウム (2016. 11) 3 件
- ・ 第 9 回有機分子触媒シンポジウム (2016. 12) 2 件
- ・ 日本薬学会第 137 回年会 (仙台) (2017. 3) 7 件

### 【 招待講演件数 】

- 1) 技術情報協会セミナー (技術情報協会 セミナールーム、2016. 12)
- 2) 分子研研究会 (分子科学研究所、2016. 11)
- 3) 若手研究者講話 (明治薬科大学、2016. 10)
- 4) 有機合成化学特別講演会 (金沢大学、2016. 10)

## Si ナノ構造を用いたドーパント原子デバイス

兼任・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://www.shizuoka.ac.jp/morarulab/>



### 【 研究室組織 】

教 員: モラル ダニエル

博士課程: アフィフ アドナン ファタヒラ (D1、国費)、プロブデサイ ゴラング プラモッド (D1、国費)

修士課程: M2 (1名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

シリコンをベースにして、ドーパント原子 1 個を量子ドットして利用した新しい “atomic-/molecular-level electronic device” の開拓を目指している。研究項目は、

- (1) ドーパント原子のポテンシャルを用いた原子トランジスタ、単電子転送デバイス
- (2) ナノ pn ダイオードおよびそのフォトン感受性
- (3) 第一原理計算によるドーパント原子デバイスの電子状態と伝導特性

であり、少数個のドーパント原子を利用した超低エネルギーデバイスの開拓を目指している。

### 【 主な研究成果 】

**ドーパント原子 FET における複数のリンドナー量子ドットの高温 SET 動作:**

エレクトロニクスを革新する極微細トランジスタに関するものであり、「ドーパント原子デバイス」と呼ばれる少数個のドーパント原子を介して電子が 1 個ずつトンネル移動するデバイスの研究である。分子状に結合させた数個のリンドナーを用いることにより、これまで極低温に限られていた動作温度を室温近くにまで高めることができた。

この研究は、これまで基礎的研究であった「ドーパント原子デバイス」を実用に向けて一歩近づけるものであって、極低温でのみ働くものとされてきた原子デバイスの動作温度を一気に室温付近にまで高めたものである。この際、ドーパント分子とも言える新概念を導入し、深い量子井戸を形成した。この概念は、今後幅広い応用に展開できる可能性がある。

### 【 今後の展開 】

我々は、シリコンナノ構造を金型として、そこに埋め込んだドーパント原子 1 個によって特性が決まる「原子デバイス」の研究を進めてきた。今後、ドーパント原子デバイスの室温トンネル動作の安定的実現は、新しいエレクトロニクスを創造するマイルストーンとして極めて重要である。

**【 学術論文・著書 】**

- 1) D. Moraru, M. Muruganathan, L. T. Anh, R. Nuryadi, H. Mizuta, and M. Tabe, “Inter-band Current Enhancement by Dopant-Atoms in Low-Dimensional pn Tunnel Diodes”, Recent Global Research and Education:Technological Challenges, (2016) pp. 95-101
- 2) M. Tabe, A. Samanta, and D. Moraru,“Toward Room Temperature Operation of Dopant Atom Transistors”, Recent Global Research and Education:Technological Challenges, (2016) pp. 83-88
- 3) A. Samanta, M. Muruganathan, M. Hori, Y. Ono, H. Mizuta, M. Tabe, and D. Moraru, “Single-electron quantization at room temperature in a-few-donor quantum dot in silicon nano-transistors”, Appl. Phys. Lett., Vol. 110, no 9 (2017) pp. 093107\_1-5

**【 国際会議発表件数 】**

- 1) 2016 IEEE Silicon Nanoelectronics Workshop (SNW2016) Honolulu, USA (2016.6.12-13)
- 2) Inter-Academia (IA2016) Warsaw, POLAND (2016.9.26-28)
- 3) ICNERE/EECCiS2016 (ICNERE2016) Malang, INDONESIA (2016.10.31-11.2)

他 5 件

**【 国内学会発表件数 】**

・ 応用物理学会など 6 件

**【 招待講演件数 】**

- 1) 2016 EMN Quantum Meeting
- 2) The 18<sup>th</sup> Takayanagi Kenjiro Memorial Symposium
- 3) 2016 年真空・表面科学合同講演会
- 4) APM2017 Bangalore, India

## (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 15 名の教員から構成されている。本部門では、持続的成長が可能な社会を構築するために必要な産業技術の基盤となる生産システムとプロセス制御技術、ゼロエミッション技術、新・省エネルギー技術、ならびに環境影響評価技術等の研究開発を行う。

経済のグローバル化が進む半面、主要各国の財政基盤の脆弱化、ナショナリズムの台頭による内向き志向が一部の国では具体化されるなど、世界情勢の不安定さは増大傾向にある。化石エネルギーの需給状況は原油価格が落ち着いたものの、世界的に未だ化石燃料への依存度は高い。先進各国においては再生可能エネルギーの開発・実用化が進むものの、水素エネルギーの社会実装は大きくは進んでいない。従来型天然ガスの価格低下からシェールガスの開発は足踏み状態にある。一方、大気中二酸化炭素濃度は上昇を続け、地球温暖化が顕在化している。エネルギーのグリーン化、経済の拡大、ならびに化石燃料の消費に伴う二酸化炭素の排出をどう抑制するか、また原発事故後の困難な問題に科学・技術者としてどう貢献できるかなど、研究者・技術者に課せられた責任は極めて大きい。広い視野を持つとともに、愚直とも言える日々の研究への取り組みが重要である。化石燃料の大量消費による地球環境破壊を回避するために、各専門分野に深く切り込むとともに、領域を超えた発想により各専門分野の深いところでイノベーションを創出し、かつ実用化を見据えて各分野間の連携・融合を促進する本部門の基調を継続して実施している。この考えの下、『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』等を推進してきた。さらに、環境・エネルギー技術と最先端の光科学・技術とを融合して光により水素を製造する技術の開発では電子スケールの極短時間から連続体スケールの時間における水分子とフェムト秒レーザーとの物理反応の一端を明らかにした。微生物電池の開発では、佐鳴湖の汚泥から見出した微生物の機能を利用した起電システムの基礎技術と微生物由来の新規蓄電物質の一端を明らかにした。また、超臨界流体技術とマイクロ波加熱を複合化した新規化学反応場によるグラフェン製造技術の開発など、継続して新たな学術融合分野の研究を進めた。さらに、低周波超音波を利用した単位操作(粒子の精密分離・分級)の素過程の研究を進め、Prussian blue による放射性セシウム吸着粒子の分離・分級の基礎技術開発を継続して実施した(科研費・基盤 A、平成 26 年～平成 29 年)。これら成果を広く世界と地域に還元し、イノベーションの創出を目指す。

### 2. 教員名と主なテーマ(○は兼任教員)

- 齋 藤 隆 之 : 混相流の素過程解明と環境・エネルギーへの応用
- 二 又 裕 之 : 微生物生態系を用いた環境浄化とエネルギー生産
- 大 岩 孝 彰 : 超精密な機械の実現を目指して
- 桑原不二朗 : 多孔質体理論に基づく熱移動プロセス
- 佐 古 猛 : 廃棄物処理・リサイクル、グリーンケミストリー
- 島 村 佳 伸 : 先進複合材料の強度と破壊、金属疲労
- 中 山 顕 : 熱流体力学と多孔質理論の複雑系への応用
- 野 口 敏 彦 : 高パワー密度電力変換器とモータドライブ
- 早 川 邦 夫 : 塑性加工における材料挙動・損傷・破壊の解明
- 福 田 充 宏 : 環境負荷の小さな冷凍機および流体機械の研究
- 福 原 長 寿 : 創エネルギーの新技术—構造体触媒システム開発
- 朝 間 淳 一 : 精密磁気浮上技術の開発とその省エネ技術への応用

- 孔 昌 一：超臨界流体物性測定およびナノ炭素材料の創製
- 真田 俊之：分散性混相流の微細構造解明と産業応用
- 松井 信：レーザーを用いた宇宙工学への応用

### 3. 主な研究活動

- (1) 石英ファイバーをフェムト秒レーザー加工することにより、油脂を含むフォームの径と液膜を計測する光ファイバースコープを開発し、製品化に大きく前進した。(齋藤研究室)
- (2) 英国物理学会、米国物理学会、米国化学会、Elsevier ほかが発行する多くの海外ジャーナルに活発に論文を投稿し、掲載された。
- (3) 第6回超領域国際シンポジウム  
平成28年12月8日(木) 6th Shizuoka University International Symposium 2016 “Enhanced Interdisciplinary Domain Research through partnership with Asian countries”の開催に協力した。
- (4) 第10回超領域研究会  
平成28年6月30日(木)に浜松・佐鳴会館において行われた第10回超領域研究会「次世代を担う静岡大学の研究」の開催に協力した。
- (5) 国際連携
  - 静大と姉妹校である中国の浙江大学を教員および学生が訪問し、研究交流を実施した。(孔教員)
  - 平成29年2月27日(月) Shizuoka University-International Symposium の開催に協力した。
  - 東欧諸国との連携強化の一環として、ポーランド Lodz 工科大学から大学研究者の中期間招聘を実施した。(齋藤教員)
  - 東南アジア諸国との連携強化の一環として、マレーシアの Universiti Putra Malaysia から大学研究者の短期間招聘を実施した。(二又教員)
  - 平成29年3月にインドにおいてIITハイデラーバードとMOU締結した。
- (6) 受賞
  - 「磁気浮上ベアリングレスモータ」の研究に関連し、電気学会より優秀ポスター発表賞2件、IEEE IAS Japan Chapter より Young Engineer Poster Competition Award 受賞。(浅間研究室)
  - 「均質化法による複合材料のモード法減衰振動解析」により日本複合材料学会 エンジニア賞受賞。(島村研究室)
- (7) 社会貢献
  - 静岡県より依頼を受け、同部門構成員教員がエネルギー産業部会長として、「ふじのくにエネルギー総合戦略」を取りまとめた。加えて、石油天然ガス・金属鉱物資源機構の依頼を受け、齋藤隆之教員は海底熱水鉱床開発部会委員として、同鉱床採掘システムの開発を指導した。(齋藤教員)
- (8) 報道
  - 微生物燃料電池の研究に関連し、微生物が創る新規蓄電物質が複数の報道機関(中日新聞、静岡新聞、日刊工業新聞、毎日新聞、NHK 静岡)で扱われた。(二又研究室)

### 4. 今後の展開

我々は農工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。

## 混相流の素過程解明と環境・エネルギーへの応用

兼任・教授 齋藤 隆之 (SAITO Takayuki)  
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： 混相流、レーザー応用流体計測、地球温暖化対策技術  
e-mail address: saito.takayuki@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://flow.eng.shizuoka.ac.jp/>  
<http://www.green.shizuoka.ac.jp>



### 【 研究室組織 】

教 員：齋藤 隆之

博士課程：佐藤 克昭 (創造科技院 D3、社会人)、川野 誠矢 (創造科技院 D2、社会人)、村松 浩也 (創造科技院 D2、社会人)、黄 潔 (創造科技院 D1、社会人)

修士課程：M2 (4名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

混相流の素過程に関する研究成果と先端レーザーによる流体計測技術を基盤として、既存発電技術の環境性能の向上、地球温暖化対策技術の開発ならびに新たな再生可能エネルギーの開発などの産業応用を目的として研究を行なっている。流体、応用物理、化学工学、環境に関わる基礎から実用化開発までを幅広く研究している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 流体運動の高精度可視化技術ならびに光ファイバプローブ計測技術を駆使した気泡の溶解特性、気泡・液相運動の相互作用などの混相流ならびに混相乱流の素過程の解明
- (2) 高時間分解可視化計測によるフェムト秒レーザーパルスと透明物質との相互作用の解明と光による新規再生可能エネルギーの製造技術への応用開発
- (3) 超音波キャビテーションの時間領域での素過程解明とこれを応用した固体粒子の分離・分級技術の開発
- (4) オゾンを利用した高効率廃水処理技術 (乳脂肪と乳タンパクを含む難処理廃水処理) の実用化開発と既存発電技術の環境性能向上への応用開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 混相流の素過程

気泡の液相への溶解メカニズムを数ミリ秒の時間分解能で明らかにするとともに、気泡界面への物質の吸着が物質移動係数に及ぼす影響ならびに発生するマランゴニ対流の運動方向を明らかにした (Chem. Eng. Sci., 157 (2017)). さらに、気泡後流の3次元構造の経時変化を実験により明らかにした (Chem. Eng. Sci., available on line, in print (2017)).

#### (2) 高時間分解可視化計測によるフェムト秒レーザーパルスと透明物質との相互作用の解明

フェムト秒レーザーと超純水との相互作用をフェムト秒からミリ秒に渡る広い時間領域において明らかにした。さらに、石英光ファイバーの屈折率をフェムト秒レーザーパルスで一部分変えることにより、新たな機能を有する光ファイバプローブを開発した。さらに、光ファイバプローブの生体計測への応用を目指した研究を進めた。

#### (3) 超音波キャビテーションの時間領域での素過程解明とその応用

20kHz 前後の超音波を水中に照射した際に水中に発生する超音波キャビテーションの素過程をピコ秒からナノ秒の時間分解能で実験により解明することに取り組んでいる。サブミリメートルから数ミリメートルの粒子を、薬剤を全く使用せずに凝集・分級する手法を開発した (Chem. Eng. Sci., 2017 ならびに Chem. Eng. J., 2017). これを基に、セシウム処理への応用研究を開始した。

#### (4) オゾンを利用した高効率廃水処理技術

Foam のセル径と液膜を光ファイバプローブにより高精度に計測する手法を開発するとともに、現場実験により操作性と計測精度を確認した。

#### 【 今後の展開 】

独自に開発した時間分解計測手法を駆使して、流体に関わる新たな物理現象を時間領域に着目して実験により見出すこと、またそのメカニズムを明らかにすることを目指す。さらに、これらの基礎研究成果を基盤にして、新しい環境浄化技術、省エネ型の新しい工業プロセス技術、これまでにない新たな再生可能エネルギーの製造技術の開発など、産業応用を目指す。これらの研究を通して、「自ら課題を発見し、解決策を創造し、課題解決に向けて行動」する自立心に富む学生が育つ教育・研究環境を醸成したい。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) S. Yanai and \*T. Saito, A novel particle classification technique arising from Acoustic Cavitation-Oriented Bubbles (ACOBs) under kHz-band ultrasonic irradiation in water, Springer, Advances in Intelligent Systems and Computing 519, 183–188, (2016).
- 2) \*T. Saito, Optical fibre probing for bubble/droplet measurement, and its possibility of the application to biotechnology, Springer, Advances in Intelligent Systems and Computing 519, 231–246, (2016).
- 3) J. Huang and \*T. Saito, Influences of gas-liquid interface contamination on bubble motions, bubble wakes, and instantaneous mass transfer, Chemical Engineering Science, 157, 182-199 (2017).
- 4) J. Huang and \*T. Saito, Discussion about the differences in mass transfer, bubble motion and surrounding liquid motion between a contaminated system and a clean system based on consideration of three-dimensional wake structure obtained from LIF visualization, Chem. Eng. Sci., available online (2017).
- 5) H. Muramatsu and \*T. Saito, The relationship between bubble motion and particle flocculation pattern under 20-kHz-ultrasound irradiation in water, Chem. Eng. Sci., available online, (2017).
- 6) H. Muramatsu and \*T. Saito, An innovative and environmentally friendly particle separation/classification unit operation by irradiating low-frequency ultrasound into water, Chem. Eng. J., in print (2017).

\*は責任著者

#### 【 解説・特集等 】

- 1) \*齋藤隆之, 光ファイバープローブ法による気液二相流計測—光ファイバープローブの特性と正しい使用方法—, 化学工学会誌, 第 80 巻, 480-483 (2016).
- 2) 村松浩也, \*齋藤隆之, 超音波を用いた革新的な粒子分離・分級操作技術, ケミカルエンジニアリング, 印刷中, (2017).

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) 5th International Conference on Global Research and Education Inter-Academia 2016, Warsaw, September 26-28, 2016.

他 4 件

#### 【 国内学会発表件数 】

・日本機械学会、化学工学会、混相流学会、応用物理学会など 20 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) Inter-Academia 2017 (Warsaw)

他 2 件

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 村松 浩也 (D2)、化学工学会、学生奨励賞 (2017. 3. 8)
- 2) 村松 浩也 (D2)、グリーン科学技術研究所シンポジウム、学生奨励特別賞 (2016. 11. 17)
- 3) 矢内 沙祐里 (M2)、Inter-Academia 2016 YOUNG RESEARCHER AWARD (2016. 10. 26)
- 4) 矢内 沙祐里 (M2)、日本機械学会三浦賞 (2017. 3. 16)
- 5) 飯降 雄樹 (M2)、自動車技術会学生優秀研究賞 (2017. 3. 16)



## 微生物生態系を用いた環境浄化とエネルギー生産

兼担 (サブコア)・教授 二又 裕之 (FUTAMATA Hiroyuki)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: グリーン科学技術研究所  
グリーンエネルギー研究部門)

専門分野: 環境微生物生態工学  
e-mail address: futamata.hiroyuki@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://cheme.eng.shizuoka.ac.jp/wordpress/futamatalab/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 二又 裕之

博士課程: 鈴木 湊 (創造科技院 D3)、余 晴 (創造科技院 D3)、鈴木 研志 (創造科技院 D2)

修士課程: M2 (2名)

学 部: B4 (6名)

### 【 研究目標 】

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

- (1) 蓄電能を有するバイオナノマテリアルに関する微生物学および物質科学的解析
- (2) 複雑微生物系における動的平衡機構の解明
- (3) 塩素系有機化合物による汚染環境の微生物学的浄化

### 【 主な研究成果 】

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

蓄電能を持つ物質を生産する *Desulfovibrio* 属細菌の細胞外電子伝達機構について解析を進めた。乳酸を電子供与体とし硫酸を還元する硫酸呼吸条件下では、酢酸が蓄積する不完全酸化型であったにも関わらず、乳酸を電子供与体とし電極を電子受容体とする電極呼吸では、酢酸の蓄積が大幅に削減した。この結果は、細胞外電子伝達に伴い、細胞内の代謝が劇的に変化したことを示している。そこで、発現タンパク質を SDS-PAGE を用いて解析した結果、電極呼吸に伴い細胞外膜に新たにタンパク質を発現していることが示された。微生物由来蓄電物質の充放電機構を電気化学的および物質科学的に解析したところ、充電と放電によって物質可逆的に変化していることが示唆された。今後、充放電機構の解明および細胞外電子伝達機構の解明を図る。

#### (2) 複雑微生物系における動的平衡機構の解明

異属3菌株を用いてフェノールを唯一の炭素源とする synthetic microbial ecosystem を構築し、外乱前後における群集構造の変化とその機構について解析を進めている。供試菌株である *Pseudomonas* sp. C8 株由来の増殖抑制物質を粗精製物を用いて、大腸菌一遺伝子変異株ライブラリーを用いて、作用機序の解明を進めた。現時点において、本物質は微生物の代謝を異化的に変化させていることが伺えた。即ち、呼吸によって得られたエネルギーを排出ポンプ系の作動に使用しているのではないかと考えられる。本物質の同定と作用機序の解明を目指す。

#### (3) 塩素系有機化合物による汚染環境の微生物学的浄化

トリクロロエテン (TCE) による汚染環境の修復に、現在では広く微生物を利用した手法 (バイオレメディエーション) が利用されている。しかし、微生物間の競合が大きな問題の一つである。本研究室で馴養している集積培養物 LS は、TCE を脱塩素化する一方で塩素化合物の収支

が合わず、またメタンの動向と挙動が一致する場合がある。そこで嫌氣的メタン酸化と脱塩素化の共役系が考えられた。16S rRNA 遺伝子を標的とした Deep Sequence 解析の結果、これまでとは異なる *Dehalococcoides* のグループと嫌氣的メタン酸化が可能な微生物の生息が示唆された。今後、この新しい現象の解明を図ると共に、実際の汚染浄化に有益な知見の獲得を目指す。

#### 【 今後の展開 】

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

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Yosuke Tashiro, Hiroaki Eida, Satoshi Ishii, Hiroyuki Futamata, and Satoshi Okabe. 2017. Generation of small colony variants in biofilms by *Escherichia coli* harboring a conjugative F plasmid. *Microbes and Environments*. 32(1):40-46 doi:10.1264/jsme2.ME16121
- 2) Yosuke Tashiro, Yusuke Hasegawa, Masaki Shintani, Kotaro Takaki, Moriya Ohkuma, Kazuhide Kimbara and Hiroyuki Futamata. 2017. Interaction of bacterial membrane vesicles with specific species and their potential for delivery to target cells. *Frontiers in Microbiology*, article/10.3389/fmicb.2017.00571
- 3) Shin Haruta, Yasuhisa Saito and Hiroyuki Futamata. 2016 Editorial: Development of microbial ecological theory: stability, plasticity and evolution of microbial ecosystems. *Frontiers in Microbiology* Dec.2016 Volume 7 article 2069, 10.3389/fmicb.2016.02069, doi: 10.3389/fmicb.2016.02069, doi.org/10.3389/fmicb.2017.00571
- 4) Kenshi Suzuki, Fatma A. A. Aziz, Yuma Inuzuka, Yosuke Tashiro, and Hiroyuki Futamata\* 2016. Draft genome sequence of *Pseudomonas* sp. LAB-08 isolated from trichloroethene contaminated aquifer soil. *Genome Announcements*. Sep 22: 4(5) e00948-16. doi: 10.1128/genomeA.00948-16
- 5) 鈴木研志、Fatma Azwani Abdul Aziz、二又裕之 (2017) 微生物生態系の理解に向けた挑戦 ～微生物を用いた環境浄化の取り組みを緒として～ (Challenge of understanding microbial ecosystem for appropriate control -from remediation of polluted environments using microbes-) *土と微生物* 71:6-12.

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 3 件（内 1 件は招待講演）

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 微生物生態学会、日本生物工学会など 19 件

#### 【 招待講演件数 】

- ・ 日本土壌微生物学会大会シンポジウム「微生物生態系の理解（解析と制御）に向けた挑戦～微生物を用いた環境浄化の取り組みを緒として～」二又裕之、2016. 6. 11 岐阜大学（岐阜市）など 6 件

#### 【 新聞報道等 】

- ・ NHK 静岡放送局 2016. 5. 31、佐鳴湖の菌類が蓄電物質を生成など 5 件

#### 【 受賞・表彰 】

- ・ 日本生物工学会中部支部例会 日本生物工学会中部支部長賞受賞（鈴木溪、由井嵐士、久保田博子、安藤翔太、田代陽介、二又裕之）「微生物燃料電池の可能性～微生物が創る未知の物質～」2016. 8. 5 名古屋大学農学研究科（愛知県名古屋市）など 3 件

## 超精密な機械の実現を目指して

兼担・教授 大岩 孝彰 (OIWA Takaaki)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野: 精密機構、精密計測、精密メカトロニクス  
e-mail: oiwa@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://oiwa.eng.shizuoka.ac.jp/>



### 【研究室組織】

教 員: 大岩 孝彰  
博士課程: 北野 公崇 (創造科技院 D3)  
修士課程: M2 (2名)、M1 (1名)  
学 部 生: B4 (8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1cm～1m程度の大きさの部品をナノメートルオーダーの精度 [相対不確かさ:  $10^{-7} \sim 10^{-9}$  (ナノ)] で加工や計測を行うための手法は開発途上にある。このように精密な加工機や測定機を実現するためには、正確に運動し高剛性なメカニズムが必要となるが、現実には機械要素の運動誤差や内・外乱 (力・振動・熱) などのために、運動精度の向上は非常に困難である。本研究室では、アッペの原理に代表される精密機械の基本原則を遵守しつつ適切な計測制御技術を応用することにより、6自由度完全相対運動を実現する超精密メカニズムの開発を目指している。

### 【主な研究成果】

#### (1) ワーク・ツール間の6自由度完全相対運動を目指した超精密機械の開発

機械の運動を乱す内・外乱例えば内外力や室温変動などの影響を排除・低減するため、工作物 (ワーク) とツール (刃物またはプローブなど) の間の6自由度相対運動 (位置・姿勢) を計測するフィードバックセンサとして6自由度パラレルメカニズムを用い、機械の運動を補正する新しい概念の機械を創製する。

#### (2) パラレルメカニズムを用いた精密機構に関する研究

パラレルメカニズムは高速・高剛性・高精度という特長の他、6自由度の運動をコントロール (計測・駆動) できるため、アッペの原理を満足させるメカニズムが可能になり、姿勢誤差の影響を排除することが可能になる。このメカニズムを三次元座標測定機等に適用し、キャリブレーション (校正) に関する研究、ジョイントとリンクの運動誤差&熱的伸縮の補正、およびフレーム部の弾性変形と熱的変形の補正などに関する研究を行っている。

#### (3) 光ファイバを用いた高感度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、フリトラベルの短縮化を実現する。

#### (4) 超音波振動を用いたリニアボールガイドの摩擦低減に関する研究

転がりボールガイドの転動体と軌道面の間を相対的に加振し、位置決め精度向上と整定時間短縮を目指す。

### 【今後の展開】

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

### 【学術論文・著書】

- 1) 田中淑晴, 足立和輝, 大岩孝彰, 小谷明, 大塚二郎: 直動転がり案内を用いたリニアモータ駆動による超精密位置決めサブミリ～ナノメートル変位領域の摩擦挙動一, 精密工学会誌 (査読あり), Vol.82, No.10, pp.881-887.

### 【 解説・特集等 】

- 1) 大岩孝彰：特集 高度化する精密位置決め技術の最新動向と設計への応用 Part1 超精密位置決め技術の最新動向と設計のポイント 総論 超精密位置決め技術の最新技術トレンドと利用動向, 機械設計, 日刊工業新聞社, 60 巻 8 号 pp.8-13.

### 【 特許等 】

- 1) United States Patent, Inchworm Actuator, Oiwa et al., Patent No.US 9450469, Sep. 20, 2016.

### 【 国際会議発表件数 】

- ・ The 7th International Conference on Positioning Technology (ICPT 2016) @Seoul, Korea 5 件
  - ・ The 16th International Conference on Precision Engineering (ICPE2016) @Hamamatsu 4 件
  - ・ The IEEE Energy Conversion Congress and Expo 2016 (IEEE-ECCE) 2 件
  - ・ The International Conference on Electrical Machines (ICEM2016) 1 件
  - ・ The 19th International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS2016) 1 件
  - ・ The 15th International Symposium on Magnetic Bearings (ISMB15) 1 件
- 合計 14 件

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本機械学会 機素潤滑設計部門講演会 1 件
  - ・ 精密工学会 秋季大会学術講演会 2 件
  - ・ 日本機械学会 年次大会 1 件
  - ・ 日本機械学会 東海支部総会・講演会 5 件
  - ・ 第 22 回高専シンポジウム 8 件
  - ・ 日本設計工学会 東海支部研究発表講演会 2 件
  - ・ 精密工学会 画像応用技術専門委員会サマーセミナー2016 1 件
  - ・ 動的画像処理実利用化ワークショップ DIA2017 1 件
  - ・ 電気学会 平成 28 年産業応用部門大会 3 件
  - ・ 第 28 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム 1 件
- 合計 25 件

### 【 受賞・表彰 】

- 1) 小笠原和也, 寺林賢司, 濱本侑樹, 大岩孝彰, “蛍光球体マーカを用いた高精度な 2 点間変位計測”, 2016 年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集, pp. 679-680, 2016. 9. 7. (ベストプレゼンテーション賞受賞)
- 2) 佐々木健多, 朝間淳一, 大岩孝彰, 千葉明, “パワースイッチング素子数を低減した 2 自由度制御形ベアリングレスモータの提案”, 平成 28 年電気学会産業応用部門大会講演論文集, Y-104, 群馬大学荒牧キャンパス, 2016. 8. 30-9. 1. (YPC ポスター賞)
- 3) 高橋一将, 朝間淳一, 大岩孝彰, 千葉明, “1 自由度制御形アキシシャルギャップベアリングレスモータの支持力・トルク脈動低減”, 平成 28 年電気学会産業応用部門大会講演論文集, Y-128, 群馬大学荒牧キャンパス, 2016. 8. 30-9. 1. (YPC ポスター賞)

### 【 産業界向けの講演・講習 】

- 1) 大岩孝彰：機構の力学解析による部品間作用力と作用位置、日本機械学会 No. 16-130 講習会「一現場に即した機械設計－機構学の基礎理論と実際の現場から得た勘所の事例紹介」（首都大学東京）、2016. 10. 24.

### 【 その他 】

- ・ 民間財団からの研究助成金 2 件（NSK メカトロニクス財団、マザック財団）

## 多孔質体理論に基づく熱移動プロセス

兼担・教授 桑原 不二郎 (KUWAHARA Fujio)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野: 熱流体工学、多孔質体  
e-mail address: kuwahara.fujio@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員: 中山 顕、桑原 不二郎  
博士課程: 張 文浩 (創造科技院 D2、私費)  
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
- (3) ナノフルイドを用いた熱伝達向上

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 体積平均化を用いた膜の輸送モデル

膜浸透において膜近傍に出現する濃度分極現象のモデリングを行った。

#### (2) 多孔質体都市モデルへの乱流モデルの導入

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

#### (3) ナノフルイドにおける見かけの熱伝導率の増加

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

### 【 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、液体の電氣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。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Zhang Wenhao, 桑原 不二郎, 中山 顕, ナノ流体で満たされた発泡金属充填流路における機械的分散に関する検討, 化学工学論文集, Vol. 43, No. 2 p. 95-102, (2017).

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) JSSUME2016, 韓国 (2016.8.15-17)

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本伝熱学会、日本機械学会など 6 件

## 先進複合材料の強度と破壊、金属疲労

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



### 【 研究室組織 】

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

博士課程 : M. Safwan B. M. Azmi (創造科技院 D3)

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プリフォームを用いた複合材料に関する研究
- (2) 超音波疲労試験機を用いた高強度金属の超高サイクル疲労に関する研究
- (3) 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プリフォームを用いた複合材料に関する研究

電気電子工学科 井上翼教員と共同で、カーボンナノチューブのシートならびに紡績糸を用いた複合材料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シートプリフォームを用いたエポキシ基複合材料の高強度化に関する研究を主に実施した。(Scientific Reports, 6(2016), Mech. Eng. J., 3(2016), Compo. A, 85(2016), 機論, 83(2017))

#### (2) 超音波疲労試験機を用いた高強度金属の超高サイクル疲労に関する研究

超音波ねじり疲労試験機を用いたフレッチング疲労試験手法の開発を継続して実施した。また、平均ねじり応力が作用可能な超音波ねじり疲労試験機の開発を実施した。(Key Eng. Mater., 725,(2016))

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

超音波引張圧縮疲労試験機を用いた炭素繊維強化プラスチック積層板の疲労試験手法の開発を実施し、軸荷重下で疲労破壊させることに成功した。

### 【 今後の展開 】

カーボンナノチューブプリフォームを用いた高強度ナノ複合材料に関する研究開発を今後もすすめて、カーボンナノチューブが持つポテンシャルを最大限に活用できる複合材料の開発を目指していきたい。また社会の安全・安心を保つため、金属材料、先進複合材料の疲労に関する研究により社会貢献を果たしていきたい。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) 玉木格, 白須圭一, 宮崎孝道, 山本剛, Raman Bekarevich, 平原佳織, 島村佳伸, 井上翼, 橋田俊之, 多層カーボンナノチューブの強度・破壊特性評価と構造欠陥の影響に関する研究, 日本機械学会論文集, 83(847), 16-00283, 2017
- 2) 小林和幸, 小山孝生, 杉村亜美, 荒井政大, 島村佳伸, モード重ね合わせ法と均質化法を用いた繊維強化プラスチック積層板の減衰振動解析, 日本複合材料学会誌, 43(1), pp.2-7, 2017
- 3) Reo Kasahara, Masato Nishikawa, Yoshinobu Shimamura, Keiichiro Tohgo and Tomoyuki Fujii, Evaluation of Very High Cycle Fatigue Properties of  $\beta$ -Titanium Alloy by Using an Ultrasonic Fatigue Testing Machine, Key Engineering Materials, 725, pp.366-371, 2016
- 4) Tomohiro Tajiri, Ryosuke Matsuzaki, Yoshinobu Shimamura, Simulation of Water Impregnation Through Vertically Aligned CNT Forests Using a Molecular Dynamics Method, Scientific Reports, 6, 32262, 2016
- 5) Keiichi Shirasu, Akihiro Nakamura, Go Yamamoto, Toshio Ogasawara, Yoshinobu Shimamura, Yoku Inoue and Toshiyuki Hashida, Preparation and Performance Evaluation of Electrothermal Actuators using Aligned Carbon Nanotube Reinforced Epoxy Composites, Mechanical Engineering Journal, 3(4), 15-00607, 2016
- 6) Shigeki Yashiro, Yoshihisa Sakaida, Yoshinobu Shimamura, Yoku Inoue, Evaluation of Interfacial Shear Stress Between Multi-walled Carbon Nanotubes and Epoxy Based on Strain Distribution Measurement Using Raman Spectroscopy, Composites: Part A, 85, pp.192-198, 2016

他 5 編

#### 【 解説・特集等 】

- 1) 大気圧プラズマ処理を用いた接着強さの改善手法, 島村佳伸, 強化プラスチック, 62(3), 2016, pp103-104

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Toshiki Kamei, Keiichiro Tohgo, Tomoyuki Fujii and Yoku Inoue, Effect of Atmospheric Plasm Treatment on Interfacial Strenght of CNT/Epoxy Composite, Yoshinobu Shimamura, APCFS2016, pp.335-336, (2016), Toyama, Japan
- 2) Reo Kasahara, Masato Nishikawa, Yoshinobu Shimamura, Keiichiro Tohgo, Tomoyuki Fujii, Evaluation of Very High Cycle Fatigue Properties of  $\beta$ -Titanium Alloy by Using an Ultrasonic Fatigue Testing Machine, AEPA2016, p.83, (2016), Higashi-Hiroshima, Japan

他 3 件

#### 【 国内学会発表件数 】

・ 日本機械学会、日本材料学会、日本複合材料学会など 8 件

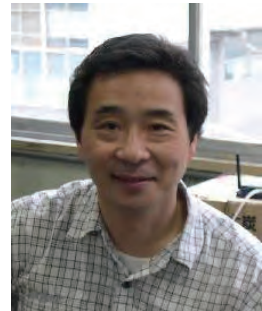
#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 小林 和幸 (創造科技院卒業生)、日本複合材料学会林エンジニア賞 (2016. 6) 「均質化法による複合材料のモード法減衰振動解析」



## 熱流体力学と多孔質理論の複雑系への応用

兼担・教授 中山 顕 (NAKAYAMA Akira)  
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: 熱工学、熱流体力学  
e-mail address: tmanaka@ipc.shizuoka.ac.jp  
homepage: [http://th1a8.eng.shizuoka.ac.jp/~heat/saints/Sns\\_100.html](http://th1a8.eng.shizuoka.ac.jp/~heat/saints/Sns_100.html)



### 【 研究室組織 】

教 員: 中山 顕

博士課程: D4 (1名)、D2 (1名)

修士課程: M2 (4名)

### 【 研究目標 】

多孔質体内の熱流動現象については、熱分散、乱流、相変化現象など、未だ未知な部分が多い。本研究室では、世界に先駆けてこれら未解明の部分を探明すべく基礎的研究に取り組むと共に、エネルギーの有効利用、生体伝熱、発酵プロセスなど様々な分野への多孔質体理論の応用を試みている。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 多孔質体熱分散熱流束輸送方程式の導出とそのモデリング
- (2) 多孔質体理論に基づく生体内流れと伝熱の基礎式の導出とモデリング、
- (3) 肺癌の経皮的凍結壊死療法に関わる熱移動現象のモデリング
- (4) 新しい冷却技術、流体騒音低減技術、集塵技術の開発
- (5) コンポスト発酵プロセスの伝熱モデルの開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 多孔質体熱分散熱流束輸送方程式の導出

Navier-Stokes およびエネルギーの式に局所空間平均操作を施すことにより、熱分散熱流束の輸送方程式を導いた。再分配項および散逸項を適切にモデル化することで、熱分散熱流束輸送方程式から勾配拡散モデルが導かれることを示した。非等方性多孔質体理論を人工多孔質体に適用している。

#### (2) コンポスト発酵プロセスの伝熱モデルの開発

コンポスト発酵槽における発酵プロセスの伝熱モデルを提案した。Aeration を伴うコンポスト槽の発酵温度および堆肥化速度がスタントン数およびダムケラー数によって支配されることを初めて明らかにした。微生物の増殖に関する新しいモデルを提案した。

#### (3) 肺癌の経皮的凍結壊死療法の凍結時間の推定法の確立

経皮的凍結壊死療法における凍結・解凍過程の数値モデルを提案した。ヘリカルマルチスライス CT 装置より得られる画像と組み合わせることで治療シミュレーションを可能とした。治療計画の指針となる数値モデルを提案した。

#### 【 今後の展開 】

多孔質体内の熱流動現象について、未解明の部分を解明すべく、理論と実験の両側面から検討して行きたい。また生体伝熱，医療工学や発酵プロセスへの応用にも積極的に取り組んでいきたい。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) A boundary layer analysis for determination of the limiting current density in an electro dialysis desalination, Nakayama, Akira; Sano, Yoshihiko; Bai, Xiaohui; et al., Volume: 404 Pages: 41-49 Published: FEB 17 2017.
- 2) Steady Finite-Amplitude Rayleigh-Benard Convection in Nanoliquids Using a Two-Phase Model: Theoretical Answer to the Phenomenon of Enhanced Heat Transfer, Siddheshwar, P. G.; Kanchana, C.; Kakimoto, Y.; et al., JOURNAL OF HEAT TRANSFER-TRANSACTIONS OF THE ASME Volume: 139 Issue: 1 Article Number: 012402 Published: JAN 2017.
- 3) Forced convective transport of alumina-water nanofluid in micro-channels subject to constant heat flux , Yang, Chen; Peng, Kanglei; Nakayama, Akira; et al., CHEMICAL ENGINEERING SCIENCE Volume: 152 Pages: 311-322 Published: OCT 2 2016.

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本伝熱学会、日本機械学会など 5 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) “Numerical methods in fluid flow and heat transfer”, 武漢理工大学ワークショップ (2016.9)
- 他 1 件

## 高パワー密度電力変換器とモータドライブ

兼担・教授 野口 敏彦 (季彦) (NOGUCHI Toshihiko)  
環境・エネルギーシステム専攻 (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: パワーエレクトロニクス、電気機器学  
e-mail address: noguchi.toshihiko@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~tnogut/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員: 野口 敏彦 (季彦)

博士課程: 松下 由憲 (創造科学技術大学院 D2)

修士課程: M2 (3名)、M1 (7名)

### 【 研究目標 】

電力変換器に関する研究では次世代電力用半導体素子を念頭に置いた新トポロジーの創出と実装技術の確立、スイッチングモードの冗長性に着目した新しい AC-AC 直接電力変換器創出を目標とする。また、モータドライブに関しては、超高速モータの解析、各種磁石フリーモータ、磁気変調形モータ、可変界磁形 PM モータ、高パワー密度アキシシャルギャップモータの開発を目標とする。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) マルチレベル電力変換器の新トポロジー探索と創出

インダクタモジュール構造に基づく電流形インバータの更なる新トポロジーを創出し、動作原理と制御則を検討するとともに、シミュレーションによる動作検証を行った。その結果、2つの新トポロジーが創出され、それらは従来発表されてきたどの方式よりも少ない部品数で構成可能であることも示した。また、マルチレベル電力変換器の応用技術として、スイッチング動作とリニア動作からなるハイブリッド電力変換器について検討し、純正弦波出力が可能であることをシミュレーションにより確認した。

#### (2) 車載用デュアルポート DC/DC コンバータの開発

複数の出力を有するマルチポート DC/DC コンバータの一例として、デュアルポートの回路構成や制御法について検討した。回路構成としては高周波トランス二次側に同期整流形倍電流回路を採用し、一次側インバータのパルス幅制御とパルス周波数制御を行うことにより2つの出力電圧を独立に制御する手法を考案した。

#### (3) ダブルアキシシャルギャップ構造によるモータの高パワー密度化

ダブルステータ、ダブルアキシシャルギャップ構造をもつモータを開発し、従来と同量のフェライト磁石でパワー密度をおよそ2倍に向上することに成功した。プロトタイプを試作し、実験的にも従来のモータを凌駕することを確認できた。

#### (4) 磁気変調形モータのベクトル制御に関する研究

従来、明らかにされてこなかった磁気変調形モータのベクトル制御を理論的に構築し、シミュレーションならびに実験装置を用いて、その妥当性を確認した。

#### (5) デュアルインバータによるオープンエンド巻線形モータの空間ベクトル変調の検討

NEDO 国プロとしてオープンエンド巻線形モータを駆動するデュアルインバータの空間ベクトル変調に関する検討を行った。これは一方のインバータをバッテリー等の電源から給電し、もう一方のインバータはキャパシタだけで波形改善、即ち無効電力制御を実現するもので、シミュレーションによりモータ端子間でマルチレベル波形を確認するとともに、キャパシタの電圧一定制御が可能であることを確認した。

#### 【 今後の展開 】

企業との共同研究等を軸に中長期的展望に立った新しい電力変換技術とモータドライブ技術の確立を目指すとともに、量産化される工業製品へそれら技術の適用、実用化にも貢献し得る研究にチャレンジする。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) 「AC ドライブシステムのセンサレスベクトル制御」オーム社 (2016 年), 共著担当箇所 (第一章 モータドライブシステムの構成 1.2 電力変換器, pp.3-46)

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Masahiro Aoyama, Kazukiyo Nakajima, Toshihiko Noguchi “Permanent-Magnet-Free-Synchronous Motor with Self-Excited Wound-Field Technique” APEC2017
- 2) Masahiro Aoyama, Toshihiko Noguchi “Proposal of Electrically Reversal Magnetic Pole Type” ECCE2016

#### 【 国内学会発表件数 】

・電気学会各種研究会、産業応用部門大会、全国大会、電気関係学会東海支部大会など 25 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 「超高速モータの開発一車載過給機への応用を軸に一」第 6 回 2016 モータ設計技術フォーラム
- 2) 「パワーエレクトロニクス技術とモータドライブ制御設計の実際」自動車部品・電気制御機器エンジニアのためのパワーエレクトロニクス技術とモータドライブ技術設計の実際
- 3) 「超高速 PM モータの開発と高出力密度実装技術」 TECHNO-FRONTIER2016 技術シンポジウム

#### 【 新聞報道等 】

- 1) 電気学会産業応用部門ニューズレター (2016. 8)

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 本橋勇人 (M2)、平成 28 年電気学会優秀論文発表賞 A (2017. 2)
- 2) 清水一樹 (M1)、平成 28 年電気学会優秀論文発表賞 B (2017. 1)
- 3) 本橋勇人 (M2)、平成 28 年電気学会優秀論文発表賞 B (2017. 1)
- 4) 野口敏彦、(全国) 科学研究費助成事業審査委員表彰 (2016. 9)

## 塑性加工における材料挙動・損傷・破壊の解明

兼担・教授 早川 邦夫 (HAYAKAWA Kunio)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野: 塑性加工学  
e-mail address: hayakawa.kunio@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~t-plast/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 早川 邦夫

博士課程: 成田 忍 (エネルギーシステム専攻 D1)

修士課程: M2 (2名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

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

- (1) 溶接構造部材の溶接-強度評価連成数値シミュレーション
- (2) 通電加圧焼結プロセスによる部品製造とその電気-熱-力学連成シミュレーション
- (3) ピストンスカート部表面凹凸の潤滑性能に及ぼす影響の数値シミュレーション
- (4) 冷間鍛造における環境対応潤滑剤の性能評価および性能向上
- (5) プレス成形における鋼板初期残留応力の影響

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 溶接構造部材の溶接-強度評価連成数値シミュレーション手法の確立

軟鋼板と高張力鋼板の突き合わせおよび重ね隅肉溶接部材の疲労強度および引張り強度の評価に対して、溶接-力学連成解析の有用性を明らかにした。

#### (2) 通電加圧焼結プロセスによる部品製造とその電気-熱-力学連成シミュレーション

通電加圧焼結プロセスを用いたチタン製凸形状部品成形において、電気-熱-力学連成シミュレーションを行い、最適プロセス設計および冷却時の部品の割れの発生メカニズムを明らかにした。

#### (3) ピストンスカート部表面凹凸の潤滑性能に及ぼす影響の数値シミュレーション

内燃機関の低燃費化のため、ピストンスカート部にテクスチャーを施すことが行われているが、本研究では、数値解析を用いてどのようなテクスチャーパターンが有効かを明らかにした。

#### (4) 冷間鍛造における環境対応潤滑剤の性能評価および性能向上

冷間鍛造に用いられる環境対応潤滑剤の潤滑性評価のための試験法を開発し、潤滑皮膜強度や使用環境の影響を明らかにした。

また、ステンレス部品の温間鍛造を模擬した環境対応潤滑剤評価を実施し、摩擦係数同定や焼付きの程度の観察を実施した。焼付きの程度と摩擦係数の間の関連について、興味深い結果が得られた。

#### (5) プレス成形における鋼板初期残留応力の影響

ハット曲げにおいて、鋼板が前工程で受ける矯正加工により導入される残留応力の影響を明らかにするための実験および解析を行った。ある程度の加工を受ける素材では、初期残留応力の影響は大きくないことを定量的に確かめた。また、その初期残留応力の影響を精度よく解析するために必要な手法についても明らかにした。

#### 【 今後の展開 】

プレス成形、冷間鍛造の省エネルギー化としては、最適なプロセス設計、潤滑性能の解明とその性能向上、材料の特性を生かした高強度部材の製造などがあり、精密な実験および数値解析が不可欠である。当研究室では、その分野における基礎的研究を推進し、日本のものづくり技術を支えていきたいと考えている。

また、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) 成田忍・上森武・早川邦夫・久保田義弘：冷間多段鍛造による非調質ボルトの成形および強度解析に及ぼす硬化則の影響，塑性と加工，57-670，pp. 1074-1080，2016.
- 2) 鷺坂芳弘・石橋格・中倉敏成・中村保・早川邦夫：アルミニウム合金の冷間鍛造における環境対応型潤滑剤の性能評価，塑性と加工，57-664，pp. 473-478，2016.

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) 49th International Cold Forging Group Plenary Meeting, Stuttgart, Germany (2016.9.4-7)
- 2) Inter Academia Asia, Chennai, India, (2016.11.28-30) (招待講演)

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・日本塑性加工学会、日本鉄鋼協会など5件

## 環境負荷の小さな冷凍機および流体機械の研究

兼担・教授 福田 充宏 (FUKUTA Mitsuhiro)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野: 冷凍工学、流体機械工学  
e-mail address: fukuta.mitsuhiro@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://fluidmech.eng.shizuoka.ac.jp/>



### 【 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 (4名)、M1 (3名)

学 部: B4 (4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してはならないものであるが、サイクルに使用されている冷媒は地球温暖化係数が大きいもの(フロン冷媒)が多く、また冷凍空調システムで消費されているエネルギーの削減は社会的に大きな課題である。研究室では、以下のようなテーマで冷凍空調システムの高効率化に関する研究を行っている。このような研究をしている公的な研究機関は少なく、当該分野への人材輩出や国内外の企業との共同研究より実績を上げていく。

- (1) 冷凍空調サイクルの心臓部である圧縮機の性能向上や圧縮機内部の流動状態の解明
- (2) 膨張機によるエネルギー回収
- (3) 自然冷媒を用いたサイクルの応用
- (4) 冷凍サイクル内における計測技術の開発
- (5) 冷凍サイクル内におけるナノ流体の物性および挙動解明

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 冷凍サイクルにおける乾き度測定

インジェクションを伴う冷凍サイクルでは、蒸発器の出口やインジェクションラインにおいて、乾き度の測定が望まれているが、一般に気液二相流では断面ボイド率などの計測は可能であるが、気相と液相の間に速度差があるため、乾き度の計測は困難であった。本研究では流れを細管に通してプラグ流化することにより、ボイド率から乾き度を求める方法において、測定範囲の拡大とその精度向上について検討した。

#### (2) 冷凍サイクルにおけるナノオイルの使用に関する研究

冷凍サイクルにおいてナノ粒子を含むナノオイルを適用することにより、圧縮機内の潤滑状態の改善、漏れの低減などが期待される。一方でナノオイルの狭い隙間における流動状態は不明であり、給油管やキャピラリーチューブでのつまりが懸念される。そこで冷凍サイクルにおけるナノオイルの適用に向けた手始めとして、微小なすき間におけるナノオイルの流動状態に対する、隙間、濃度、流速などの影響を検討した。

#### (3) 表面張力測定に基づいた冷媒/油混合物の混合率センサの開発

冷凍サイクル内に存在する冷媒/冷凍機油混合物の表面張力は冷凍機油に対する冷媒溶解

度によって大きく変化するため、表面張力測定の冷媒溶解度のセンサへの適用について検討した。特にセンサを圧縮機に取り付ける際に問題となる、最大泡圧法におけるキャピラリーチューブの取り付け向きと、流れの影響について検討した。

#### 【 今後の展開 】

冷凍空調用圧縮機およびサイクルに関する研究を継続する。また、冷凍サイクルにおけるナノ流体の挙動に注目し、ナノ流体の適用を目的とした基礎データの蓄積を継続する。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) M. FUKUTA, J. SUMIYAMA, M. MOTOZAWA, T. YANAGISAWA, Surface tension measurement of oil/refrigerant mixture by maximum bubble pressure method, Int. J. of Refrigeration, Vol.73, pp.125-133 (2017).
- 2) M. Motozawa, Kousuke Takeda, Yasuo Kawaguchi, Tatsuo Sawada and M. Fukuta, Suppression of heat transfer of turbulent magnetic fluid flow by applying uniform magnetic field, Int. J. of Applied Electromagnetics and Mechanics, Vol.52, pp.113-120 (2016).
- 3) M. Motozawa, T. Muraoka, M. Motosuke and M. Fukuta, Measurement of Time Series Variation of Thermal Diffusivity of Magnetic Fluid under Magnetic Field by Forced Rayleigh Scattering Method, Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Vol.428, pp.229-234 (2017).

#### 【 国際学会発表件数 】

- 1) M. FUKUTA, J. SUMIYAMA, M. MOTOZAWA, A. HYODO, T. YANAGISAWA, Evaluation of Wettability of Solid Surface with Oil/Refrigerant Mixture, Proceedings of 23rd International Compressor Engineering Conference, USA, IN, 1054 (2016)
- 2) Y. Hayashi, M. Fukuta, M. Motozawa, Start-Up Torque of Vane Type Rotary Compressor, The 8th Asian Conference on Refrigeration and Air Conditioning, CT\_149 (2016)

他 3 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 北村, 福田, 本澤, スクロール圧縮機におけるチップシールに沿った周方向漏れ流れに関する研究, 2016 年度日本冷凍空調学会年次大会, 神戸大学, C111 (2016)

他 2 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 企業での工学講座

#### 【 新聞報道等 】

・学生フォーミュラプロジェクトのラジオ報道 2 件

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 日本冷凍空調学会賞学術賞, 日本冷凍空調学会 (2016. 5) 「小型ラジアルピストン型膨張機の基本特性」



## 創エネルギーの新技术—構造体触媒システム開発

兼担・教授 福原 長寿 (FUKUHARA Choji)  
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: 反応工学、触媒化学、触媒工学  
e-mail address: tcfukuh@ipc.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://cheme.eng.shizuoka.ac.jp/~fukuharalab/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 福原 長寿、渡部 綾  
博士課程: 川崎 亘 (創造科技院 D2)  
修士課程: M2 (2名)、M1 (5名)

### 【 研究目標 】

当研究室では、“創エネルギーの触媒技術”をキーワードに、クリーンな水素化社会&低炭素社会を実現する新型触媒 (catalyst) システムの開発、水素キャリアの活用触媒技術、燃料電池用電極材の開発、温暖化ガス削減の物質変換技術、などを研究している。主な研究テーマを以下に示す。

- (1) 天然ガスやバイオ系アルコールからの水素製造に関する研究 (新エネルギー創生)
- (2) 有機ハイドライドによるエネルギーキャリア型触媒反応システムの研究 (新エネルギー創生)
- (3) 温室効果ガス (CO<sub>2</sub>/CH<sub>4</sub>) の削減と資源化を図る改質反応に関する研究 (地球環境保全)
- (4) 固体電解質型 (SOFC) 燃料電池用アノード電極材の開発 (新エネルギー創生)
- (5) 格子酸素移動型のペロブスカイト触媒の開拓 (新型触媒の開発)
- (6) 亜臨界水による非食料セルロースから糖アルコール製造の研究 (バイオマス資源の利用)
- (7) 触媒材料上の化学変換過程のマイクロ解析—触媒機能性と材料特性の相関— (触媒化学の探求)

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 天然ガスやバイオ系アルコールからの水素製造に関する研究

燃料電池の燃料である水素を環境にやさしく製造する技術として、『天然ガスやバイオ系アルコールからの水素製造』があり、最近話題のシェールガスやメタンハイドレードから効率的に水素を製造する技術に関する成果を発表した。(Chemistry Letters, 46, 211-214(2017))

#### (2) 水素製造プロセスにおける水性ガスシフト反应用構造体触媒の研究

水素製造プロセスにおける重要な工程である水性ガスシフト反応のための Fe 系構造体触媒の開発に成功した。(Catalysis Letters, 146, 2478-2484(2016))

#### (3) 温室効果ガス (CO<sub>2</sub>) の削減と資源化を図るメタン化反応に関する研究

温室効果ガス CO<sub>2</sub> の変換するメタン化反応の鍵となる、高速で高効率な物質変換する触媒材料の開発に成功した。(Applied Catalysis A: General, 532, 12-18(2017))

#### (4) プロパン脱水素反応の促進を図る新規なペロブスカイト触媒材の開発に関する研究

プロパンを脱水素してプロピレンを製造するための新規なペロブスカイトの開発に成功した。石油化学の展開に貢献する触媒材料になる。(Catalysis Letters, 146, 2458-2467(2016))

### 【 今後の展開 】

再生可能エネルギーやバイオマス資源を活用したクリーンな創エネルギー技術に関する研究は世界的にも活発化している。特に、Power to Gas 技術などに代表されるように、将来のクリーンなエネルギー確保のために温室効果ガスである CO<sub>2</sub> を削減し、かつ利用を図る技術の開発が望まれている。当研究室で取り扱っている伝熱性と圧力損失の点で高い優位性をもった構造体触媒システムは、そのための技術シーズとなる。今後も現在得られつつある、有用な触媒変換データの解析を行ないつつ、触媒システムのパワーアップ化を図る。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) C. Fukuhara, K. Hayakawa, Y. Suzuki, W. Kawasaki, R. Watanabe, A novel nickel-based structured catalyst for CO<sub>2</sub> methanation: a honeycomb-type Ni/CeO<sub>2</sub> catalyst to transform greenhouse gas into useful resources, *Applied Catalysis A: General*, 532, 12-18(2017).
- 2) W. Kawasaki, H. Kato, R. Watanabe, C. Fukuhara, Development of a noble-structured catalyst for methane decomposition to produce pure hydrogen, *Chemistry Letters*, 46, 211-214(2017).
- 3) Y. Kohno, Y. Tomita, C. Fukuhara, Y. Maeda, K. Kobayashi, A simple method to make composites of hydrophobic plant-derived dye with organo-modified hydrotalcite, *J. Jpn. Society Colour Material*, 82, 414-419(2017).
- 4) R. Watanabe, S. Watanabe, C. Fukuhara, Hydrothermal synthesis of iron oxide structured catalyst with microdisk-shape for water gas shift reaction, *Chemistry Letters*, 45, 1330-1332(2016).
- 5) R. Watanabe, S. Watanabe, N. Hirata, C. Fukuhara, Effect of promoter addition on water gas shift property over structured-type iron oxide catalyst, *Catalysis Letters*, 146, 2478-2484(2016).
- 6) R. Watanabe, M. Tsujioka, C. Fukuhara, Performance of non-stoichiometric perovskite catalyst (A<sub>x</sub>CrO<sub>3-δ</sub>, A: La, Pr, Nd) for dehydrogenation of propane under steam condition, *Catalysis Letters*, 146, 2458-2467 (2016).

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) The 9th International Conference on Environmental Catalysis; Newcastle City Hall, Newcastle, Australia (2016.7.10-13)

他 3 件

### 【 国内学会発表件数 】

・ 化学工学会、触媒学会、石油学会など 19 件

### 【 招待講演件数 】

- 1) The SCEJ 82<sup>nd</sup> Annual Meeting (International symposium for chemical engineering)

## 超臨界流体物性測定およびナノ炭素材料の創製

兼担・准教授 孔 昌一 (KONG Chang Yi)

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

専門分野: 超臨界流体工学、物性、ナノ炭素材料

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

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



### 【 研究室組織 】

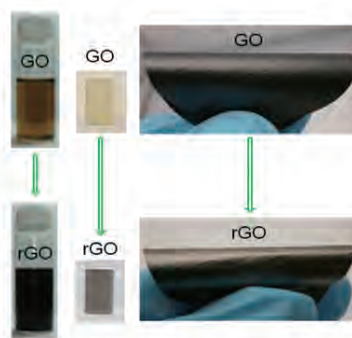
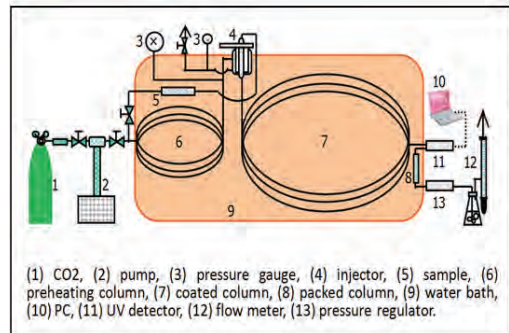
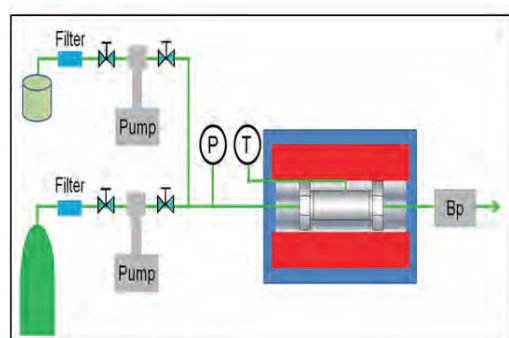
教 員 : 孔 昌一

修士課程 : M1 (4名)

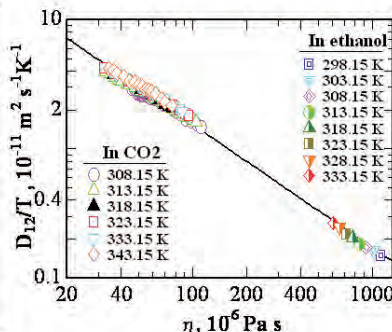
### 【 研究目標 】

近年、地球環境汚染問題が深刻になっており、環境に優しい新しいもの作り技術の開発が急務となっている中、グリーンケミストリーである超臨界流体技術が注目されています。超臨界流体とは温度・圧力がその流体の臨界温度・臨界圧力を超えた状態にある流体であり、このような流体は有害な有機溶媒または性能が物足りない有機溶媒の代わりとして用いられ、その応用分野は近年急速に広がりつつあります。私達の研究室では、超臨界流体中の拡散などの輸送物性および溶解度などの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、環境にやさしい超臨界流体技術を用いた機能性材料の創製を目的とした応用研究も展開している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 超臨界流体中の拡散係数の測定と相関
- (2) 超臨界流体クロマトグラフィーを用いた部分モル体積や溶解度測定法の開発
- (3) クラファイトシートの創製と性能評価
- (4) 酸化グラフェンの合成とその応用
- (5) 環境に優しい還元型グラフェンの創製法の開発



グラフェンは優れた電気的・熱的・機械的性質をもち、次世代エレクトロニクス材料として注目されている。ここでは、超臨界流体やプラズマ等を活かして資源量の豊富な黒鉛から高品質なグラフェンの量産化技術の開発に関する研究を行っている。



近年ナノ材料や医薬品製造プロセス分野において超臨界流体の応用盛んに行われている。ここでは、装置設計・シミュレーション等には不可欠な超臨界流体中の拡散や溶解度などの熱物性の実測に関する研究を行っている。

## 【 主な研究成果 】

### (1) 超臨界流体クロマトグラフィーを用い、金属錯体の相互拡散係数の測定

超臨界二酸化炭素中における金属錯体の無限希釈相互拡散係数を、CIR法を用いて幅広い温度・圧力範囲で正確に測定できた。

### (2) 環境に優しい還元型グラフェンの創製法の開発

黒鉛から酸化することにより、酸化グラフェンを合成した。それから、大気圧下で、低温処理手法により環境に優しい酸化グラフェンの還元手法を開発した。

## 【 今後の展開 】

未だに地球環境汚染問題の改善が見られない中、今後も環境に優しい新もの作り技術の開発が急務となっていくと考えられる。超臨界流体は有害な有機溶媒や性能が物足りない有機溶媒の代わりとして用いられ、その応用分野は近年急速に広がりつつある。私はグリーンケミストリーである超臨界流体技術について継続して研究していく。具体的には液体から超臨界状態まで幅広い粘度範囲での輸送物性・平衡物性に関する基礎研究と炭素ナノ材料創製（グラフェンの創製やトナー粒子微細発泡など）に関する応用研究について、勢力的に行いたい。また、水中プラズマ・大気圧プラズマなどについても研究展開を試みる。同時に、外部資金の獲得や企業との共同研究にも力を入れたいと考えている。

## 【 学術論文・著書 】

- 1) C. Y. Kong, K. Watanabe, T. Funazukuri, Measurement and correlation of the diffusion coefficients of chromium(III) acetylacetonate at infinite dilution in supercritical carbon dioxide and in liquid ethanol, *Journal of Chemical Thermodynamics*, 105,86-93 (2017).
- 2) C. Y. Kong, K. Watanabe, T. Funazukuri, Determination and correlation of infinite dilution binary diffusion coefficients for aluminum acetylacetonate in supercritical and liquid fluids, *Fluid Phase Equilibria*, 420, 83-88 (2016).
- 3) T. Funazukuri, T. Yamasaki, M. Taguchi, C. Y. Kong, Measurement of binary diffusion coefficient and solubility estimation for dyes in supercritical carbon dioxide by CIR method, *Fluid Phase Equilibria*, 420, 7-13 (2016).

## 【 国際会議発表件数 】

- 1) L. Zhang, C. Y. Kong, Synthesis of graphene based materials via chemical reduction of exfoliated graphite oxide, 2017 International Symposium, Toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University, Shizuoka, Japan, February 27, 2017.
- 2) L. Zhang, C. Y. Kong, Synthesis and characterization of reduced graphene oxide, Inter Academia Asia, SRM University, Chennai, India, November 28-30, 2016.
- 3) T. Funazukuri, T. Yamasaki, C. Y. Kong, M. Taguchi, Solubilities and diffusion coefficients of dyestuffs in supercritical carbon by chromatographic method, the 14th International Conference on Properties and Phase Equilibria for Product and Process Design (PPEPPD 2016), Porto, Portugal, May 22-26, 2016 (2-P55).

## 【 国内学会発表件数 】

- ・ 化学工学会、高圧力学会、分離技術会など9件

## 分散性混相流の微細構造解明と産業応用

兼担・准教授 真田 俊之 (SANADA Toshiyuki)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：工学部 機械工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 機械工学コース)  
専門分野： 流体工学、混相流  
e-mail address: sanada.toshiyuki@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~ttsanad/>



### 【 研究室組織 】

教 員：真田 俊之

修士課程：M2 (4名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

混相流の微細構造を解明し、産業への応用を目的としている。応用分野として、化学プラントや半導体の製造工程が挙げられる。基礎研究を行うだけでなく、企業と関わりながら、研究の実用化に力を入れる。流体物理洗浄の確立に向けた基礎研究と実際の洗浄工程への応用がここ数年の大きな目標である。また気泡流の素過程解明も引き続き目標とする。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 先端を封じた構造への液体侵入特性

平板に開けられたミリメートルからサブミリメートルの先端を封じられた微細孔への圧力による液体侵入特性について実験的に調査し、表面張力や溶解の影響は気体の圧縮に比べ小さいこと、また複数回の圧力印加によって完全侵入に至ることが示された。また液滴列の衝突によって、迅速に気体を排出できること、液柱ではその効果が無いことが明らかになった。

#### (2) 液滴列の壁面への衝突と形成液膜

同一ノズルから生成した液柱が液滴列へと遷移することにより、表面に形成される液膜構造が大きく変わることを明らかにした。特に跳水現象に着目し、形成された跳水直径の比較を行い、液滴が衝突する際に発生する横方向の高速流れやスプラッシュ現象が液膜構造の変化の原因という仮説を提案した。

#### (3) 物理洗浄用高付着力サンプルの作成とその評価

液体を使用した洗浄手法では評価用の洗浄サンプルの作成が困難である。そこで、高分子粒子とガラス平板を使用し、高付着力サンプルの作成を試み成功した。またその付着力を液体中で評価するために、自己検知型カンチレバーを使用して評価することに成功した。ここで開発したサンプルは、液滴列衝突やブラシスクラブによって、洗浄率を評価可能であった。

### 【 今後の展開 】

上述のように液滴列という比較的ランダムに近いが高周波数の圧力印加によって、先端を封じられた構造内の気体を排出可能なことが示された。この結果は洗浄プロセスを大きく変更させることが可能であり、さらなる短時間での洗浄につながる重要な知見である。また接触顕微鏡を用いた、洗浄時の *in situ* 観察の装置も徐々に完成しつつある。これらの知見によって、流体物理洗浄の発展に寄与したい。

【 学術論文・著書 】

- 1) 真田俊之, 野崎紘史, 渡部正夫, 先端を封じた細管内での圧力による気体圧縮と溶解 (微細構造への圧力による液体侵入特性), 日本機械学会論文集, Vol.82, No.838 p.16-00048, (2016).
- 2) K. Nishio, T. Sanada, S. Hamada, H. Hiyama, A. Fukunaga, Measurement of the frictional force between PVA roller brushes and semiconductor wafers with various films immersed in chemicals, Solid State Phenomena, Vol.255, 163-167 (2016).
- 3) E. Tokuda, T. Sanada, F. Iwata, C. Takato, H. Hiyama, A. Fukunaga, Developments for physical cleaning sample with high adhesion force particles and direct measurement of its removal force, Solid State Phenomena, Vol.255, 201-206 (2016).
- 4) 山口えり, 真田俊之, 液滴列の衝突による微細孔への液体侵入, 混相流, 30 巻 5 号, 511-518 (2017).
- 5) 村木駿介, 山本翔也, 真田俊之, 渡部正夫, 円形平板への液滴列衝突による形成液膜の観察, 日本機械学会論文集, 掲載決定.

【 国際会議発表件数 】

- 1) 9th International Conference on Multiphase Flow (ICMF 2016), Florence, Italy, (2016.5.22-27)
- 他 1 1 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 機械学会、混相流学会など 6 件

【 招待講演件数 】

- 1) 20th International Symposium on Chemical-Mechanical Planarization

## レーザーを用いた宇宙工学への応用

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



### 【 研究室組織 】

教 員 : 松井 信

博士課程 : 桑原 彬 (創造科技院 D1、社会人)

修士課程 : M2 (6名)、M1 (4名)

### 【 研究目標 】

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

- (1) 半導体レーザーを用いたレーザー維持プラズマの生成
- (2) プラズマを用いたアルミナ還元法の研究
- (3) ソノルミネッセンスの発光現象の解明
- (4) 光電離を用いた粉体推進剤小型宇宙推進機の開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 高出力半導体レーザーを用いたキセノンレーザープラズマの生成

1MPa のキセノンランプを用いてアーク放電を火種として 1kW 級半導体レーザーによりレーザー維持プラズマの生成に成功した。また吸収率および温度のレーザー出力依存性を明らかにした。

#### (2) ディスクレーザーを用いたレーザー維持プラズマの生成

5kW クラスのディスクレーザーを用いてアルゴンレーザー維持プラズマの生成条件 (圧力 vs 出力関係) を明らかにした。

#### (3) ソノルミネッセンスの発光測定

シングルバルブソノルミネッセンスを安定に生成することに成功し、分光器により発光スペクトルの取得に成功した。また黒体輻射近似からその温度を推定した。

#### (4) レーザープラズマを用いたアルミナ還元効率の測定

YAG レーザーを用いてレーザーアブレーション法によりアルミナの還元成功し、水素を用いた水上置換法によりエネルギー変換効率を評価した。

### 【 今後の展開 】

これまでは宇宙工学分野におけるプラズマの生成、診断の研究を中心に行っているが、最近ではグリーンエネルギー分野へのプラズマ応用へと幅を広げており今後も他分野との融合を進めている。

く予定である。そのためには現在工学研究科、グリーン科学技術研究所内の他、東京大学、宇宙航空研究開発機構（JAXA）と共同研究を進めているが今後は民間、海外機関とも積極的に進めていく。

【 学術論文・著書 】

- 1) 西本昂司, 小野貴裕, 松井信, “発光分光法によるキセノン半導体レーザー維持プラズマの温度測定,” プラズマ応用科学 (In press).
- 2) Matsui, M. and Yamada, T., “High sensitive translational temperature measurement using characteristic curve of second harmonic signal in wavelength modulation spectroscopy,” Review of Scientific Instruments, Vol.88, 2017, 013105.
- 3) Nishimoto, K., and Matsui, M., “Generation of Xenon Laser Sustained Plasma Using 1 kW Class Laser Diode,” *Frontier of Applied Plasma Technology*, Vol.9, No.2, 2016, pp.71-73.
- 4) Sato, Y., Myoen, R., Matsui, M., Komurasaki, K., and Arakawa, Y., “Reduction efficiency of alumina powder by various feeding methods in laser plasma wind tunnel,” *Frontier of Applied Plasma Technology*, Vol.9, No.1, 2016, pp.45-46.

【 国際会議発表件数 】

- 1) 10<sup>th</sup> International Workshop on Hybrid Functionally Materials: Temperature measurement of diode laser sustained plasma by emission spectroscopy, Hanoi Univ. of Science and Technology (2017.3.10-13)
- 他 1 4 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 応用物理学会、日本航空宇宙学会年会、宇宙科学技術連合講演会など 2 1 件

【 招待講演件数 】

- 1) 9<sup>th</sup> International Symposium on Advanced Plasma Science and its Applications for Nitrides and Nanomaterials and 10<sup>th</sup> International Conference on Plasma-Nano Technology & Science

【 新聞報道等 】

- 1) 静岡新聞 (2017. 2. 7)

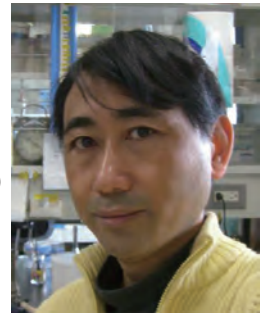






## 癌に関連した細胞周期制御機構の解明

兼任・教授 丑丸 敬史 (USHIMARU Takashi)  
バイオサイエンス専攻 (主担当: 理学部 生物科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)  
専門分野: 細胞生物学、分子生物学  
e-mail address: sbtushi@ipc.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~sbtushi/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 丑丸 敬史

博士課程 : D3 (1名)、D2 (2名)

修士課程 : M2 (2名)、M1 (1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、力を注いでいる分野を列挙する。

- (1) TOR (target of rapamycin) による細胞周期制御
- (2) オートファジーの分子機構の解析
- (3) 細胞分裂期における染色体の均等分配を保證する機構の解析
- (4) DNA 修復機構の解析

### 【 主な研究成果 】

- (1) オートファジー誘導に必要な脱リン酸化酵素PP2Aを同定した。(Akter et al. PLOS ONE, 2016)
- (2) オートファジーによるリボソーム分解 (リボファジー) の分子基盤を解析した。(Waliullah et al. Biosci. Biotechnol. Biochem, 2017)
- (3) 分裂後期進行時にセキュリン/セパラゼの更なる制御が必要なことを明らかにした。(Hatano et al. Cell Signal, 2016)
- (4) 姉妹染色分体分離に関わるセパラゼEsp1の新しい変異株を多数取得し解析した。(Shimizu et al. Biosci. Biotechnol. Biochem, 2015)
- (5) オートファジー誘導に必要な脱リン酸化酵素Cdc14を同定した。(Kondo et al. 投稿準備中)
- (6) リボソームを分解に必要な因子を同定した。(Waliullah et al. 第38回分子生物学会で発表、投稿中)

### 【 今後の展開 】

我々は、細胞がもつ様々なストレス応答機構を理解し、それがヒトの病気 (肥満、アルツハイマー病等) とどのようにリンクするかを理解を目指しており、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 】

- 1) Talukdar Muhammad Waliullah, Akter MST Yeasmin, Atsuki Kaneko, Naoki Koike, Mashu Terasawa, Takaya Totsuka and Takashi Ushimaru\* (2017) Rim15 and Sch9 kinases are involved in induction of autophagic degradation of ribosomes in budding yeast. **Biosci Biotechnol Biochem.** 2017 81(2):307-310. PMID: 27659307.
- 2) Akter MST Yeasmin, Talukdar Muhammad Waliullah, Akihiro Kondo, Atsuki Kaneko, Naoki Koike and Takashi Ushimaru\* (2016) Orchestrated action of PP2A antagonizes Atg13 phosphorylation and promotes autophagy after the inactivation of TORC1. **PLOS ONE.** 11(12):e0166636. PMID: 27973551
- 3) Yuhki Hatano, Koike Naoki, Asuka Suzuki, and Takashi Ushimaru\* (2016) Positive feedback promotes mitotic exit via the APC/C-Cdh1-separase-Cdc14 axis in budding yeast. **Cell Signal.** 2016 28(10):1545-1554. PMID: 27418100
- 4) Yoshihito Shimizu, Masayoshi Nagai, Akter MST Yeasmin, Naoki Koike, Muhammad Waliullah Talukdar and Takashi Ushimaru\* (2016) Elucidation of novel budding yeast separase mutants. **Biosci Biotechnol Biochem.** 473-8. PMID: 26523765

【 国内学会発表件数 】

- ・ 8 件

## キノコの化学・科学

兼任・教授 河岸 洋和 (KAWAGISHI Hirokazu)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：グリーン科学技術研究所  
グリーンケミストリー研究部門)  
(副担当：農学部 応用生命科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 応用生物化学コース)  
専門分野：天然物化学、生物有機化学、生化学  
e-mail address: kawagishi.hirokazu@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/biochem/index.html>  
<http://www.agr.shizuoka.ac.jp/abc/mfchem/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：河岸 洋和、崔 宰薫（総合科技研助教）、呉 静（グリーン研特任助教）  
研 究 員：山下 起三子（学術研究員）  
博士課程：邱 偉涛（創造科技院 D3）、松崎 信生（創造科技院 D3）  
修士課程：M2（3名）、M1（7名）  
学 部 生：B4（7名）

### 【 研究目標 】

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

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) フェアリー化合物の生合成経路の解明

フェアリーリングを惹起する化合物（フェアリー化合物）のコムラサキシメジにおける生合成経路の一部を解明した（論文 No. 7）。

#### (2) キノコからの新規機能性物質の精製、構造決定

中国に自生するキノコ *Russula vinosa* とキシメジから植物生長制御活性を持つ化合物を、人工栽培した冬虫夏草から癌細胞の生育を阻害する物質を発見した（論文 No. 4, 9, 10）。

#### (3) フェアリー化合物の効率的な生産方法の開発

フェアリー化合物の一つ AOH の微生物による効率的な生産方法を開発した（論文 No. 5）。

### 【 今後の展開 】

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

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Harada, E., Morizono, T., Sumiya, T., and Kawagishi, H., Effect of the medicinal mushroom, *Grifola gargal* (Agaricomycetes), on bone turnover markers and serum lipids in middle-aged and elderly Japanese women, *Int. J. Med. Mushr.*, 18(1), 1–7 (2016)
- 2) Yamamoto, T., Tsunematsu, Y., Hara, K., Suzuki, T., Kawagishi, H., Noguchi, H., Hashimoto, H., Tang, Y., Hotta, K., and Watanabe, K., Oxidative trans-to-cis isomerization of olefin in polyketide biosynthesis, *Angew. Chem., Int. Ed.*, 55, 6207–6210 (2016).
- 3) Hirayama, Y., Yamagishi, K., Suzuki, T., Kawagishi, H., Kita, M., and Kigoshi, H., Analysis of the Aplyronine A-induced protein–protein interaction between actin and tubulin by surface plasmon resonance, *Bioorg. Med. Chem.*, 24, 2809–2814 (2016). doi:10.1016/j.bmc.2016.04.049

- 4) Choi, J-H., Kikuchi, A., Pumkaeo, P., Hirai, H., Tokuyama, S., and Kawagishi, H., Bioconversion of AHX to AOH by resting cells of *Burkholderia contaminans* CH-1, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 80, 2045-2050 (2016).
- 5) Matsuzaki, N., Wu, J., Kawaide, M., Choi, J-H, Hirai, H., and Kawagishi, H., Plant growth regulatory compounds from the mushroom *Russula vinosa*, *Mycoscience*, 57, 404-407 (2016)
- 6) Nakamura, H., Takada, K., Matsunaga, S., Kawagishi, H., Okada, S., Effects of 2-azahypoxanthine on extracellular terpene accumulations by the green microalga *Botryococcus braunii*, race B, *Algal Res.*, 20, 267-275 (2016).
- 7) Suzuki, T., Yamamoto, N., Cho, Δ-H., Takano, T., Sasaki, Y., Terashima, Y., Ito, A., Dohra, H., Hirai, H., Nakamura, Y., Yano, K., and Kawagishi, H., The biosynthetic pathway of 2-azahypoxanthine in fairy-ring forming fungus., *Sci. Rep.*, 6, 39087(2016).
- 8) Mori, T., Wang, J., Tanaka, Y., Nagai, K., Kawagishi, H. and Hirai, H., Bioremediation of the neonicotinoid insecticide clothianidin by the white-rot fungus *Phanerochaete sordida* J. *Hazard. Mater.* 321, 586-590 (2017)
- 9) Qiu, W., Kobori, H., Wu, J., Choi-H., Hira, H., and Kawagishi, H., Plant growth regulators from the fruiting bodies of *Tricholoma flavovirens*, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 81(3), 441-444 (2017) ・
- 10) Qiu, W., Wu, J., Choi-H., Hira, H., Nishida, H., and Kawagishi, H., Cytotoxic compounds against cancer cells from *Bombyx mori* inoculated with *Cordyceps militaris*, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, in press.

他 8 編

【 解説・特集等 】

- 1) 河岸洋和, フェアリー化合物を追って—新たな植物成長促進物質の発見と応用への期待, *化学*, 71(6),12-15 (2016)

【 特許等 】

- 1) 特許第 5915982 号, 名称: イミダゾール誘導体, 出願人: 静岡大学, 発明者: 河岸洋和, 崔 宰熏, 登録日: 2016. 4. 15
- 2) 特許第 6054199 号, 名称: コレステロール吸収阻害剤, 出願人: 株式会社ファンケル, 静岡大学, 発明者: 千場智尋, 櫻田剛史, 魚津伸夫, 河岸洋和, 登録日: 2016. 12. 9
- 3) 中国特許第 103649092, 名称: Imidazole Derivative, 出願人: BASF SE, 発明者: 河岸洋和, 崔 宰熏, 登録日: 2016. 8. 17

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本農芸化学会、天然有機化合物討論会など 17 件

【 招待講演件数 】

- ・ 北海道大学大学院薬学研究院講演会など国内 2 件

【 新聞報道等 】

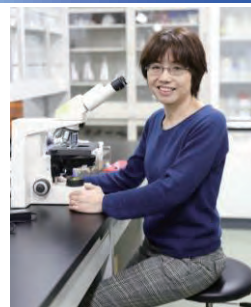
- 1) 産経新聞 (2016. 9. 19)
- 2) TBS テレビ (全国放送) (2016. 9. 19)
- 3) SBS テレビ (2016. 12. 12)
- 4) 静岡第一テレビ (2017. 2. 27)
- 5) 静岡朝日放送 (2017. 3. 7)

【 受賞・表彰 】

- 1) 河岸洋和, 平成 28 年度日本農学賞 (日本農学会 (50 の農学系学協会の集合体)) (2016. 4. 5) 「キノコの産生する 2 次代謝産物に関する天然物化学的研究」
- 2) 河岸洋和, 第 53 回読売農学賞 (読売新聞社) (2016. 4. 5) 「キノコの産生する 2 次代謝産物に関する天然物化学的研究」

## タンパク質の品質管理とストレス応答

兼任・教授 木村 洋子 (KIMURA Yoko)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：農学部 応用生命科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 応用生物化学コース)  
専門分野： 細胞生物学、分子生物学  
e-mail address: kimura.yoko@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://kimurapqchs.agr.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員：木村 洋子

修士課程：M1 (4名)

学部4年：3名

### 【 研究目標 】

タンパク質はあらゆる生命現象に関わる重要な分子であり、タンパク質が正常に機能するために、細胞内ではタンパク質の品質を管理するシステムが働いている。本研究室ではタンパク質の品質管理とストレス応答の関係を出芽酵母を用いて明らかにすることを目標としている。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 持続的熱ストレス応答の解析
- (2) ユビキチンのホメオスタシスとストレス応答
- (3) ユビキチン関連シャペロン VCP/Cdc48 の機能解析

### 【 主な研究成果 】

出芽酵母をモデルにして、限界温度を持続的に長時間与えた熱ストレスに対する生体の耐性メカニズムを解明している。このストレスに対しては、野生株では比較的高い生存率を示すが、ポリユビキチンの変異株 *ubi4* では感受性を示す。現在までに、持続的熱ストレス後に液胞構造のドラスティックな変化や核構造の変化を見出した。また、このストレス後には、胞子形成を行わない一倍体酵母においても、胞子壁形成に必要な多くの遺伝子の発現誘導が起きることも見出した。

### 【 今後の展開 】

液胞構造の変化については、持続的熱ストレス後に、液胞の中に数珠つなぎになっている陥入構造を見出した。これらがどのように形成されるかを各種変異株、及び種々の GFP 融合タンパク質を発現させて解析する。

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) 14<sup>th</sup> International Congress on Yeasts

### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 第 39 回日本分子生物学会





## 肝臓の発生・分化・再生における細胞社会学

兼任・教授 塩尻 信義 (SHIOJIRI Nobuyoshi)  
バイオサイエンス専攻 (主担当: 理学部 生物科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)  
専門分野: 発生生物学、再生医工学  
e-mail address: shiojiri.nobuyoshi@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~sbnsbio/NS-Lab-J.html/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 塩尻 信義

博士課程: D3 (1名)

修士課程: M2 (3名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

我々は、肝臓の発生・分化・再生過程における細胞社会の構築メカニズムを明らかにするとともに、そのメカニズムの再生医療への応用について研究を進めている。特に、肝臓の発生・分化・再生に異常を来したモデルマウスを用いたり、発生過程における肝幹細胞を単離精製し、細胞交代型人工肝臓モデルの開発や細胞移植治療などへの応用を考えている。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 肝幹細胞である肝芽細胞の増殖・分化メカニズムの解明と人工組織化
- (2) 胎生期肝臓を構成する各細胞種間の相互作用の分子基盤の解明
- (3) 遺伝子欠失マウスを用いた胆管上皮細胞分化の分子メカニズムの解明
- (4) 肝再生における HGF などの働きの解明
- (5) 幹細胞からの肝臓誘導

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 肝幹細胞である肝芽細胞の増殖・分化メカニズムの解明

マウス肝臓発生過程で、門脈周囲に位置した肝芽細胞は間充織の誘導を受け、胆管上皮細胞に分化する。このメカニズムとして、間充織で発現する Jag1 や細胞外マトリックスが重要とされている。これを検証するために、胎生期肝臓細胞の3次元培養系において、細胞外マトリックスや Jag1 ペプチドを培地に添加しその効果を調べた。結果、これらの添加により肝芽細胞において胆管マーカーの発現が上昇したが、完全な胆管上皮細胞に分化誘導することはできなかった。門脈間充織にはさらなる胆管誘導因子が存在する可能性がある。

#### (2) 肝再生における肝細胞の増殖パターンの解明

部分肝切除による肝臓再生系において、肝細胞が娘細胞をどのように配置するか、モザイクマウスを用いて数理科学的に解析した。再生後のモザイクパターンをフラクタル解析したところ、モザイク像はフラクタル次元をもち、娘細胞の配置はランダムにおこり、解剖学的な構造とは無関係であることが明らかとなった。

#### 【 今後の展開 】

我々は上記のように、肝臓の発生・分化・再生における細胞社会学の全貌の解明をめざしており、これを人工組織の作出に応用したいと考えている。当面の課題は、肝芽細胞やそれ以外の非実質細胞の単離精製法の確立や、それぞれの細胞のインビトロ増幅や分化・成熟化を制御できる細胞外環境設計である。特に、増殖・分化・組織形成能力の著しい胎生期肝臓の細胞から、成体肝臓の機能レベルまで成熟化させた肝臓組織を構築することが将来的な目標である。また、肝臓変異マウスを利用し、肝臓の発生・分化・再生の分子メカニズムを解明、この成果を肝芽細胞の人工組織化に応用していきたい。主たる専門は発生生物学であるが、医学、工学を融合した学際研究にも挑戦したい。

#### 【 学術論文・著書 】

1) #Fukuda, T., #Fukuchi, T., Yagi, S. and Shiojiri, N. (2016) Immunohistochemical analyses of cell cycle progression and gene expression of biliary epithelial cells during liver regeneration after partial hepatectomy of the mouse. *Exp. Anim.*, 65, 135-146. #Equally contributed.

#### 【 国際会議発表件数 】

・ 2 件

#### 【 国内学会発表件数 】

・ 肝細胞研究会、日本動物学会等 6 件

## 脊椎動物の環境適応機構と内分泌現象

兼任・教授 鈴木 雅一 (SUZUKI Masakazu)  
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: 生理学、内分泌学  
e-mail address: sbmsuzu@ipc.shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員: 鈴木 雅一  
博士課程: 坂本 丞 (創造科技院 D3)  
修士課程: M1 (1名)

### 【 研究目標 】

脊椎動物全般に及ぶ基本的な生命現象、および動物の多様性と関連した固有の生命現象を解明し、得られた成果を、動物の多様性の保全や医療への応用に役立てる。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 両生類の環境適応機構および多様性をもたらす原理の解明
- (2) ホルモン遺伝子の特異的発現機構の解明
- (3) 内分泌器官の形成機構の解明と内分泌細胞の分化誘導系の確立
- (4) 新規機能分子の同定と応用

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 甲状腺の遺伝子発現に重要な転写因子の解明

魚類のニジマスを用いて、転写因子 Nkx2-1 を同定し、鰓後腺で発現していることを示した。さらに、ルシフェラーゼアッセイにより、ニジマス Nkx2-1 がニジマス・カルシトニン遺伝子上流からの転写を促進することを示した。また、ゲルシフトアッセイにより、Nkx2-1 がニジマス・カルシトニン遺伝子上流に位置する2つのエンハンサーに直接結合することを確認した。本結果とこれまでの成果を総合することにより、「脊椎動物の誕生後、当初は Nkx2-4 が甲状腺濾胞上皮細胞で甲状腺ホルモンの合成に関与し、Nkx2-1 が鰓後腺でカルシトニンの合成に関与していたが、哺乳類では Nkx2-1 が双方のホルモン合成に関与するように移行した」という進化の道筋が考察された。

#### (2) HRM (高解像度融解温度曲線解析) 法を利用したジェノタイピング法の開発

TILLING 法により得られたクラスタリン・ヘテロ変異体メダカを交配して、ホモ変異体メダカを作出する過程で、変異体を選別する際に有効な HRM (高解像度融解温度曲線解析) 法を改良し、ホモ変異体も簡便に選別できる手法を開発した。本成果は、クラスタリンの機能解析ならびに変異体の選別一般に大きく貢献するものと考えられる。

#### (3) カエルツボカビ症に関する病理・生理学的研究

樹上生種のイエアメガエルはカエルツボカビに感受性が高く、個体数の減少が懸念されている。本種の皮膚に発現するホルモン応答性 AQP6/a2S に対して特異抗体の作製に成功した。本

抗体を使用することにより、カエルツボカビ症の病理組織学的解析において、AQP6/a2S の局在の攪乱についても調べるが可能となった。

#### 【 今後の展開 】

##### (1) カルシトニン遺伝子の発現機構

カルシトニン遺伝子が特定の内分泌細胞だけで著しく活性化される転写調節機構については不明な点が多い。ニジマスの転写因子に関する解析を契機にして、脊椎動物に共通する本機構の核心的な分子機構を明らかにしていきたいと考えている。

##### (2) 両生類の環境適応におけるアクアポリンの役割

両生類は現在、世界的に生息数の急激な減少が懸念されており、カエルツボカビも大きな脅威である。カエルツボカビがアクアポリンの発現に及ぼす影響を解析するのが、今後の重要な課題のひとつである。また、極限的な乾燥環境に対する両生類の順応機構をアクアポリンの観点から解析することにより、砂漠化の生物に与える影響について明らかにしていきたいと考えている。

#### 【 解説・特集等 】

- 1) 鈴木 雅一, (2016) ホルモンから見た生命現象と進化シリーズ, 第5巻, ホメオスタシスと適応—恒一, 第7章 皮膚. 裳華房, 106~121頁
- 2) 鈴木 雅一, (2016) 動物の事典, 9.5.5 甲状腺, 朝倉書店 (印刷中) .
- 3) 鈴木 雅一, (2016) 動物の事典, 9.5.6 副甲状腺・鰓後腺・甲状腺傍濾胞細胞, 朝倉書店 (印刷中)
- 4) 鈴木 雅一, (2016) 動物の百科事典 7, 動物の生理と神経系 ⑦-5 水チャネル, 丸善出版 (印刷中)

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Experimental Biology 2016 (米国 San Diego)

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・平成 28 年度日本動物学会中部支部大会 3 件
  - ・第 41 回日本比較内分泌学会大会 (神奈川) 2 件
  - ・第 3 回「水シグナリングの分子動態から病態へ」研究会 (福井) 1 件
- 計 6 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 第 3 回「水シグナリングの分子動態から病態へ」研究会 (福井)
- 2) 第 41 回日本比較内分泌学会大会 (神奈川)

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 平成 28 年度 Zoological Science Award (2016.11) 日本動物学会 (共著)

## 生命環境倫理学の構築 ——生、死、環境をめぐる

兼担 (サブコア)・教授 竹之内 裕文 (TAKENOUCHI Hirobumi)  
バイオサイエンス専攻 (主担当: 農学部 生物資源科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 共生バイオサイエンスコース)  
専門分野: 哲学、倫理学、死生学  
e-mail address: takenouchi.hirobumi@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員: 竹之内 裕文、藤本 穰彦

博士課程: 齊藤 美恵 (創造科技院 D3、社会人)、松尾 和光 (創造科技院 D3、社会人)、松原 英治 (創造科技院 D2)

修士課程: M2 (1名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

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

### 【 今後の展開 】

(1) 2017年度は2018年3月にWelcome Trust (英国) 研究助成 (Senior Investigator Award) による共同研究 “Interventions at the end of life - social, comparative and historical analysis to promote global improvement” (研究代表者 David Clark, Professor of University of Glasgow) International Advisory Group の会議が開催される予定である。これに参加するため渡英する機会を活かして、英国のホスピスを視察するとともに、欧州の国際学会で研究発表をしたい。

(2) 今年度で科学研究費・基盤研究 (C) の研究期間が満了するので、well-being 概念を糸口に、社会福祉学、教育学、心理学、看護学、農学、開発学分野の国内外の研究者と連携し、基盤研究 (B) に応募する予定である。

### 【 学術論文・著書 】

1) 竹之内裕文 (編著): 喪失とともに生きる—対話する死生学、ポラーノ出版、308頁 (執筆担当: 7-16頁、282-303頁)、2016.4.27

### 【 国内学会発表件数・招待講演件数 】

1) 岡部健先生が遺したものの「解放空間」としてのタナトロジー研究会——死すべきものの連帯をもとめて、日本死の臨床研究会、第40回研究会・震災関連特別企画、札幌コンベンションセンタ

一、2016. 10. 9

- 2) バイエル薬品研修会 (Better Life Initiative 2016) 講師、ハービスPLAZA、2016. 12. 21
- 3) 静岡いのちの電話講演会講師、静岡市葵生涯学習センター (アイセル21)、2017. 1. 22

【 科学研究費の採択状況 (平成 28 年度)】

- 1) 基盤研究 (C) 平成 27-29 年度、臨床現場との対話に基づくホスピス・緩和ケアの哲学の構築、研究代表者、研究経費：117 万円 (27 年度)、182 万円 (28 年度)、182 万円 (29 年度)
- 2) 基盤研究 (B) 平成 26-28 年度、持続可能な食農システムをめざす倫理的行動規範の構築：住民参加型アプローチの可能性、研究分担者、研究経費：286 万円 (26 年度)、169 万円 (27 年度) 195 万円 (28 年度)

【 その他 】

- 1) 死生学カフェ (5 月、7 月、9 月 11 月、1 月、3 月) と哲学カフェ (4 月、6 月、8 月、10 月、12 月、2 月) を主宰した。
- 2) 平成 28 年度在宅ターミナル看護支援事業 在宅ターミナルケア研修の講師 (中部地区、西部地区) を務めた。
- 3) Welcome Trust (英国) の研究助成による国際研究 (グラスゴー大学) の International Advisory Board のメンバーとして、国際会議に招待参加した。(2016. 9. 6-8)
- 4) 牧之原やまばと学園ケアセンター野ばら職員研修会で講師を務めた。(2016. 9. 24)
- 5) 東京農業大学公開講座で講師を務めた。(2016. 11. 12)

## 卵成熟・受精の分子機構

兼担・教授 徳元 俊伸 (TOKUMOTO Toshinobu)  
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: 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 : シミ・ラニ・ロイ (創造科技院 D3、私費)、ワンラダ・クラングヌラック (創造科技院 D2、環境リーダー)、王 軍 (創造科技院 D2、私費)、宮寄 岳大 (創造科技院 D2、学振 DC1)

修士課程 : M2 (3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、機能の解明を中心課題としている。また、独自に開発した産卵誘導法により排卵誘発に関わる遺伝子の同定を目指している。一方、魚類生殖に与える内分泌かく乱物質 (環境ホルモン) の影響評価のテーマも継続して進めている。当面の研究目標を以下に列記する。

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) ノンゲノミック反応を伝達する新規ステロイド膜受容体の構造と機能に関する研究

ステロイド膜受容体遺伝子に変異をもつノックアウトメダカを逆遺伝学的手法による分離を進め、受容体遺伝子群 3 種類について各 3~4 系統を分離した。今年度は 3 重変異の系統の作出に成功したが、それでも特に以上は見られなかった。さらに 4 重変異系統の作出を開始した。

一方、メダカのステロイド膜受容体タンパク質についてはこれまでに報告がなされていないため、第一歩として mPR $\alpha$  タンパク質について培養細胞による発現を行い、ステロイド結合特性や卵成熟における機能について解析を進めた。培養細胞への遺伝子導入については新たに蛍光タンパク質との Dual expression の系を導入し、mPR $\alpha$  発現細胞のクローン化に成功した。また、Vivo-morpholino という新たなアンチセンスオリゴを用いて生体内で mPR $\alpha$  をノックダ

ウンし、mPR $\alpha$ が卵成熟誘起ホルモンの受容体としてはたらいっていることをより明確に示すことに成功した（学術論文1）。

## （2）脊椎動物の排卵誘導機構に関する研究

我々はゼブラフィッシュ生体を用いた簡便な化学物質のアッセイ法を確立している（特許4501002, 4528973）。この方法はゼブラフィッシュの産卵誘発法としても利用でき、DESやテストステロンを用いることで卵成熟のみを誘導することが可能である。これらを組み合わせることで排卵誘導の際に発現上昇する遺伝子群を捉えることが可能になった。我々はこの実験系を用いることで排卵誘導経路の解明を目指している。本年度、マイクロアレイ法により排卵誘導遺伝子候補のリストアップに成功し、論文として発表した（学術論文2）。

### 【 今後の展開 】

長期間を有しているステロイド膜受容体の遺伝子変異動物を用いた機能証明についてメダカ4重変異系統による証明と平行し、新たにCRISPR/Cas9法による遺伝子編集も進め機能の証明を目指す。

排卵誘導遺伝子候補の論文として公表できた。今後はRNA-seqにより新たに加わった排卵誘導遺伝子候補についても論文としての公表を目指す。また、これらの候補遺伝子群についてCRISPR/Cas9法による遺伝子編集により機能の証明を目指す。一方、我々は卵巣発光性透明化ゼブラフィッシュシステムを用いた実験で内分泌かく乱物質の次世代影響についても確証的なデータを得ている。内分泌かく乱物質の影響が魚類の子世代、孫世代にわたって伝わっていくという懸念すべき結果である。人類も同様の悪影響を受けている可能性があり、情報提供のため早期の公表を目指したい。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Shimi Rani Roy, Jun Wang, Mikiko Nakashima, Toshinobu Tokumoto (2017) Characterization of membrane progesterin receptor  $\alpha$  (mPR $\alpha$ ) of the medaka and role in the induction of oocyte maturation. **Biomedical Research**, 38(1), 79-87. February
- 2) Wanlada Klangnurak, Toshinobu Tokumoto (2017) Fine selection of up-regulated genes during ovulation by *in vivo* induction of oocyte maturation and ovulation in zebrafish. **Zoological Letters** 3,2. DOI 10.11186/s40851-017-0065-8 February

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) **Approaches for detailed analysis of membrane progesterin receptor (mPR) protein and for physiological roles of mPR** Md. B. Hossain, M. Nakashima, Md. R. Rana, J. Wang and T. Tokumoto 8<sup>th</sup> International Symposium of Fish Endocrinology June28-July2 2016 Gothenburg Sweden

### 【 国内学会発表件数 】

- ・日本動物学会 3件
- ・日本比較内分泌学会 1件



## タンパク質の機能を制御する小分子の創出

兼任・教授 轟 泰司 (TODOROKI Yasushi)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：農学部 応用生命科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 応用生物化学コース)  
専門分野： 生物有機化学  
e-mail address: [todoroki.yasushi@shizuoka.ac.jp](mailto:todoroki.yasushi@shizuoka.ac.jp)  
homepage: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/abc/npchem/index.html>  
<http://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/npchem/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：轟 泰司

博士課程：中谷 昌央 (創造科技院 D3、社会人)、三村 尚毅 (創造科技院 D1)

修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

植物ホルモンの生合成・受容・代謝不活性化のメカニズムを有機化学のレベルで解明することを目標として、生合成・受容・代謝不活性化を化学的に制御できる以下の分子の開発とその応用について研究している。

- (1) 植物 P450 アイソフォーム選択的アゾール系阻害剤
- (2) 植物ホルモン受容体アンタゴニストの創出
- (3) その他、植物ホルモン研究のための様々な化学ツール開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) アブシジン酸受容体アンタゴニストの創出

アブシジン酸受容体 PYL の結晶構造を基盤とした分子設計により、PYL を選択的に阻害する化合物 PANMe の創出に成功した。この物質はアブシジン酸の作用を一時的に打ち消すことができるため、発芽促進剤としての応用が期待される。本化合物は「アブシジン酸誘導体」として PCT 出願後に JST 外国特許出願支援 (指定国移行) に応募し採択されたため、アメリカ合衆国、中国ならびにヨーロッパへの移行手続きを行った。

#### (2) アブシジン酸代謝不活性化酵素の特異的阻害アブシナゾールの応用研究

植物の乾燥耐性を司る植物ホルモン・アブシジン酸の代謝不活性化酵素 CYP707A を特異的に強く阻害するアブシナゾール E2B の改良を行い、新規化合物としてアブシナゾール E3M を創出し、国際誌 (Scientific Reports) に報告した。また、これを用いた植物乾燥耐性付与技術の実用化研究が進行中であり、本化合物は「アブシナゾール」として PCT 出願後に JST 外国特許出願支援 (指定国移行) に応募し採択されたため、アメリカ合衆国、中国ならびにヨーロッパへの移行手続きを行った。

### 【 今後の展開 】

引き続き、植物ホルモンの生合成・代謝に関わる酵素に対する選択的な阻害剤の開発および応用展開を行っていきたい。我々の開発した阻害剤は、植物の特定の機能を可逆的にノックダウンする化学ツールとして様々な植物科学研究に有用であるだけでなく、植物調節剤として実用化さ

れる可能性も大いに秘めていることを、今後さらに示していきたい。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Takeuchi, J.; Okamoto, M.; Ryosuke, M.; Kanno, Y.; Ohnishi, T.; Seo, M.; Todoroki, Y.: Abscinazole-E3M, a practical inhibitor of abscisic acid 8'-hydroxylase for use in drought tolerance improvement, *Sci. Rep.* **2016**, *6*, 37060.
- 2) Nakatani, M.; Ito, M.; Yoshimura, T.; Miyazaki, M.; Ueno, R.; Kawasaki, H.; Takahashi, S.; Todoroki, Y.: Synthesis and herbicidal activity of 3-[[hetero]aryl]methanesulfonyl-4,5-dihydro-1,2-oxazole derivative; Discovery of the novel pre-emergence herbicide pyroxasulfone, *J. Pestic. Sci.* **2016**, *41*, 133-144.
- 3) Sales, L.; Ohara, H.; Ohkawa, K.; Saito, T.; Todoroki, Y.; Srilaong, V.; Kondo, S.: Salt tolerance in apple seedlings is affected by an inhibitor of ABA 8'-hydroxylase CYP707A, *J. Plant Growth Regul.* **2017**, in press.

#### 【 特許等 】

- 1) 轟 泰司, 久保尻由貴 : 「アブシナゾール」, PCT/JOP2015/076335 (米国出願番号 15/514096, 中国出願番号 201580051283.5, 欧州出願番号 15845442.1)
- 2) 轟 泰司, 三村尚毅 : 「アブシジン酸誘導体」, PCT/JP2015/076336 (米国出願番号 15/513765, 中国出願番号 201580051292.4, 欧州出願番号 15843429.0)

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 2件 (22nd International Conference on Plant Growth Substances)

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 6件 (植物化学調節学会、日本農芸化学会)

#### 【 新聞報道等 】

- 1) 静岡新聞「植物の乾燥耐性向上へ 化合物生成に成功 静岡大教授ら」(2016.11.23)

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 植物化学調節学会第51回大会 優秀発表賞 (2016.10) 三村尚毅「ABA受容体PYLの強力なアンタゴニストPANMeの生物活性とその構造基盤」

## 有用遺伝子の発現による生物機能の革新的利用

兼任・教授 朴 龍洙 (PARK Enoch Y.)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：グリーン科学技術研究所  
グリーンケミストリー研究部門)  
専門分野： 分子生物学、遺伝子発現  
e-mail address: park.enoch@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/biotech/park/>



### 【 研究室組織 】

教 員：朴 龍洙、加藤 竜也、宮崎 剛亜  
研 究 員：Syed Rahin Ahmed (学術研究員)、Oluwasesan Adegoke (JSPS 外国人特別研究員)  
博士課程：内山 博文 (創造科技院 D3)、Hamizah Suhaimi (創造科技院 D1)  
修士課程：M2 (6名)、M1 (7名)

### 【 研究目標 】

ヒト由来のタンパク質について生物機能を有する形で効率的に発現できる研究を進めている。また、カイコバイオテクノロジーを応用して発現したウイルス様粒子を薬物送達系としての応用を進める。また、分子ビーコンプローブによる新規ウイルス検出系を開発する。

- (1) カイコを用いた高機能性ナノマテリアル「ウイルス様粒子」の創成
- (2) バクミド発現系を用いた高分子量タンパク質の効率的発現・精製及び機能解析
- (3) ナノ物質複合体によるウイルスの検出システムの開発

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 分子ビーコンプローブによるウイルスの検出

前年度種々の新規量子ドットを設計し、光学的性質を調べ、今年度は様々なウイルスの検出に応用した(ノロウイルス: Biosens. Bioelectron., 86, 135–142 (2016); インフルエンザウイルス: J. Mater. Chem. B, 4, 1489–1498 (2016), Biosens. Bioelectron., 80, 483–490 (2016))。1ml 溶液に中の数十コピー程度のウイルスを検出することができ、バイオセンサー関係の最も高い IF の雑誌に掲載できた。

#### (2) バクミド発現系を用いた高分子量タンパク質の効率的発現・精製及び機能解析

カイコのバキュロウイルスは動物細胞への遺伝子導入ができない。しかし、AcMNPV の GP64 遺伝子を入れ換えることで、動物細胞への遺伝子導入に成功した (Biosens. Bioelectron., 80, 483–490 (2016))。この結果は、カイコ細胞から発現したバキュロウイルスを哺乳類細胞へ遺伝子導入ができる可能性を示した。

#### (3) 金ナノ粒子の革新的利用

陽電荷を示す金ナノ粒子を作製して、金ナノ粒子の触媒活性を生み出し、ウイルス検出に用いたところ、ウイルスの存在を肉眼で確認することができた (Biotechnol. Bioeng., 113(10), 2298–2303 (2016))。これによってウイルスのオンサイト検出が可能となった。

### 【 今後の展開 】

上記の研究 (1) と (3) では、ウイルス検出のオンサイト化への応用、研究 (2) については、動物細胞への遺伝子導入を進める。

【 学術論文・著書 】

- 1) Oluwasesan Adegoke and Enoch Y. Park, Gold Nanoparticle-Quantum Dot Fluorescent Nanohybrid: Application for Localized Surface Plasmon Resonance-induced Molecular Beacon Ultrasensitive DNA Detection, *Nanoscale Res. Lett.*, 11:523 (2016). DOI: 10.1186/s11671-016-1748-3 (IF=2.584).
- 2) Tatsuya Kato, Saki Sugioka, Kohei Itagaki, and Enoch Y. Park, Gene transduction in mammalian cells using *Bombyx mori* nucleopolyhedrovirus assisted by glycoprotein 64 of *Autographa californica* multiple nucleopolyhedrovirus, *Sci. Rep.*, 6: 32283 (2016). doi:10.1038/srep32283 (IF5.578)
- 3) Oluwasesan Adegoke, Min-Woong Seo, Tatsuya Kato, Shoji Kawahito, Enoch Y. Park, An ultrasensitive alloyed SiO<sub>2</sub>-encapsulated CdZnSeS quantum dot-molecular beacon nanobiosensor for norovirus RNA, *Biosens. Bioelectron.*, 86, 135–142 (2016). doi.org/10.1016/j.bios.2016.06.027 (IF7.476)
- 4) Oluwasesan Adegoke, Enoch Y. Park, Size-confined fixed-composition and composition-dependent engineered band gap alloying induces different internal structures in L-cysteine-capped alloyed quaternary CdZnTeS quantum dots, *Sci. Rep.*, 6: 27288 (2016). doi:10.1038/srep27288 (IF5.578)
- 5) Syed Rahin Ahmed, Junghyo Kim, Tetsuro Suzuki, Jaebeom Lee, and Enoch Y. Park, Detection of influenza virus using peroxidase-mimic of gold nanoparticles, *Biotechnol. Bioeng.*, 113(10), 2298–2303 (2016). (IF=4.243) DOI 10.1002/bit.25982
- 6) Syed Rahin Ahmed, Jeonghyo Kim, Tetsuro Suzuki, Jaebeom Lee, and Enoch Y. Park, Enhanced catalytic activity of gold nanoparticle-carbon nanotube hybrids for influenza virus detection, *Biosens. Bioelectron.*, 85, 503–508 (2016). doi:10.1016/j.bios.2016.05.050 (IF=6.409)
- 7) Oluwasesan Adegoke, Min-Woong Seo, Tatsuya Kato, Shoji Kawahito, Enoch Y. Park, Gradient band gap engineered alloyed quaternary/ternary CdZnSeS/ZnSeS quantum dots: An ultrasensitive fluorescence reporter in a conjugated molecular beacon system for the biosensing of influenza virus RNA, *J. Mater. Chem. B*, 4, 1489–1498 (2016). DOI: 10.1039/C5TB02449H (IF=4.725).
- 8) Oluwasesan Adegoke, Tatsuya Kato, Enoch Y. Park, An ultrasensitive alloyed near-infrared quaternary quantum dot-molecular beacon nanodiagnostic bioprobe for influenza virus RNA, *Biosens. Bioelectron.*, 80, 483–490 (2016). DOI:10.1016/j.bios.2016.02.020 (IF=6.409)
- 9) Susanne Katharina Schwechheimer, Enoch Y. Park, José Luis Revuelta, Judith Becker, Christoph Wittmann, *Biotechnology of riboflavin*, *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 100(5),2107–2119, (2016). DOI 10.1007/s00253-015-7256-z (IF=3.337).
- 10) Makoto Ogata, Yasushi Chuma, Yoshinori Yasumoto, Takashi Onoda, Myco Umemura, Taichi Usui, Enoch Y. Park, Synthesis of tetravalent LacNAc-glycoclusters as high-affinity cross-linker against *Erythrina cristagalli* agglutinin, *Bioorg. Med. Chem.*, 24, 1–11, (2016). <http://dx.doi.org/10.1016/j.bmc.2015.11.026> (IF=2.793)

他 7 編

【 特許等 】

- ・ 出願 1 件、登録 1 件

【 国際会議発表件数 】

- ・ 3 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 18 件

【 招待講演件数 】

- ・ 3 件

【 主催・共催シンポジウム 】

- ・ 第 68 回日本生物工学会大会 (2016.9) [役割] 責任者 [開催場所] 富山国際会議場 [備考] 実行運営委員としてシンポジウムを担当した。

## 植物における環境ストレスタンパク質

兼担・教授 原 正和 (HARA Masakazu)  
 バイオサイエンス専攻 (主担当：グリーン科学技術研究所  
 グリーンバイオ研究部門)  
 専門分野： 植物生理学  
 e-mail address: hara.masakazu@shizuoka.ac.jp  
 homepage: http://www.agr.shizuoka.ac.jp/abc/envplant/index.html



### 【 研究室組織 】

教 員：原 正和  
 修士課程：M2 (1名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

本グループにおける最終的な目標は、植物特有の機能を物質レベルで理解し、その機能を有効利用するための学術情報を蓄積し、社会に発信することにあります。具体的には、次の2つの課題を設定し、研究に取り組んでいます。

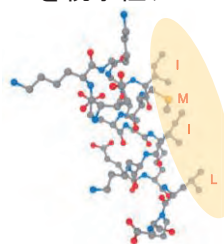
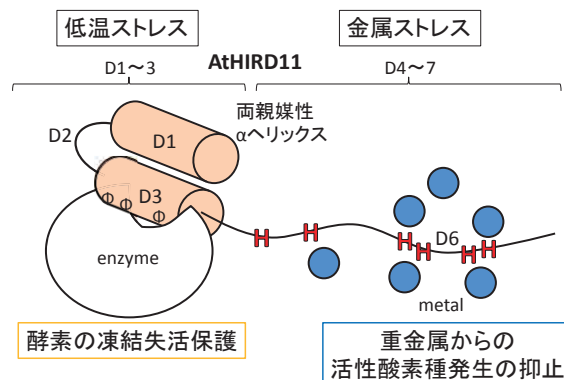
- (1) 植物の低温ストレスタンパク質の機能研究
- (2) 植物の熱耐性を高める資材の研究開発

### 【 主な研究成果 】

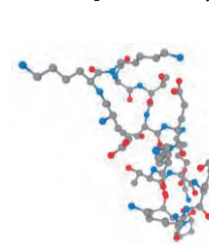
#### (1) 植物の低温ストレスタンパク質の機能研究

植物は、過酷な環境に耐えるため、LEA タンパク質と呼ばれる一連のタンパク質を合成します。LEA タンパク質は、最近では、植物のみならず、極限環境で生存するセンチュウやクマムシなどにも見いだされ、生物のストレス耐性の根幹を担う重要なタンパク質と目されています。しかし、LEA タンパク質の機能は推測の域を出ておらず、科学的データの蓄積が必要です。私たちは、LEA タンパク質の中でも、植物に普遍的に存在し、発現量が多いデハイドリンの機能を進めてきました。

本グループでは、デハイドリンが、低温失活酵素（ここでは低温に弱い酵素で知られる乳酸脱水素酵素を使用）の保護作用が強いことに着目し、この活性が、デハイドリンの極限環境、特に低温における細胞保護作用に関与していると考えました。すでに、デハイドリンの低温失活酵素保護作用を示す活性領域がN末端付近にある事を示し、その一部が、デハイドリンの保存配列であるK-segmentであることを見出していました。そこで、K-segment において、低温保護作用を発揮するために必要なアミノ酸配列特性を調査しました。K-segment の 15 アミノ酸残基を様々な法則性で改変したところ、K-segment に 4 個存在する疎水性アミノ酸のうち、1つを親水性アミノ酸のトレオニンに改変すると活性が低下し、2つ以上を改変すると活性が完全に消失することが判明しました。ペプチド立体モデルを作成すると、オリジナルの K-segment、4つの疎水性アミノ酸を全て親水性アミノ酸に変えた改変 K-segment の両方とも、緩やかなヘリックス構造をとると予想されましたが、オリジナルの K-segment では、4つの疎水性アミノ酸がヘリックスの一方に配列する予測となりました。いずれのペプチドも、希薄バッファー中では、特定の二次構造をとらない無秩序な状態でしたが、界面活性剤を加えると、オリジナルの K-segment のみ、ヘリックス構造へ変化することが示唆されました。



オリジナル  
K-segment  
(高活性)



疎水性アミノ酸改変  
K-segment  
(活性なし)

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

## (2) 植物の耐熱性を高める資材の研究開発

当研究室では、温暖化に起因する農業問題を克服する技術として、植物耐熱性向上剤の開発を行っています。すでに、研究成果の一部は実用化され、2014 年から地域の企業によって商品化されています（サーモザイム®及びサーモテック®）。この物質は、ケシ科の植物が生産するアルカロイドで、サンギナリンといいます。サンギナリンを植物に投与することにより、様々なクラスの熱ショックタンパク質（small HSP、HSP70、HSP90）が生成します。熱ショックタンパク質は、細胞のストレスを緩和するタンパク質であり、植物で熱ショックタンパク質が発現すると、熱耐性が高まることが知られています。サンギナリンをシロイヌナズナに与えると、1 時間以内にこれらのタンパク質が生成しはじめ、2 日経っても蓄積された状態を維持しました。このように、本アルカロイドは、植物体内で熱ショックタンパク質の含量を持続的に高め、ストレス下での細胞の保護に役立っているものと考えられます。興味深いことに、サンギナリンの構造がごくわずか変化した別のアルカロイドでは、この作用が大きく低下します。どうも、アルカロイドであればどれでもよいというわけではないようです。サンギナリンは、コムギのシャペロン活性（変性しつつある蛋白質を修復する活性）を効果的に阻害します。この反応は、シロイヌナズナの熱ショック応答誘導活性を示すポジティブコントロールのゲルダナマイシンでも起こりましたが、熱ショック応答を誘導しないアルカロイドでは起きませんでした。植物体内では、シャペロンが熱ショック応答のセンサーになっている可能性があり、それを効果的に刺激することで、熱ショック蛋白質の発現が高まり、最終的に熱耐性が高まる可能性が示唆されます。われわれは、サンギナリンがこのメカニズムで熱耐性を高めているのではないかと考えており、さらに調査を進めています。

### 【 今後の展開 】

植物におけるストレスや成長に関するタンパク質、二次代謝産物の研究を発展させ、新しいバイオ素材の創出につなげたい。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Masakazu Hara, Takuya Endo, Keita Kamiya, Ayuko Kameyama (2017) The role of hydrophobic amino acids of K-segments in the cryoprotection of lactate dehydrogenase by dehydrins. *Journal of Plant Physiology* 210: 18–23
- 2) Erina Matsuoka, Takumi Matsubara, Ikuo Takahashi, Hiroki Murano, Masakazu Hara (2016) The isoquinoline alkaloid sanguinarine which inhibits chaperone activity enhances the production of heat shock proteins in Arabidopsis. *Plant Biotechnology* 33: 409-413
- 3) Masakazu Hara, Shuhei Monna, Takae Murata, Taiyo Nakano, Shono Amano, Markus Nachbar, Hermann Wätzig (2016) The Arabidopsis KS-type dehydrin recovers lactate dehydrogenase activity inhibited by copper with the contribution of His residues. *Plant Science* 245: 135–14

### 【 解説・特集等 】

- 1) 原 正和 (2016) 「ナノバイオ・テクノロジー」静岡学術出版 静岡大学ナノバイオ科学研究分野編 第1章 植物が作るひらひらしたタンパク質 p.12-28
- 2) 原 正和 (2016) 生物工学会誌 - 94 巻 1 号 p23 バイオメディア 高次構造を持たない無秩序な植物タンパク質

### 【 特許等 】

- 1) 原 正和ほか（発明者）「植物ストレス耐性誘導剤、未熟粒形成を防止する方法、及び暑熱緩和生育方法」特願2016-188659

### 【 国内学会発表件数 】

・日本農芸化学会など 計7件

### 【 招待講演件数 】

・第21回 静岡健康・長寿学術フォーラムなど 計2件

## 木質バイオリファイナリー用担子菌の分子育種 及び白色腐朽菌によるバイオレメディエーション

兼任・教授 平井 浩文 (HIRAI Hirofumi)

バイオサイエンス専攻 (主担当：農学部 応用生命科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 応用生物化学コース)

専門分野： 環境生化学、森林生化学、微生物工学

e-mail address: hirai.hirofumi@shizuoka.ac.jp

homepage: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/biochem/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：平井 浩文、森 智夫 (助教)

修士課程：M2 (3名)、M1 (5名)

学 部 生：6名

### 【 研究目標 】

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 乳酸産生能を有する白色腐朽菌株の分子育種

生分解性プラスチックポリ乳酸の原料である乳酸を木質バイオマスから産生すべく、高活性リグニン分解菌 *Phanerochaete sordida* YK-624 株におけるピルビン酸デカルボキシラーゼ遺伝子をノックダウンしつつ、乳酸産生の鍵酵素である乳酸デヒドロゲナーゼ遺伝子を高発現する株を作出した。その結果、乳酸産生能の付与に成功し、本菌を用いることで、実際にブナ木粉からの乳酸産生が認められた。(J. Biotechnol., 239, 83-89 (2016))

#### (2) 高エタノール産生白色腐朽菌のエタノール発酵メカニズムの解析

高エタノール産生白色腐朽菌 *Phlebia* sp. MG-60 株のエタノール発酵メカニズムを解析すべく RNA-Seq 解析を行った。その結果、グルコースの取り込み、解糖系、エタノール合成すべての関連遺伝子が高発現していることが判明し、エタノール産生能が低い菌と比較した結果、ピルビン酸キナーゼがエタノール発酵における律速段階の酵素であることが判明した。(BMC Genomics, 17, 616 (2016))

#### (3) 白色腐朽菌を用いたイミダクロプリドの分解・無毒化

高活性リグニン分解菌 *P. sordida* YK-624 株を用いて、蜂群崩壊症候群の原因物質であり、人間の神経系統に悪影響を及ぼすネオニコチノイド殺虫剤の一種であるイミダクロプリド (IMI) の分解を試みたところ、窒素制限培地において顕著な分解が認められ、代謝産物として *N*-(2-chlorothiazol-5-yl-methyl)-*N'*-methylurea (TZMU) を同定した。また本分解反応にはシトクロム P450 が関与していることも見出した。さらに、TZMU はマウス神経芽細胞に対して無毒であることを実証した。(J. Hazard. Mater., 321, 586-590 (2017))

### 【 今後の展開 】

一部の白色腐朽菌において、好氣的条件下、木質バイオマスを原料として水素産生能が認められた。つまり、白色腐朽菌はこれまでの概念とは異なる発酵能を有している可能性が示唆されたため、今後は白色腐朽菌を用いた新たな木質バイオリファイナリー技術の構築に向けて、その発

酵メカニズムの解明等を含め、検討を進めていく。また、白色腐朽菌－細菌共生下におけるネオニコチノイド殺虫剤完全分解系の構築も行う。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) W. Qiu, J. Wu, J-H. Choi, H. Hirai, H. Nishida, H. Kawagishi (2017) Cytotoxic compounds against cancer cells from *Bombyx mori* inoculated with *Cordyceps militaris*, Biosci. Biotechnol. Biochem. in press.
- 2) W. Qiu, H. Kobori, J. Wu, J-H. Choi, H. Hirai, H. Nishida, H. Kawagishi (2017) Plant growth regulators from the fruiting bodies of *Tricholoma flavovirens*, Biosci. Biotechnol. Biochem., 81, 441-444.
- 3) T. Mori, J. Wang, Y. Tanaka, K. Nagai, H. Kawagishi, H. Hirai (2017) Bioremediation of the neonicotinoid insecticide clothianidin by the white-rot fungus *Phanerochaete sordida*, Journal of Hazardous Materials, 321, 586-590.
- 4) T. Suzuki, N. Yamamoto, J-H. Choi, T. Takano, Y. Sasaki, Y. Terashima, A. Itoh, H. Dohra, H. Hirai, Y. Nakamura, K. Yano, H. Kawagishi (2016) The biosynthetic pathway of 2-azahypoxanthine in fairy-ring forming fungus. Sci. Rep., 19, 39087.
- 5) T. Mori, H. Kako, T. Sumiya, H. Kawagishi, H. Hirai (2016) Direct lactic acid production from beech wood by transgenic white-rot fungus *Phanerochaete sordida* YK-624, Journal of Biotechnology, 239, 83-89
- 6) N. Matsuzaki, J. Wu, M. Kawaide, J-H. Choi, H. Hirai, H. Kawagishi (2016) Plant growth regulatory compounds from the mushroom *Russula vinosa*, Mycoscience, 57, 404-407.
- 7) T. Mori, G. Koyama, H. kawagishi, H. Hirai (2016) Effects of homologous expression of 1,4-benzoquinone reductase and homogentisate 1,2-dioxygenase genes on wood decay in hyper-lignin-degrading fungus *Phanerochaete sordida* YK-624, Current Microbiology, 73, 512-518.
- 8) J-H. Choi, A. Kikuchi, H. Hirai, S. Tokuyama, H. Kawagishi (2016) Bioconversion of AHX to AOH by resting cells of *Burkholderia contaminans* CH-1, Biosci. Biotechnol. Biochem., 80, 2045-2050.
- 9) J. Wang, T. Suzuki, H. Dohra, S. Takigami, H. Kako, A. Soga, I. Kamei, T. Mori, H. Kawagishi, H. Hirai (2016) Analysis of ethanol fermentation mechanism of ethanol producing white-rot fungus *Phlebia* sp. MG-60 by RNA-seq, BMC Genomics, 17, 616.
- 10) 平井浩文 他 (2016) バイオマス由来の高機能材料 ～セルロース、ヘミセルロース、セルロースナノファイバー、リグニン、キチン・キトサン、炭素系材料～、(株) NTS、155-162 頁、ISBN 978-4-86043-469-4.

#### 【 国内学会発表件数 】

・日本木材学会、日本農芸化学会、日本生物工学会、リグニン討論会など 3 1 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 日本きのこ学会第 20 回大会 公開シンポジウム (2016. 9)

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 平井浩文、第 57 回 日本木材学会賞 (2017. 2) 「高活性リグニン分解菌によるリグニン分解とその応用に関する研究」
- 2) 笠井綾子、シーズ&ニーズビジネスマッチング研究発表会奨励賞 (2016. 9) 「木材腐朽菌によるブタノール産生について」



## プラスチド分化のメカニズムの解明

兼任・教授 本橋 令子 (MOTOHASHI Reiko)  
(主担当：農学部 応用生命科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 共生バイオサイエンスコース)  
専門分野：植物分子遺伝学、植物生理学  
e-mail address: motohashi.reiko@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員：本橋 令子

博士課程：アヌーン ワユディ (創造科技院・バイオサイエンス D3、国費)

修士課程：M2 (6名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

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

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

### 【 主な研究成果 】

#### (1) シロイヌナズナの葉緑体タンパク質の機能解明

葉緑体タンパク質破壊株を用いて、新規光合成活性測定法を開発中である(産学連携研究)。

植物体大型化因子の解明のメカニズムについて報告した(Plant Cell Rep. 36(2):243-254 (2017))。

#### (2) 果実を用いた葉緑体からクロモプラストへの分化機能解明

クロモプラスト分化に関与するタンパク質の機能解析結果の論文投稿準備中。

#### (3) ディーゼルオイル増産のためのジャトロファの種子大型

ジャトロファの遺伝子組換えの方法、及び種子大型のための遺伝子導入について論文が公開された。*The Jatropha Genome. Springer (2017)*

#### (4) リー化合物が植物細胞に与える影響について

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

#### (5) モの疫病蔓延防除

猛威を振るう疫病防除のために、産学官連携研究を推進中である。DNA マーカー等の育種基盤整備をしている。

### 【 今後の展開 】

我々は上記のようにプラスチドの機能解明を中心に研究を進めている。今後はさらに、企業と共同し、新規光合成活性測定装置を用いた植物のストレス評価法の開発やジャトロファの種子巨

大化など出口を意識した研究にも意欲的に取り組んでいく予定である。

【 学術論文・著書 】

- 1) Makabe S, Motohashi R, Nakamura I. : Growth increase of Arabidopsis by forced expression of rice 45S rRNA gene. Plant Cell Rep. 36(2):243-254 (2017)
- 2) Waki T, Yoo D, Fujino N, Mameda R, Denessiouk K, Yamashita S, Motohashi R, Akashi T, Aoki T, Ayabe S, Takahashi S, Nakayama T. Identification of protein-protein interactions of isoflavonoid biosynthetic enzymes with 2-hydroxyisoflavanone synthase in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). Biochem Biophys Res Commun. 15;469(3):546-551 (2016)
- 3) Enoki H, Funato A, Nabetani Y, Takahashi S, Ichikawa T, Matsui M, Motohashi R.: Using an improved method of Agrobacterium-mediated transformation to attempt to make larger seeds to increase oil production. The *Jatropha* Genome. Editors: **Tsuchimoto**, Suguru (Ed.) Springer ISBN 978-3-319-49653-5 (2017)

【 国際会議発表件数 】

- ・ 6 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 植物生理学会など 12 件

【 受賞・表彰 】

- 1) 種子大型化遺伝子の導入による油脂高生産性 *Jatropha curcas* L.の開発 Wiluk Chacuttayapong 第 18 回静岡ライフサイエンスシンポジウム (ポスター賞)
- 2) Analysis Function of Lipocalins in Tomato (*Solanum lycopersicum*) using Virus Induced Gene Silencing System Dinni Aryani JSOL (ポスター賞)

## ルミナコイド（難消化性糖類）の栄養生理機能の解析

兼任・教授 森田 達也 (MORITA Tatsuya)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：農学部 応用生命科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 応用生物化学コース)  
専門分野： 食品栄養学  
e-mail address: atmorit@ipc.shizuoka.ac.jp  
homepage: [http://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/laboratory/morita\\_t/index.htm](http://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/laboratory/morita_t/index.htm)



### 【研究室組織】

教員：森田 達也  
博士課程：2名  
修士課程：M2（1名）、M1（3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) 難消化性オリゴ糖の大腸 IgA およびムチン分泌促進作用機序の解析
- (2) L 細胞を標的とした大腸 SCFA 送達システムの構築

### 【主な研究成果】

#### フラクトオリゴ糖摂取時の盲腸 IgA 分泌応答と粘膜炎症との関連性について

**【目的】** フラクトオリゴ糖 (FOS) 摂取初期 (~1wk) に認められるラット盲腸 IgA 濃度の上昇には、盲腸粘膜での IgA 形質細胞数の増加や pIgR 発現量の上昇に加え、腸管透過性 (尿中 Cr-EDTA 排泄、腸間膜リンパ節への細菌透過) の亢進や盲腸粘膜ミエロペルオキシダーゼ (MPO) 活性の上昇を伴う。つまり、FOS の IgA 分泌促進作用は軽度な粘膜炎症に対する生理的応答であると考えられる。本研究は、FOS 摂取初期に観察される粘膜炎症の機序解析を目的とした。

**【方法】** 実験には 6 週齢のラットを用いた。AIN-76 組成に準じた対照飼料と、これに FOS を 6% 添加した飼料を設けラットを 7~10 日間飼育した。

**実験 1:** 盲腸粘膜を採取し、各種サイトカインおよび密着結合 (TJ) 関連遺伝子発現量と、TJ 関連タンパク質量を測定 (western blot.) した。盲腸内容物は、IgA の測定後、等倍量の生理食塩液を加え遠心分離し (20,000 × g)、上清 (自由水画分) を得た。この自由水画分を trans well 上で単培養した Caco-2 細胞に添加し、膜透過性の変動 (TEER) を観察した。また同画分の pH、胆汁酸および有機酸の測定を行った。

**実験 2:** ラットに体重 100 g 当たり 5 mg の BrdU を投与 (i. p.) し、投与 1、6 および 24 時間後に解剖を行い、盲腸組織切片を調製した。BrdU 抗体染色を行い、盲腸上皮細胞の分裂指数 (投与 1 時間後) および代謝回転速度 (投与 6 と 24 時間後の移動度の差異) を算出した。

**実験 3:** ラットに 50 mg の Cr-EDTA を投与 (p. o.) し、投与後 72 時間まで糞便の回収を行った。糞便 Cr 排泄率から腸内容物移動速度を推定した。

**実験 4:** 盲腸内容物を含む盲腸組織切片 (凍結後カルノア固定) を調製し、アルシアンブルー (AB) 染色および FISH-Muc2 抗体染色により、上皮組織と内容物を隔てるムチン層の状態観察を行った。

### 【結果・考察】

**実験 1:** 従来の報告と同様に、対照飼料への FOS 添加は、盲腸内 IgA 濃度を 20 倍、盲腸粘膜 pIgR および *IFN-γ* 発現量をそれぞれ 1.8 倍、1.9 倍有意に高めた。FOS 群では *IL-17*、*TNF-α*、*TGF-β* 発現量の上昇も認められ、そのサイトカインプロファイルは軽度な炎症像を呈していた (図 1)。一方、FOS の摂取は、*ZO-1*、*Claudin-3* 発現量および *ZO-1* タンパク質量を有意に増加させており、TJ 自体の異常は認められなかった。FOS 群の盲腸内容物自由水画分は、乳酸およびコハク酸の濃度が高く pH は 5.9 を示していたが、総胆汁酸濃度は対照の 1/6 程度であった。同画分を添加した Caco-2 細胞の TEER は対照と FOS 群で差がなかった。

**実験 2:** FOS の摂取は、盲腸上皮のクリプト長および総細胞数を 1.5 倍有意に伸長および増加させた。また FOS 群では、盲腸上皮細胞の分裂指数および代謝回転速度が対照の 2 倍有意に亢進した。

**実験 3:** 対照群の糞中 50% Cr 排泄時間 (31 時間) に比べ、FOS 摂取はこれを 62 時間にまで有意に遅延させた。

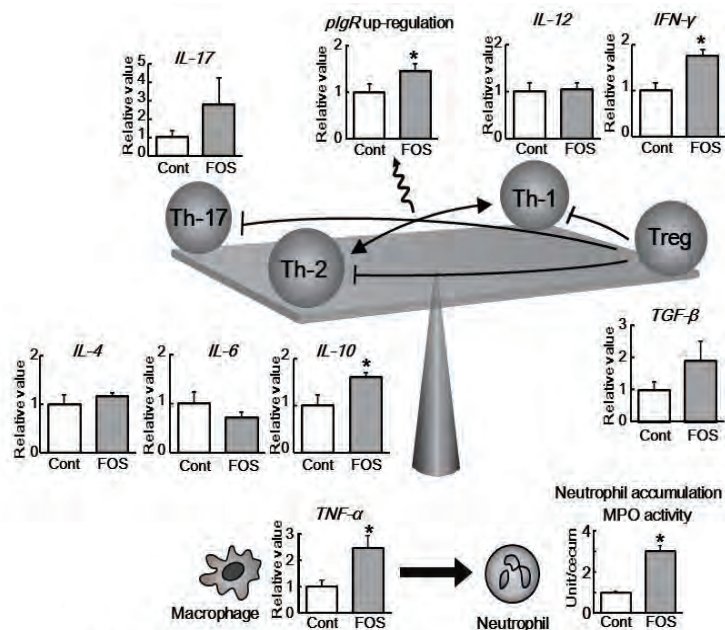


図1. フラクトオリゴ糖摂取1週間目のラット盲腸粘膜サイトカインプロファイル

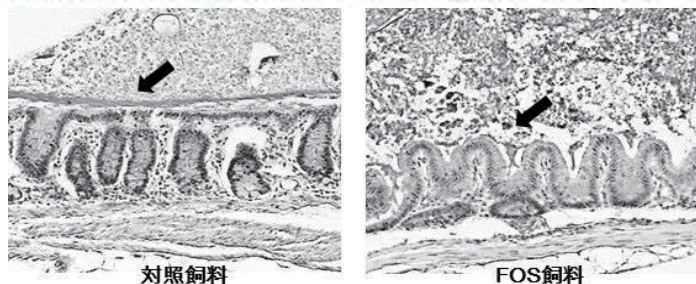


図2. フラクトオリゴ糖摂取1週間目におけるラット盲腸組織のアルシアンブルー染色画像 (カルノア固定)

**実験 4:** 盲腸組織切片 (カルノア固定) の AB 染色および FISH-Muc2 抗体染色において、対照群では上皮細胞を覆う層状のムチン層が確認出来たのに対し、FOS 群ではこのムチン層を確認することが出来なかった (図 2)。

FOS 摂取による盲腸 IgA 分泌促進作用発現時の盲腸粘膜サイトカインプロファイルは、pIgR の up-regulate に関する *IFN-γ* および *IL-17* 遺伝子発現量を上昇させると同時に、軽度な炎症像を呈していた。この FOS 摂取初期に認められる粘膜炎症を、盲腸粘膜の TJ 関連遺伝子発現量およびタンパク質量の変動や、盲腸内容物自由水面積が Caco-2 細胞のバリア機能に及ぼす影響の違いから説明することは出来なかった。一方、

先の報告において腸管透過性の亢進および盲腸粘膜 MPO 活性の上昇が認められた FOS 摂取 7 日目では、盲腸上皮細胞と盲腸内容物とを隔てる明確なムチン層が消失していることが明らかになった。このムチン層の崩壊や盲腸内容物の滞留時間の延長、盲腸上皮の代謝回転速度の亢進が上皮組織と細菌の接触頻度を高め、粘膜炎症を惹起していると推測された。

【 学術論文・著書 】

- 1) Firmansyah A, Chongviriyaphan N, Dillon DH, Khan NC, Morita T, Tontisirin K, Tuyen LD, Wang W, Bindels J, Deurenberg P, Ong S, Hautvast J, Meyer D, Vaughan EE. Fructans in the first 1000 days of life and beyond, and for pregnancy. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2016; 25(4):652-675.
- 2) Belobrajdic DP, Hino S, Kondo T, Jobling SA, Morell MK, Topping DL, Morita T, Bird AR. High wholegrain barley  $\beta$ -glucan lowers food intake but does not alter small intestinal macronutrient digestibility in ileorectostomised rats. *Int J Food Sci Nutr*. 2016; 67(6):678-85.
- 3) Kondo T, Handa K, Genda T, Hino S, Hamaguchi N, Morita T. Digestion-resistant dextrin derivatives are moderately digested in the small intestine and contribute more to energy production than predicted from large-bowel fermentation in rats. *J Nutr*. 2017 Jan 18. doi: 10.3945/jn.
- 4) 源田知美, 森田達也. イヌリン型フルクトランの免疫応答と大腸生理. *応用糖質科学* 2016; 6(4); 212-218.

【 国内学会発表件数 】

・ 11 件

【 受賞・表彰 】

- 1) 近藤位旨 (優秀発表賞) 「難消化性デキストリン類の糞便性状および腸内容物移動速度におよぼす効果」第 21 回日本食物繊維学会 (静岡大学)、2016. 11. 27
- 2) 近藤位旨 (優秀発表賞) 「難消化性デキストリンは 1 kcal/g か？」第 71 回日本栄養食糧学会中部支部会 (岐阜大学)、2016. 11. 19
- 3) 源田知美 (優秀ポスター賞) 「フラクトオリゴ糖の摂取初期に観察されるラット盲腸 IgA 分泌促進作用には腸管透過性の上昇と粘膜炎症を伴う」第 12 回日本食品免疫学会 (東京大学、本郷)、2016. 11. 10

## 生体膜の生物物理学

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



### 【 研究室組織 】

教 員：山崎 昌一

研 究 員：(4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)、Shu Jie Li (創造科技院・客員教授、南開大学(中国)・物理学専攻・教授)、Chiranjib Ghatak (学術研究員)、Zahidul Md. Islam (学術研究員)

博士課程：(6名) Shibly Sayed ALAM (創造 D3)、Md. Moniruzzaman (創造 D3)、Sabrina Sharmin (創造 D2-D3)、Farliza Parvez (創造 D2-D3)、Moynul Hasan (創造 D1-D2)、Mizanur Moghal (創造 D1)

### 【 研究目標 】

生体膜は、脂質、膜蛋白質、細胞骨格(繊維状蛋白質)から構成される柔らかな超分子集合体である。この生体膜の構造・物性・機能を研究し、それらの複雑系を支配する物理法則を解明することが研究目的である。また、分子集団の空間的・時間的な自己秩序形成のメカニズムとそのシステムの解明のための研究も目標にしている。さらに、発見された新しい原理に基づいて、人工細胞や人工生体膜の創製を行う研究も行っている。ナノバイオサイエンス。

- (1) 生体膜の構造や機能を研究するための新しいイメージング方法を開発し、今まで検出できなかった物理量の直接的な測定により、生体膜の機能のメカニズムを明らかにする。
- (2) 我々が世界に先駆けて開発した単一巨大リポソーム法(単一 GUV 法)の方法論の発展と、それを用いた生体膜と外来分子との相互作用、および生体膜のダイナミクスや機能の研究。特に、抗菌ペプチドや蛋白質毒素による生体膜中のポア形成、および細胞透過ペプチドの機能のメカニズムの解明。
- (3) 生体膜のキュービック( $Q_{II}$ )相(膜が3次元的につながり、立方晶を形成する相)の構造安定性、 $Q_{II}$ 相と2分子膜液晶相( $L_{\alpha}$ 相)の間の相転移や構造転移の研究。特に我々が世界で最初に発見した静電相互作用により誘起される相転移・構造転移の解明。
- (4) 人工細胞の構築とそれを用いた細胞機能やバイオ分子ネットワークの研究。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 細胞透過ペプチドの膜透過の研究

細胞透過ペプチドのオリゴアルギニン( $R_9$ )の膜透過性やその素過程を、我々が開発した方法(小さな GUV を含む GUV と細胞透過ペプチドの相互作用を単一 GUV 法で調べる方法; *Biochemistry*, 53, 386, 2014)を用いて共焦点レーザー顕微鏡により研究した。DOPG/DOPC 膜の GUV との相互作用では、水溶性の蛍光プローブである Alexa Fluor 647 (AF647) の漏れを誘起せずにカルボキシフルオレセイン(CF)をラベルした  $R_9$  (CF- $R_9$ ) は GUV 内腔に侵入した。CF- $R_9$  による GUV 膜の蛍光強度の時間変化の解析から、CF- $R_9$  の膜への結合速度や脱離速度を求めた。

一方、DOPG/DOPC 膜に比べて力学的に弱い膜である DLPG/DTPC (2/8) 膜の場合も DOPG/DOPC 膜の場合とほぼ同じ結果を得たが、6 分後の GUV 内腔への侵入確率は DLPG/DTPC (2/8) 膜が DOPG/DOPC (2/8) 膜よりも大きく、GUV 内腔への侵入速度が大きいことがわかった。さらに、DLPG/DTPC (4/6) 膜の場合は、CF-R<sub>9</sub> は AF647 の漏れを誘起するポア（小さな孔）を膜内に形成し、そのポアを介して CF-R<sub>9</sub> は GUV 内腔へ侵入した。以上の結果から R<sub>9</sub> の膜透過性のメカニズムの仮説を提案した (*Biochemistry*, 55, 4154-4165, 2016)。

次に、細胞透過ペプチドのトランスポートタン 10 (TP10) の膜透過性に対する脂質膜の力学的性質の効果を上記と同様の方法を用いて研究した。まず、マイクロピペットで GUV に種々の張力を与えた状況下で、CF-TP10 と GUV の相互作用を調べた。GUV 膜の張力が増加するにつれて、CF-TP10 の GUV 内腔への侵入速度は増大した。また、膜に高濃度のコレステロールが存在する場合は CF-TP10 の GUV 内腔への侵入は起こらないことを見出し、それは CF-TP10 の GUV の外側の単分子膜から内側の単分子膜への移動が抑制された結果であることがわかった。一方、高濃度の CF-TP10 は AF647 の漏れを誘起するポアを膜内に形成し、そのポアを介して GUV 内腔へ侵入した。以上の結果から TP10 の膜透過のメカニズムを提案した (*Langmuir*, 33, 2433-2443, 2017)。

### (2) 張力による荷電脂質膜中のポア形成の研究

張力による荷電した脂質膜中のポア形成の活性化エネルギーを初めて測定することに成功した。また、その活性化エネルギーを含む式を用いて、ポア形成の速度定数の張力依存性の実験結果を良く説明することができた (*Phys. Chem. Chem. Phys.*, 18, 13487-13495, 2016)。

### (3) 低い浸透圧が誘起する脂質膜中の張力の大きさの直接的評価

浸透圧がかかった DOPC 膜の GUV の張力によるポア形成の速度定数を我々が開発した方法 (*Langmuir*, 29, 3848, 2013) により測定し、その速度定数が浸透圧にどのように依存するかを調べた。その解析により、浸透圧が誘起する脂質膜の張力を実験的に求めることに初めて成功し、構築した理論からもとまる値と実験誤差範囲内で一致することを見出した。さらに浸透圧による脂質膜のポア形成の速度の張力依存性を求めることに初めて成功した (*Biophys. J.*, 111, 2190-2201, 2016)。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) M. A. S. Karal, V. Levadny, and M. Yamazaki, Analysis of Constant Tension-Induced Rupture of Lipid Membranes Using Activation Energy, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 18, 13487-13495, 2016
- 2) S. Sharmin, M. Z. Islam, M.A. S. Karal, S. U. A. Shibly, H. Dohra, and M. Yamazaki, Effects of lipid composition on the entry of cell-penetrating peptide oligoarginine into single vesicles *Biochemistry*, 55, 4154-4165, 2016.
- 3) S. U. A. Shibly, C. Ghatak, M. A. S. Karal, M. Moniruzzaman, and M. Yamazaki, Experimental estimation of membrane tension induced by osmotic pressure, *Biophys. J.*, 111, 2190-2201, 2016.
- 4) M. Z. Islam, S. Sharmin, V. Levadny, S. U. A. Shibly, and M. Yamazaki, Effects of mechanical properties of lipid bilayers on the entry of cell-penetrating peptides into single vesicles, *Langmuir*, 33, 2433-2443, 2017.

### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 61th Annual Meeting of American Biophysical Society, New Orleans, USA (2017.2.11-15) など 14 件

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 生物物理学会など 8 件

## ゲノム動態制御機構の解明

兼任・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:  
http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~sayamam/yamamoto\_japanese\_index.html



### 【 研究室組織 】

教 員：山本 歩

修士課程：M2 (1名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

我々の研究室では生物の遺伝情報がどのように正確に子孫に受け継がれていくのか、そしてどのように正確に維持されているか、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3点について研究を行っている。

- (1) 減数分裂における相同染色体の核内配置機構
- (2) 減数分裂における染色体分配機構
- (3) エネルギー代謝を介した染色体制御機構

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 減数分裂期におけるテロメアによるセントロメアの制御

これまで減数分裂におけるテロメア集合がテロメア結合蛋白質である Taz1 を介して減数分裂期のセントロメアの中心体からの脱離を促進することを見だし、さらにこの制御に微小管が関与することを見いだした。そして、これらが減数分裂における紡錘体形成に重要な働きを果たすことを示した (PLoS Genetics.12: e1006304 (2016))。

#### (2) 減数分裂における動原体の制御機構

減数分裂において姉妹染色分体の動原体が融合すると考えられているが、この融合を分裂酵母で解析する実験系を構築した (第 49 回酵母遺伝学フォーラム研究報告会・第 39 回日本分子生物学会年会、市川ら；第 18 回静岡ライフサイエンスシンポジウム、南部ら)。

#### (3) 減数分裂におけるキアズマの機能解析

減数分裂第一分裂において、相同染色体同士との物理的結合を維持するキアズマは、姉妹染色分体の紡錘体の両極と結合したときにその結合を修正し、同一極との結合を促進する働きがあることを示した (第 49 回酵母遺伝学フォーラム研究報告会・第 39 回日本分子生物学会年会、西ら)。

#### (4) エネルギー代謝を介した染色体制御機構

これまで定常期という休止期において染色体が凝縮し、核全体が小さくなることを見いだした。さらにこのとき、栄養飢餓状態で長期に生存することを見いだした (第 49 回酵母遺伝学

フォーラム研究報告会・第39回日本分子生物学会年会、平岡ら)。

【 今後の展開 】

構築した動原体の融合解析手法を用いて、融合に必要な因子を同定し、融合制御機構を明らかにするとともに、キアズマの染色体分配における機能をさらに詳細に解析し、減数分裂期の染色体分配制御機構の解明をめざす。また、エネルギー代謝と染色体制御機構の解析をさらに進め、休止期における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たい。

【 学術論文・著書 】

1) Katsumata, K., Hirayasu, A., Miyoshi, J., Nishi, E., Ichikawa, K., Tateho, K., Wakuda, A., Matsuhara, H., and Yamamoto, A. (2016) A Taz1- and microtubule-dependent regulatory relationship between telomere and centromere positions in bouquet formation secures proper meiotic divisions. PLoS Genet.12: e1006304.

【 国内学会発表件数 】

・酵母遺伝学フォーラム研究報告会、日本分子生物学会年会など7件



## 光合成生物の脂質分子生理学

兼任・准教授 粟井 光一郎 (AWAI Koichiro)  
(主担当：理学部 生物科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)  
専門分野： 植物生理学、脂質生化学  
e-mail address: awai.koichiro@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~dkawai/>  
<http://www.grl.shizuoka.ac.jp/~dkawai/>



### 【 研究室組織 】

教 員：粟井 光一郎  
研 究 員：松本 玉恵 (研究補佐員)  
修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

我々は、光合成生物が光合成反応を行う場であるチラコイド膜を構成する膜脂質の生合成やその酵素をコードする遺伝子の解析を通して、膜脂質の生理機能、進化に関する研究を行っている。また、光合成生物を利用した、有用物質生産に関する研究も進めている。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 代表的シアノバクテリアゲノムデータベースの整備

*Synechocystis* sp. PCC 6803 は、1996 年にかずさ DNA 研究所によって生物で 4 番目に全ゲノムが解析された代表的シアノバクテリアである。ゲノム解読と同時にゲノムデータベースも CyanoBase として整備され、これまで 20 年間、数多くの研究者によって利用されてきた。データも随時アップデートされたが、暫定的なものが多く、公開後 20 年もの間に様々な遺伝子の機能が明らかとなってきたことから、根本的なアップデートの必要があった。そこで、シアノバクテリアの実験系研究者でコンソーシアムを立ち上げ、文献情報に基づいた未知遺伝子の機能情報の登録を手作業で行った。このコンソーシアムを代表として推進し、情報系研究者との摺り合わせ、論文執筆を行い、2 年以上をかけてようやくその成果を発表することができた。  
(Fujisawa et al (2017) Nucleic Acids Res)

#### (2) シアノバクテリアを利用したエネルギー生産

2016 年 3 月に終了した JST 戦略的創造研究推進事業「藻類・水圏微生物の機能解明と制御によるバイオエネルギー創成のための基盤技術の創出」さきがけ研究において、シアノバクテリアを用いた研究を推進していた研究者による研究成果をまとめ、解説記事を投稿した。(日原ら (2017) 化学と生物)

#### (3) ユーグレナの膜脂質組成解析

光合成を行う藻類の一種ユーグレナは、ジェット燃料への利用が容易なワックスエステルを多量に蓄積する性質を持つ。しかし、ワックスエステルの原料となる脂肪酸の利用が競合する膜脂質に関する研究は進展していなかった。そこで、ユーグレナの膜脂質解析を網羅的に行い、ワックスエステル蓄積増強へのメカニズムの解明を目指した。

#### 【 今後の展開 】

上記のように、膜脂質関連では基礎研究から得た知見を応用研究へと展開する取り組みを進めており、これをより発展させる。また、研究室の主要テーマの一つであるチラコイド膜脂質の機能解析に関して、より詳細な解析を行い、ガラクト脂質合成経路の分布、進化の解明につなげていきたい。

#### 【 学術論文・著書 】

1) Fujisawa T, Narikawa R, Maeda SI, Watanabe S, Kanasaki Y, Kobayashi K, Nomata J, Hanaoka M, Watanabe M, Ehira S, Suzuki E, Awai K and Nakamura Y. (2017) CyanoBase: a large-scale update on its 20th anniversary. *Nucleic Acids Res.* 45: D551-D554.

#### 【 解説・特集等 】

1) 日原由香子, 朝山宗彦, 蘆田弘樹, 天尾豊, 新井宗仁, 栗井光一郎, 得平茂樹, 小山内崇, 鞆達也, 成川礼, 蓮沼誠久, 増川一 (2017) 多彩な戦略で挑むシアノバクテリア由来の燃料生産 持続可能な第三世代バイオ燃料生産の最前線 *化学と生物* 55: 88-97.

#### 【 国際会議発表件数 】

・ 22nd International Symposium on Plant Lipids (ISPL2016), Göttingen Germany, 2016.7.3-8 2件

#### 【 国内学会発表件数 】

・ 第29回植物脂質シンポジウムなど8件

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 柴田栞里 (B4) 第18回静岡ライフサイエンスシンポジウム ポスター賞第1位 (2017.3) 「第三世代バイオ燃料生産藻類ユーグレナの膜脂質組成解析」
- 2) Egi Tritya Apdila (M2) 静岡大学三部局共催国際シンポジウム ポスター賞 (2017.2) 「Physiological Analysis of Difference on Galactolipids Synthetic Pathway among Photosynthetic Organisms」

## 植物のストレス防御物質の生合成研究

兼任・准教授 大西 利幸 (OHNISHI Toshiyuki)  
(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： 植物化学、植物生化学  
e-mail address: [dtonish@ipc.shizuoka.ac.jp](mailto:dtonish@ipc.shizuoka.ac.jp)  
homepage: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/abc/npchem/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：大西 利幸

修士課程：M2（3名）、M1（3名）

学部4年：3名

### 【 研究目標 】

環境ストレス（植食性昆虫、病原菌、温度、乾燥など）に対する植物の化学防御物質の作用機構の理解、またその分子基盤に基づいた生体機能分子を「化学」的視点から究明することに挑戦している。

### 【 主な研究成果 】

#### （1）針葉樹の防御機構におけるジテルペン樹脂酸生合成酵素の役割の解明

針葉樹は温帯から寒帯の広大な地域に 500 種類以上が生育している。樹齢が数百年、数千年にも及ぶことがある針葉樹は様々なストレスから身を守るために複雑な防御機構を備えている。針葉樹が傷害を受けたときに分泌するオレオレジン（モノテルペン、ジテルペン、セスキテルペンから構成される樹脂の総称）には、昆虫や病原菌に対する忌避成分や殺菌成分を有する化合物が多数含まれている。特に不揮発性のジテルペン樹脂酸は、傷口を防ぐ作用や昆虫を取り込む作用が知られており、針葉樹の重要な防御物質である。針葉樹（特にトウヒ属、マツ属）のゲノミクス、プロテオミク解析の結果、シトクロム P450 酵素（P450）およびテルペン環化酵素（TPS）がジテルペン樹脂酸の生合成に重要な役割を担っていることが報告されている。我々はジテルペン樹脂酸生合成に関与する P450 酵素に注目し、ジテルペン樹脂酸生合成酵素が「いつ」「どこで」「どのように」発現し、「どの程度」針葉樹の防御機構に対する寄与を探求している。

#### （2）チャの化学防御機構に関与するモノテルペン水酸化酵素の探索と機能同定

“東方美人茶”は昆虫に加害されたチャ葉を用いて製造される高級烏龍茶であり、その最大の特徴は花様や蜜香と呼ばれる香気を放つことである。現在までその蜜香の原因物質が 2,6-dimethylocta-3,7-diene-2,6-diol（diol）や 3,7-dimethylocta-1,5,7-trien-3-ol（hotrienol）であることが報告されている。diol、hotrienol 共に 3*S* 配置を有することから、チャに多く含まれるモノテルペンの一つである linalool（3*S* 配置）から生合成されると推定されている。しかし、hotrienol や diol がどのように生合成されるのかは全く未解明のままである。特に加害葉に多く含まれるジオールは蜜香として茶の品質を決定する化合物としてだけ

でなく、チャの化学防御機構に関与していると考えられているに関わらず、その生合成遺伝子・酵素は同定されていない。そこで本研究は、昆虫（ヨコバイ）に食害されたチャが発散する“蜜香”香気の生成メカニズムを「化合物⇄酵素⇄遺伝子」の三位一体の研究アプローチにより解明することにより、香気成分がチャの防御機構にどのような役割を担っているかを究明する。

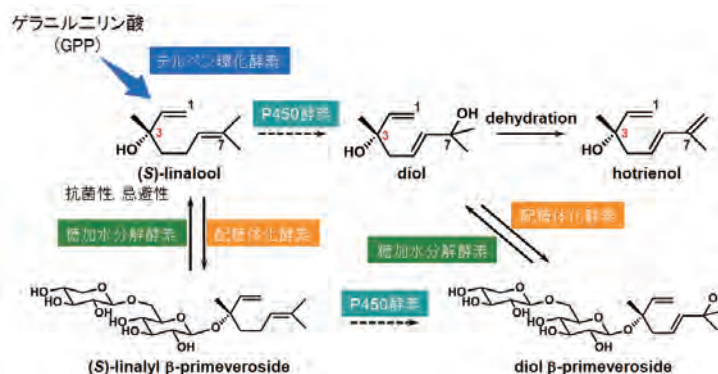


図. 加害されたチャ葉が発散する揮発性成分

### 【今後の展開】

化学的視点から植物の生存戦略＝生命現象を物質レベルで解き明かすことを目的とし、得られた遺伝子、酵素、化合物のアウトプット情報を基にして、医薬品や有用資源化合物である二次代謝産物の代謝工学研究に発展させることで植物資源の保全および環境保護に貢献することを目指す。

### 【学術論文・著書】

- 1) Yokota T, Ohnishi T, Shibata K, Asahina M, Nomura T, Fujita T, Ishizaki K, Kohchi T. Occurrence of brassinosteroids in non-flowering land plants, liverwort, moss, lycophyte and fern. *Phytochemistry*, 136, 46-55 (2017)
- 2) Takeuchi J, Okamoto M, Mega R, Kanno Y, Ohnishi T, Seo M, Todoroki Y. Abscinazole-E3M, a practical inhibitor of abscisic acid 8'-hydroxylase for improving drought tolerance. *Sci Rep.*, 6, 37060 (2016)
- 3) Hirata H, Ohnishi T, Watanabe N. Biosynthesis of floral scent 2-phenylethanol in rose flowers. *Biosci Biotechnol Biochem.* 80, 1865-1873 (2016)

### 【国際会議発表件数】

- 1) “Arabidopsis CHIBI2 involved in Brassinosteroid catabolism” Ohnishi T., Muramatsu, K., Sahara, M., Watanabe, B., Asahina, M., Yokota, T., Mizutani M. 13th International Symposium on P450 Biodiversity & Biotechnology, Vancouver, Canada, July 2016

### 【国内学会発表件数】

- ・日本植物生理学会、日本植物生理学会、植物化学調節学会など 12件

### 【招待講演件数】

- 1) 「香り」が寄与する植物の化学防御システム—チャの香り成分を貯蔵するための二つの配糖化酵素. 大西 利幸, 平成 28 年東海地区化学教育討論会, 静岡, 2016. 10

## 効率的組換えタンパク質生産を可能にする カイコバイオテクノロジー

兼担・准教授 加藤 竜也 (KATO Tatsuya)  
バイオサイエンス専攻 (主担当: 農学部 応用生命科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 応用生物化学コース)  
専門分野: 生物工学  
e-mail address: kato.tatsuya@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/c/biotech/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 朴 龍洙 (グリーン科学技術研究所教授)、加藤 竜也、宮崎 剛亜 (グリーン科学技術研究所助教)、Vipin Kumar Deo (グローバル改革推進機構助教)

研 究 員 : JaeWook Lee (JSPS 海外特別研究員)

博士課程 : Hamizah Suhaimi (創科技院 D1、私費)、Robert Minkner (創科技院 D1、私費)

修士課程 : M2 (8名)、M1 (5名)

学 部 生 : B4 (8名)

### 【 研究目標 】

組換えタンパク質発現法は現在までに様々な系が確立されているが、昆虫を用いた発現法は昆虫のタンパク質生産能力から、組換えタンパク質の大量生産を可能にする発現法として期待されている。カイコを用いて、効率的にかつ大量に組換えタンパク質を生産し、さらに生産した組換えタンパク質をライフサイエンス全般の様々な分野に応用することを目指している。

- (1) カイコを用いた効率的な組換えタンパク質生産
- (2) カイコ-BmNPV バクミド発現系の改良
- (3) BmNPV ディスプレイ法の応用
- (4) カイコに感染する *Cordyceps militaris* に関する研究

### 【 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

機能性タンパク質を表面に提示させたラウス肉腫ウイルス様粒子をカイコ幼虫体液中で構築し、その機能を確認した (J. Pharm. Sci. 105(5) 1614-1622 2016)。また、キトサンを用いて BmNPV バクミド DNA をカイコ幼虫に注射することで、市販のトランスフェクション試薬同様に組換えタンパク質をカイコで発現させることが可能になった (Biotechnol. Lett. 38(9) 1449-1457 2016)。

#### (2) BmNPV ディスプレイ法の応用

AcMNPV のエンベロープタンパク質である AcGP64 を BmNPV に提示させることで、BmNPV を用いて哺乳動物細胞に外来遺伝子を導入させることが可能になった (Sci. Rep. 6 32283 2016)。

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

*C. militaris* の分生子から単一のコロニーを単離することで、Cordycepin 生産株を単離することができた (Biotechnol. Bioproc. Eng. 21(5) 595-600 2016)。

### 【 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。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Takemura K, Adegoke O, Takahashi N, Kato T, Li TC, Kitamoto N, Tanaka T, Suzuki T, Park EY “Versatility of a localized surface plasmon resonance-based gold nanoparticle-alloyed quantum dot nanobiosensor for immunofluorescence detection of viruses.” *Biosens Bioelectron.* 89(2) 998-1005 (2017).
- 2) Sari N, Suparmin A, Kato T, Park EY “Improved cordycepin production in a liquid surface culture of *Cordyceps militaris* isolated from wild strain” *Biotechnol. Bioproc. Eng.* 21(5) 595-600 (2016)
- 3) Kato T, Sugioka S, Itagaki K, Park EY “Gene transduction in mammalian cells using *Bombyx mori* nucleopolyhedrovirus assisted by glycoprotein 64 of *Autographa californica* multiple nucleopolyhedrovirus.” *Sci. Rep.* 6 32283 (2016)
- 4) Kato T, Arai S, Ichikawa H, Park EY “Versatility of chitosan/BmNPV bacmid DNA nanocomplex as transfection reagent of recombinant protein expression in silkworm larvae.” *Biotechnol. Lett.* 38(9) 1449-1457 (2016)
- 5) Deo VK, Kato T, Park EY “Virus-like particles displaying recombinant short-chain fragment region and interleukin 2 for targeting colon cancer tumors and attracting macrophages.” *J. Pharm. Sci.* 105(5) 1614-1622 (2016)
- 6) Adegoke O, Seo MW, Kato T, Kawahito S, Park EY “An ultrasensitive SiO<sub>2</sub>-encapsidated alloyed CdZnSeS quantum dot-molecular beacon nanobiosensor for norovirus.” *Biosens. Bioelectron.* 86 135-142 (2016)
- 7) Adegoke O, Kato T, Park EY “An ultrasensitive alloyed near-infrared quaternary quantum dot-molecular beacon nanodiagnostic bioprobe for influenza virus RNA.” *Biosens. Bioelectron.* 80 483-490 (2016)

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本生物工学会、日本農芸化学会など 13 件

## 微生物の産生する生理活性物質

兼任・准教授 小谷 真也 (KODANI Shinya)

(主担当：農学部 応用生命科学科及び

大学院総合科学技術研究科農学専攻 応用生物化学コース)

専門分野：天然物有機化学、応用微生物学

e-mail address: kodani.shinya@shizuoka.ac.jp

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



### 【 研究室組織 】

教 員：小谷 真也

修士課程：M2 (2名)、M1 (3名)

学 部 生：B4 (3名)

### 【 研究目標 】

微生物は、抗生物質などの有用な物質を生産する能力を持っている。新しい生理活性物質の発見と、その生産制御システムに関して研究を行い、発酵産業に役立てたい。

- (1) ゲノム情報を用いた有用物質の発見
- (2) 抗菌物質等の有用物質の単離および化学構造の決定
- (3) 遺伝子変異導入による生産向上株の育種

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 新規ラッソペプチド sphaericin の発見

製品技術基盤機構等のカルチャーコレクションから分譲を受けた細菌類および、新たに土壌から単離した微生物を有機溶媒で抽出し、スクリーニングを行った。その結果、希少放線菌 *Planomonospora sphaerica* の新規ラッソペプチド sphaericin を見いだした。そこで、大量培養、溶媒分画を行い、最終的に高速液体クロマトグラフィーを用いて活性物質の単離に成功した。NMR および MS スペクトルによる化学分析を行い、化学構造を決定した。また、*P. sphaerica* の全ゲノム情報を得るために DNA シーケンスを行った。得られたゲノム情報から sphaericin 生合成遺伝子の特定に成功した。

### 【 今後の展開 】

まだまだ、未発見の生理活性物質は天然に多く存在する。特に、次世代シーケンサーの発達によってゲノム情報が蓄積しつつある。今後、ゲノムマイニングを行い、顕著な抗菌活性を有する物質の発見を行いたい。また、同時に、有用物質の生産量を目的に、大腸菌を用いた異宿主発現を行い、有用物質生産を行っていきたい。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) S. Sugai, M. Ohnishi-Kameyama, S. Kodani\* (\*corresponding author), "Isolation and identification of a new lasso peptide cattlecin from *Streptomyces cattleya* based on genome mining", **Applied Biological**

**Chemistry**, in print, 2017 査読有

- 2) T. Shiroyama, C. E. Beatriz, Y. Suzuki, S. Kodani\* (\*corresponding author), “Isolation of antagonistic bacteria associated with the stony coral *Montipora digitata* in Okinawa, Japan”, **Galaxea, Journal of Coral Reef Studies**, in print, 2017 査読有
- 3) S. Kodani\*, Y. Inoue, M. Suzuki, H. Dohra, T. Suzuki, H. Hemmi, M. Ohnishi-Kameyama (\*corresponding author), “Sphaericin, a new lasso peptide from a rare actinomycete *Planomonospora sphaerica*”, **European Journal of Organic Chemistry**, 8: 1177–1183, 2017 査読有
- 4) N. Takasaka, I. Kaweewan, M. Ohnishi-Kameyama, S. Kodani\* (\*corresponding author), “Isolation of a new antibacterial peptide actinokineosin from *Actinokineospora spheciospongiae*”, **Letters in Applied Microbiology**, 64 (2), 150-157, 2017 査読有
- 5) I. Kaweewan, M. Ohnishi-Kameyama, S. Kodani\* (\*corresponding author), “Isolation of new lasso peptide achromosin from *Streptomyces achromogenes* subsp. *achromogenes*”, **Journal of Antibiotics**, 70 (2), 208-211, 2017 査読有
- 6) H. Dohra, Y. Inoue, T. Suzuki, S. Kodani\* (\*corresponding author), “Draft Genome Sequence of *Planomonospora sphaerica* JCM9374”, **Genome Announcements**, 4 (4), e00779-16, 2016 査読有
- 7) S. Kodani\*, H. Komaki, S. Ishimura, H. Hemmi, M. Ohnishi-Kameyama (\*corresponding author), “Isolation and structure determination of new lantibiotic cinnamycin B from *Actinomadura atramentaria* based on genome-mining”, **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**, 43 (8):1159-65, 2016
- 8) S. Sugai, H. Komaki, H. Hemmi, S. Kodani\* (\*corresponding author), “Isolation and structural determination of a new antibacterial compound demethyl-L-681,217 from *Streptomyces cattleya*”, **Journal of Antibiotics**, 69 (11), 839-842, 2016 査読有

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本生物工学会、日本放線菌学会など 計 7 件



## 母乳中免疫関連物質の機能性研究、食品成分による メタボリックシンドローム発症抑制作用に関する研究

兼任・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： 動物生理科学  
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)、D2 (1名)

修士課程：M1 (4名)

### 【 研究目標 】

哺乳動物の乳汁(ミルク)中の免疫情報伝達物質、特にケモカインの新生児の成長への関与、および、疾病モデルマウスを用いた種々の疾病に対する食品成分の機能性について、応用を目指した基礎研究を進めています。

現在行っている実際の研究内容は以下の通りです。

#### 1. 哺乳類の母乳中免疫成分の機能性に関する研究

マウスを用いて、母乳中の免疫関連成分、特にケモカインの同定および定量を行うとともに、人工乳にケモカインを添加して、新生児の成長に対する効果を検討しています。

#### 2. 種々の食品成分が持つ生体に対する様々な効果の解明に関する研究

- (1) メタボリックシンドローム(肥満、動脈硬化症等)に対する食品成分の効果
- (2) 自己免疫症発症に対する食品成分の効果

### 【 主な研究成果 】

#### (1) マウス乳汁中におけるケモカインの存在

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

#### (2) メタボリックシンドローム(肥満、動脈硬化症等)に対する食品成分の効果

緑茶カテキンの主要成分である EGCG とカフェインの組み合わせが肥満および動脈硬化症を顕著に抑制することを明らかにした。その他、レスベラトロール誘導体が脂肪蓄積抑制作用を、アスタキサンチンが動脈硬化症抑制作用を有することを報告している。

#### (3) 自己免疫症発症に対する食品成分の効果

ブラジル産プロポリスやアスタキサンチンが自己免疫病の発症および悪性進展を抑制することを明らかにしている。

### 【 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、食品成分

によるメタボリックシンドローム発症予防及び治療を目指している。当面の今後の研究展開としては、これまでに得られた結果のより詳細な検討や発症抑制作用のメカニズムの解明などを進めていく予定である。

【 国内学会発表件数 】

・ 日本栄養食糧学会、日本フードファクター学会、日本乳腺泌乳研究会、茶学術研究会など6件

【 招待講演件数 】

- 1) 浜松工業会交流会
- 2) 静岡市生涯学習センター

【 受賞・表彰 】

- 1) 静岡大学産学連携奨励賞優秀賞受賞
- 2) 日本栄養食糧学会のトピックス演題に選出され、研究内容がプレスリリース
- 3) 2016. 7. 18 の日本経済新聞朝刊に、研究内容が掲載

## 複合微生物系における可動性遺伝因子の動態解析

兼任・准教授 新谷 政己 (SHINTANI Masaki)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：工学部 化学バイオ工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)  
専門分野： 環境微生物学、分子遺伝学  
e-mail address: shintani.masaki@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://cheme.eng.shizuoka.ac.jp/~shintanilab/>  
<http://researchmap.jp/shintani-masaki/?lang=english>



### 【 研究室組織 】

教 員：新谷 政己  
博士課程：福田 洸平 (創造科技院 D2)  
修士課程：M2 (4名)、M1 (4名)  
学 部 生：4名

### 【 研究目標 】

作物を育てる農地の土壌、下水処理場、生ごみの堆肥化、廃棄物利用としてのメタン発酵など、我々の生活に密着した様々な場面で複数種の微生物が複合的に機能する複合微生物系が活躍している。こうした機能を担う微生物の多くは人為的な培養が難しく、その機能解析は困難である。プラスミドをはじめとする可動性遺伝因子は、このように培養の難しい微生物に、外部からアプローチするための有用なツールとなりうる。そこで当研究室では、現状では難しいとされる、複合環境微生物集団の機能解析・増強を目指し、①複合微生物系からの新たな微生物の分離培養を試みるとともに、②既知・新規の可動性遺伝因子が、複合微生物系内でどのような微生物間を行き来するのか、その動態解析を行っている。

- (1) 濾過法を利用した自然界からの新奇微生物の分離と培養
- (2) プラスミドが宿主に及ぼす影響の比較と違いを引き起こす原因因子の特定
- (3) 環境からのプラスミドの収集と解析
- (4) 微好気・嫌気条件下におけるプラスミドの接合伝達性の調査

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 濾過法を利用した自然界からの新奇微生物の分離と培養

孔径 0.22  $\mu\text{m}$  のメンブレンフィルターを通過可能な微生物を、浜松市の汽水湖 (佐鳴湖) から 145 株単離した。そのうち約 20 株は、これまでに培養されたことのない、新属・新種細菌であることが示唆され、特に 5 株については、新属・新種としての記載を提案するために、性状分析を行った。また、5 株については全ゲノム配列も解読しており (一部発表済み、Muraguchi et al., 2016)、2 株については新たなプラスミドを有することも判明した。

#### (2) プラスミドが宿主に及ぼす影響の比較と違いを引き起こす原因因子の特定

これまでプラスミドをもつことで、宿主が受ける様々な影響について調べてきた (総説 Shintani, 2017)。 *Pseudomonas* 属細菌の染色体上のプロファージ領域の存在が、プラスミドと宿主の関係に重要であることが示唆された。

#### (3) 環境からのプラスミドの収集と解析

本研究室で運転の安定化に成功し、菌叢解析を行った高速液体メタン発酵槽由来のグラニューール (Applied Microbiology and Biotechnology 誌) や、土壌サンプルより、新たなプラスミ

ドの収集を行い、プラスミドの塩基配列を決定した。

#### (4) 微好気・嫌気条件下におけるプラスミドの接合伝達性の調査

プラスミドの伝播には、細胞外小胞 (Membrane Vesicle) も寄与することが示された (Tashiro et al., 2017)。また、プラスミドは微好気・嫌気条件下でも伝達することを実験的に示した。

#### 【 今後の展開 】

我々は上記のように、好気・微好気・嫌気条件下に生息する様々な複合微生物系におけるプラスミドを中心とした可動性遺伝因子の動態解析を行っている。また、これまでに獲得した新奇微生物について新属・新種提案に向けての詳細な性状分析を引き続き行っている。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Tashiro Y\*, Hasegawa Y, Shintani M, Takaki K, Ohkuma M, Kimbara K, Futamata H. (2017) Interaction of bacterial membrane vesicles with specific species and their potential for delivery to target cells. *Frontiers in Microbiology* 8:571. doi: 10.3389/fmicb.2017.00571
- 2) Shintani, M<sup>†</sup>. (2017) The behavior of mobile genetic elements (MGEs) in different environments. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, in press. doi:10.1080/09168451.2016.1270743.
- 3) Muraguchi Y, Kushimoto K, Ohtsubo Y, Suzuki T, Dohra H, Kimbara K, Shintani M\*. (2016) Complete genome sequence of *Algoriphagus* sp. strain M8-2, isolated from a brackish lake. *Genome Announcement* 4(3) pii: e00347-16.
- 4) Shintani M, Kimbara K\*. (2016). Genomic features and genome-wide analyses of dioxin-like compound-degraders. In “Manual of Environmental Microbiology, 4th edition” (eds. Yates M, Nakatsu C, Miller R, Pillai S), ASM press, p 5.1.1-1-5.1.1-10. doi: 10.1128/9781555818821.ch5.1.1

#### 【 解説・特集等 】

- 1) 新谷政己\* (2017) 「耐性菌と耐性獲得機構」, 『食と微生物の辞典』朝倉書店, 北本勝ひこら編, 4-28.
- 2) 新谷政己\* (2016) 「シングルセル解析に基づく環境中におけるプラスミドの宿主域の解明」, バイオサイエンスとインダストリー 74 (3) 212-216, 2016.

#### 【 国際会議発表件数 】

・ 2 件

#### 【 国内学会発表件数 】

・ 日本農芸化学会、日本生物工学会、日本微生物生態学会等 14 件

#### 【 招待講演件数 】

・ ドイツ・ブラウンシュバイク JKI、タイ王国 チュラロンコン大学・日本農芸化学会中部支部例会等 4 件

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 新谷政己 第 15 回日本農学進歩賞「環境細菌間における可動性遺伝因子の挙動に関する研究」(2016. 11. 25)
- 2) 片岡大亮, レー・ティー・タントウー, 金原和秀, 新谷政己 環境バイオテクノロジー学会 2016 年度大会 優秀ポスター賞「プラスミドが宿主に及ぼす「負荷」を軽減する原因因子の同定」(2016. 6. 13-14)

## 植物病原微生物の感染における分子機構

兼任・准教授 平田 久笑 (HIRATA Hisae)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：農学部 生物資源科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 共生バイオサイエンスコース)  
専門分野： 植物病理学  
e-mail address: hirata.hisae@shizuoka.ac.jp  
homepage: [http://www.agr.shizuoka.ac.jp/bs/plant\\_pathology/index.html](http://www.agr.shizuoka.ac.jp/bs/plant_pathology/index.html)



### 【 研究室組織 】

教 員：平田 久笑

博士過程：D2 (1名)

修士課程：M1 (1名)

学 部 生：4名

### 【 研究目標 】

植物に病気を引き起こす微生物と、それらの宿主となる植物種との相互作用に着目し、発病と病原性制御のメカニズムについて分子レベルでの解明を試みる。静岡県特産のカンキツとワサビの病気を研究のモデル材料として、新規病害防除法の開発に向けた基盤的知見を得ることを目標とする。

- (1) カンキツかいよう病とウイルス病の重複感染による病原性制御の機構
- (2) 病原細菌のフラジェリンにより誘導される植物の防御応答のメカニズム
- (3) ワサビ軟腐病菌のバクテリオファージのゲノム解読と生物防除への利用の検討

### 【 主な研究成果 】

#### (1) カンキツかいよう病とウイルス病の重複感染による病徴発現と病原性制御の機構

カンキツかいよう病菌は、宿主植物（カンキツ）の細胞肥大と細胞分裂を促進し、組織の隆起とコルク化をもたらす。またカンキツでは他に、リンゴステムグルーピングウイルスや温州萎縮ウイルスなどのウイルス感染による、樹勢や果実の収量低下が問題となっている。自然界では、細菌病とウイルス病の重複感染が発生していると考えられるが、その影響については知見が少ない。本研究では、カンキツ植物への人為的なウイルスと細菌の接種系を構築し、それらを重複感染させた場合に、かいよう病菌の増殖と病斑形成が促進されることを見出した。さらに重複感染時に誘導される植物の防御応答を調べた結果、単独感染時に比べて防御応答関連遺伝子の発現量が低下しており、すなわち病原体の増殖と病徴発現が進行しやすい状態にあることを明らかにした。微生物としての構造も植物への感染様式も全く異なる細菌とウイルスの病原性制御において、相互作用する宿主内分子環境があることが示唆された。

#### (2) 病原細菌のフラジェリンにより誘導される植物の防御応答のメカニズム

病原細菌のべん毛構成タンパク質（フラジェリン）を植物の培養細胞に処理すると、植物の防御応答と考えられる細胞死や生育阻害が誘導される。蔬菜類軟腐病菌の2種フラジェリンを用いて比較解析した結果、タバコやシロイヌナズナの培養細胞において細胞死誘導型と非誘導型に分かれること、また葉緑体を有する植物細胞と有しない植物細胞では細胞死のプロセスが

異なることを明らかにした。光合成関連の遺伝子発現変動を調べた結果、植物の防御応答における葉緑体の関与が示唆された。

### (3) ワサビ軟腐病菌のバクテリオファージのゲノム解読と生物防除への利用の検討

静岡県内で発生するワサビ軟腐病菌と、それを溶菌するバクテリオファージを単離した。これら複数のファージの全ゲノム解読を行った結果、いずれも未記載の新種であることが示された。宿主が異なる系統学的な近縁種と同様な遺伝子構成の特徴を保ちながらも、他の軟腐病菌ファージとは高い共通性も認められ、分類上のユニークなグループを形成する可能性を見出した。さらにファージの特性を調べた結果、他の植物病原細菌のファージと同様な pH 耐性域を有する一方、温度に関しては高温域で耐性が低いことがわかり、冷涼なワサビ田の環境に由来する性質であることが推測された。ファージの特性を知ることは、ファージを利用した軟腐病菌の生物防除法を開発するための基盤知見になると考え、今後も検証を重ねる予定である。

#### 【 今後の展開 】

植物の病気は、病原微生物の種類により様々であるが、植物が有する基本的な防御応答（自己防衛）のシステムは共通性が高いと考えられる。細菌とウイルス（バクテリオファージ）の両方をターゲットとする病原体の感染機構と宿主側の防御機構について分子レベルで理解を深め、新しい病害防除対策と技術の開発に貢献したい。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Hirata H, Kashihara M, Horiike T, Suzuki T, Dohra H, Netsu O, Tsuyumu S. Genome sequence of *Pectobacterium carotovorum* phage PPWS1, isolated from Japanese horseradish [*Eutrema japonicum* (Miq.) Koidz] showing soft-rot symptoms. *Genome Announc.* 2016, 4(2); e01625-15.
- 2) Tomomitsu T, Kitazawa Y, Netsu O, Nijo T, Koinuma H, Iwabuchi N, Okano Y, Hirata H, Maejima K, Yamaji Y, Namba S. First report of bacterial black spot on calanthe (*Calanthe* spp.) caused by *Burkholderia andropogonis* in Japan. *J Gen Plant Pathol* 2016, 82;220-223.

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本植物病理学会など 3 件

## 生理活性糖鎖分子の構造と機能に関する研究

兼任・准教授 村田 健臣 (MURATA Takeomi)  
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： 糖鎖工学、糖鎖生物学  
e-mail address: actmura@ipc.shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員：村田 健臣

### 【 研究目標 】

高齢化社会により革新的な疾患治療法の開発が期待されている。生体内の糖鎖は、がん、自己免疫疾患、ウイルス感染などの様々な疾患の亢進に関与していることが明らかになっている。我々は、これまでに生理活性が期待されるさまざまな糖鎖の効率的な酵素・化学合成法を確立してきた。研究では、構造の明確なオリゴ糖鎖をタンパク質などに導入した人工複合糖質の構築を行い、医療・生命科学等の分野で応用展開が可能な生体機能分子を構築する。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) がん転移機構を解明するため糖質クラスターの開発と転移メカニズムの解明

がん転移にかかわる P-セレクトインとがん細胞の相互作用を拮抗的に阻害する硫酸化糖質クラスターの構築を行った。その成果として、グルタミン酸ペプチドをコア分子とした硫酸化糖質クラスターの合成法を確立した。さらに、P-セレクトインとの親和性を確認した。また、ポリグルタミン酸をコア分子とした硫酸化糖質クラスターは、がん細胞とP-セレクトイン間の相互作用を拮抗的に阻害することを明らかとした。今後は、グルタミン酸ペプチドを利用した硫酸化糖質クラスターの動物試験レベルでのがん転移阻害能を検証するため、マウスがん転移モデルを用いた研究展開に結びつける。

#### (2) 海洋微生物由来の $\alpha 2, 3/6$ シアル酸転移酵素の基質特異性の解析

免疫やがん転移にかかわるセレクトインは、糖鎖結合タンパク質でシアル酸及び硫酸化糖に親和性を有していることが分かっている。従って、シアル酸含有硫酸化糖鎖の合成は、免疫やがん転移の制御にかかわる分子として有効であると考えられる。しかしながら、化学的手法でシアル酸含有硫酸化糖鎖の合成は困難である。そこで、硫酸化糖を受容体脂質としてシアル酸を転移することが可能な酵素を探索したところ、海洋微生物が発現する $\alpha 2, 3/6$  シアル酸転移酵素が硫酸化糖に転移することが明らかとなった。今後は動力学的解析を行うとともに、セレクトインに親和性をもつ糖質クラスターの構築を行う。

### 【 今後の展開 】

今後は、①がん細胞の転移に関わるセレクトインの糖鎖特異性の解明と転移抑制剤の開発、②免疫能の制御における糖鎖結合タンパク質であるシグレックの受容体糖鎖の解明や免疫制御能をもつ糖鎖分子の構築等の研究テーマにチャレンジしていきたい。その研究成果は、生命現象に関わ

る糖鎖認識タンパク質の機能解明や、糖鎖分子が関わる疾患に対する新しい医薬素材の開発などに貢献できると考えられる。



## 環境と生体の分子調節機構

兼任・講師 岡田 令子 (OKADA Reiko)  
(主担当：理学部 生物科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)  
専門分野： 動物生理学、生化学  
e-mail address: okada.reiko@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員：岡田 令子

修士課程：M1 (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る。また、脊椎動物が水中棲から陸上棲、変温動物から恒温動物へと進化してきた過程で、生体調節機構がどのように変化し、それが進化とどのように関わっているかを明らかにしたいと考えている。現在取り組んでいる研究テーマは以下の通りである。

- (1) 外部環境変化に対する間脳視床下部—脳下垂体—副腎/甲状腺系による調節とその進化
- (2) 両生類の極限環境順応機構の解明
- (3) 温度変化に対応する脳内物質の同定とその作用機序の解明

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 間脳視床下部—脳下垂体—甲状腺/副腎系に関与する視床下部因子の進化

これまでに、両生類において下垂体からの甲状腺刺激ホルモンの分泌を調節する主要な視床下部因子は、哺乳類における副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモン (CRH) であることを報告した。CRH は、その名が示す通り哺乳類においては主要な副腎皮質刺激ホルモン (ACTH) の放出因子であるが、両生類下垂体からの ACTH に対する放出活性は比較的低いこと、両生類では CRF ではなくアルギニンヴァソトシンが ACTH の放出を調節していることを明らかにした。(Gen. Comp. Endocrinol. 237 (2016))

#### (2) 極限環境下での両生類の生体内恒常性維持機構

冬眠中のニホンアマガエルは凍結に対する抵抗性を有し、その耐凍結機能には、水やグリセロールを透過させる膜タンパク質であるアクアポリン (AQP9) が関わっていることがわかっている。ニホンアマガエルの凍結耐性には、これらの他にグリセロールおよびその輸送体が関わっていることを明らかにした。

### 【 今後の展開 】

現在主として両生類を研究材料として用いている。それは、両生類が初めて陸上に上がった脊椎動物であり、また、その一生の中でオタマジャクシから成体へと変態し全身の器官がダイナミックに変化するために、脊椎動物の進化を解明する為に適した研究材料であるからである。上述

の視床下部—下垂体—甲状腺系および視床下部—下垂体—副腎系などに関わるホルモンの構造、機能を比較することで、脊椎動物が水棲から陸棲、変温動物から恒温動物へと進化してきた過程の一端を解明したい。また、両生類の脳に存在する神経ペプチドの含量は哺乳類に比べ10倍以上多いことが知られており、機能未知の物質が多数存在することがわかっている。両生類の脳を材料として新規生理活性物質の発見に繋がる可能性も考えられる。両生類から新規生理活性物質が得られれば、哺乳類等の他の脊椎動物においても作用するのか、作用するとしたら両生類と同様のはたらきなのか否かなどを調べ、脊椎動物の生体調節機構の進化の解明を進めていきたいと考えている。現在、上述の機能未知のペプチドについて、脳での局在および生理作用の解析を進めている。また、生理学・生化学・分子生物学などの研究手法を用い、学内外の研究者との共同研究を進めていきたい。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) **Okada, R.**<sup>\*</sup>, Yamamoto, K., Hasunuma, I., Asahina, J., Kikuyama, S., 2016. Arginine vasotocin is the major adrenocorticotrophic hormone-releasing factor in the bullfrog *Rana catesbeiana*. Gen. Comp. Endocrinol. 237, 121–130.
- 2) **岡田令子**、鈴木賢一 2016. 両生類の変態：分子から個体レベルの制御. 生物科学（日本生物科学者協会編集）、農文協. 67, 146–153.
- 3) **岡田令子** 2016. 両生類における下垂体ホルモン放出因子の役割の特異性とその意義, 比較内分泌学, 日本比較内分泌学会, 42, 60–61.

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Joint meeting of the 22<sup>nd</sup> International Congress of Zoology and 87<sup>th</sup> meeting of Zoological Society of Japan

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 日本動物学会中部支部大会

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 第2回次世代両生類研究会

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) Hirota, A., Takiya, Y., Sakamoto, J., Shiojiri, N., Suzuki, M., Tanaka, S., Okada, R. 平成28年度 Zoological Science Award（藤井賞）. Molecular cloning of cDNA encoding an aquaglyceroporin, AQP-h9, in the Japanese tree frog, *Hyla japonica*: possible roles of AQP-h9 as a glycerol transporter in freeze tolerance. Zool Sci, 32, 296–306. 2015.

## (7)環境サイエンス部門

部門長 吉村 仁

### 1. 部門の研究内容と目標

環境サイエンス部門は17名(専任2名、兼担14名、特任1名)の教員から構成されている。本研究部門では、地球生物環境や地震防災などの人間の社会生活と密接に関連する問題を幅広く研究している。個々の研究テーマには、地球温暖化・海洋酸性化に関連するさんご礁などの生態系の物質循環と将来予測、地球温暖化にともなう半乾燥生態系の動態、極限環境における生物・微生物の生態系・植物の環境応答、微生物生化学の研究、生物多様性・進化生物学・人間行動・マイクロ経済学に関する理論およびモデル的な研究、環境因子に対する内分泌系応答の分子機構に関する研究、また、地球内部の岩石・鉱物流動変形と同位体地球化学の研究、地域に根ざした研究として地震防災および活断層・地震断層および地震断層破壊メカニズムに関する地震の研究などがある。

### 2. 教員名と主なテーマ(◎は専任教員、○は兼任教員、◇は特任教員)

- ◎吉村 仁：進化生態学の理論とモデル
- ◎藤原健智：窒素サイクルに関する微生物生化学
- Casareto：海洋生物学:沿岸域生態系における気候変動と環境ストレスの影響  
Beatriz E
- 加藤憲二：地球環境微生物学
- 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
- 塚越 哲：生物多様性と自然史
- 増田俊明：岩石・鉱物の地下深部での流動変形プロセス
- 道林克禎：地殻・マントル変動と深海底科学
- 森下祐一：鉱床成因の解明
- 守田 智：複雑ネットワーク上のダイナミクス
- 山内清志：環境因子に対する内分泌系応答の分子機構
- 横沢正幸：生態系の環境応答のモデル解析
- 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
- 木村浩之：極限環境微生物の生態学的研究・応用開発
- 鈴木雄太郎：化石生物・三葉虫の進化形態学的研究
- ◇鈴木 款：海洋・大気環境変動、生物地球化学循環、沿岸生態系変動

### 3. 部門活動

#### (1)研究部門会議

構成メンバーは静岡と浜松キャンパスに分散しているため、部門会議は必要に応じてメール会議を開催し、緊密な連絡をした。

#### (2)研究フォーラム・講演会の実施

静岡大学 第3回 電研・グリーン研・創造共催の国際シンポジウム開催

国際シンポジウム 2017 International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University~Joint International Workshops on Advanced Nanovision Science / Advanced Green Science / Promotion of Global Young Researchers in Shizuoka University~ が、平成 29 年 2 月 27 日(月)に静岡大学静岡キャンパスにおいて開催された。創造科学技術大学院では、統合バイオサイエンス部門と環境サイエンス部門が中心となって開催、参加した。

本シンポジウムには、6 ヶ国(マレーシア、インドネシア、韓国、インド、ポーランド、中国)、9 機関(マレーシア工科大学、ガジャマダ大学、インドネシア大学、MaChung 大学、釜山大学、慶北大学、NIPER、Lodz 工科大学、浙江大学) から 25 名の研究者、学生を招き、静岡大学の教職員・学生を含め、103 名が参加した。

静岡大学副学長、木村雅和理事(研究・社会産学連携担当)、及び原和彦創造科学技術大学院長の挨拶に続き、インドネシア ガジャマダ大学との DDP に関する MOA の調印式、及び MTA の調印式が執り行われ、今後ますますの交流が約束された。

海外、及び静岡大学の研究者による研究発表が、Greenbio Section、Environment and Energy Section、Nano-bio Section の 3 分野にわたって行われ、活発な議論がなされた。さらに、ポスター発表は、Energy and Environment、Food Science、Green Science、Nanobiotechnology の 4 分野にわたって、57 名の学生が発表し、国内外の研究者と学生が研究分野の枠を越えて交流し、多くの意見交換が行われた。

#### 4. 特記事項

- ・新・静岡大学環境マイスターの称号授与の要件を決定(平成 28・29 年度)

平成 22-26 年度「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」(5 年間:文科省の最終評価は S 評価)において授与していた静岡大学環境マイスターの称号を継続的に発展させるために、新しく環境マイスターの要件と新・環境リーダープログラムを開始した。

- ・福田充宏氏・安西史弥氏・本澤政明氏・柳沢正氏が、論文「小型ラジアルピストン型膨張機の基本性能」で第 43 回日本冷凍空調学会学術賞(日本冷凍空調学会総会において平成 28 年 5 月 18 日表彰)を受賞。
- ・木村浩之准教授が、第 3 期(平成 28~30 年度)の静岡大学若手重点研究者の称号を授与。(平成 28 年 4 月 1 日)
- ・吉村仁氏が、朝日新聞平成 28 年 6 月 9 日(木)「素数ゼミ」進化の謎に迫る、13・17 年周期で大発生の記事で米国での学術調査が紹介。
- ・吉村仁氏が責任著者で北海道大学の長谷川英祐氏らとの共著論文「働かないワーカーは社会性昆虫のコロニーの長期的存続に必須である(日本語訳)」が、Scientific Reports 創刊 5 周年:人気の日本語コンテンツ」として紹介された(平成 29 年 3 月)。2016 年に最も読まれた SciRep 論文ベスト 100 に入り、10,177 回読まれた。論文:E. Hasegawa, Y. Ishii, K. Tada, K. Kobayashi & J. Yoshimura. Lazy workers are necessary for long-term sustainability in insect societies. Scientific Reports Scientific Reports 6:20846 DOI: 10.1038/srep20846.

## 進化生態学の理論とモデル

専任・教授 吉村 仁 (YOSHIMURA Jin)  
環境・エネルギーシステム専攻 (副担当：工学部 数理システム工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 数理システム工学コース)  
専門分野： 数理生物学、進化生物学、生態学  
e-mail address: yoshimura.jin@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.sys.eng.shizuoka.ac.jp/~jin/top.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：吉村 仁  
教育研究支援員：北村 孔志  
博士課程：GAVINA MAICA KRIZNA AREJA (D2)  
修士課程：M2 (3名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

昨今の地球環境の大きな変化（悪化）や絶滅による種多様性の急激な低下にかんがみ、環境のもっとも本質的な側面の1つである不確定性の生物適応への影響に関する基本原理を研究する。

### 【 主な研究成果 】

熱帯雨林の樹木の極端な多様性の進化メカニズムを数理モデルにより再現した。また、周期ゼミ（素数ゼミ）の氷河期における周期性の獲得進化をシミュレーションにより再現した。

### 【 今後の展開 】

現在、科研費 (A) (海外学術) および (B) (一般) で、生物個体群の存続可能性、進化メカニズムの研究を展開している。特に、環境変化・変動の影響により起こる生物の進化の事例を探求している。この研究の応用として生物多様性の保全問題など地球環境問題および人間社会経済の持続、可能性など多様な展開をしている。とくに学際的な国際経済の持続可能性や地球温暖化に関する研究、人間社会における個人の行動の動的最適化理論を展開している。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Kenichi Yoshimura\*, Shin-Taro Saiki, Kenichi Yazaki, Mayumi Y. Ogasa, Makoto Shirai, Takashi Nakano, Jin Yoshimura, Atsushi Ishida\*. 2016. The dynamics of carbon stored within xylem sapwood to drought-induced hydraulic stress in mature trees. *Scientific Reports* 6: 24513, DOI: 10.1038/srep24513 (Published 15 April, 2016). (8pages)
- 2) Takuya Okabe\*, Jin Yoshimura\*. 2016. Optimal hash arrangement of tentacles in jellyfish. *Scientific Reports* 6: 27347, DOI: 10.1038/srep27347 (Published 7 June, 2016). (5pages)
- 3) Koshi Kitamura, Satoshi Kakishima\*, Takashi Uehara, Satoru Morita, Keiichi Tainaka, Jin Yoshimura, The Effects of Rainfall on the Population Dynamics of an Endangered Aquatic Plant, *Schoenoplectus gemmifer* (Cyperaceae), *PLoS ONE* 11(6):e0157773. doi:10.1371/journal.pone.0157773, Published: June 21, 2016 (13pages)
- 4) Daisuke Uka, Takuma Sakamoto, Jin Yoshimura\*, Kikuo Iwabuchi\*. 2016. Sexual complementarity between host humoral toxicity and soldier caste in a polyembryonic wasp. *Scientific Reports* 6: 29336, DOI: 10.1038/srep29336 Published 7 July, 2016. (7pages)
- 5) Hisanori Harayama\*, Atsushi Ishida and Jin Yoshimura. Overwintering evergreen oaks reverse typical relationships between leaf traits in a species spectrum. *Royal Society Open Science* 3:160276, DOI: 10.1098/rsos.160276. Published 22 July 2016 (2016). (9pages)
- 6) Hiromu Ito, Yuki Katsumata, Eisuke Hasegawa, Jin Yoshimura\*, What is true halving in the payoff matrix of game theory?, *PLoS ONE* 11(8):doi:10.1371/journal.pone.0159670, Published: August 3, 2016(10pages)
- 7) Saori Watanabe, Taiga Murakami, Jin Yoshimura\*, Eisuke Hasegawa\*. Color polymorphism in an aphid

is maintained by attending ants. Science Advances 07 Sep 2016: Vol. 2, no. 9, e1600606. DOI: 10.1126/sciadv.1600606. (5pages)

- 8) Takuya Koyama, Hiromu Ito, Tomochika Fujisawa, Hiroshi Ikeda, Satoshi Kakishima, John R. Cooley, Chris Simon, Jin Yoshimura and Teiji Sota\*. Genomic divergence and lack of introgressive hybridization between two 13-year periodical cicadas support life cycle switching in the face of climate change. Molecular Ecology (2016) doi: 10.1111/mec.13858. Published: 14 October 2016 (14pages)
- 9) Cooley, J. R.\*, G. Kritsky, D. C. Marshall, K. B. R. Hill, G. J. Bunker, M. L. Neckermann, J. Yoshimura, J. E. Cooley, C. Simon. 2016. A GIS-based map of periodical cicada Brood XIII in 2007, with notes on adjacent populations of Broods III and X (Hemiptera: Magicicada spp.). The American Entomologist 62:241-246.
- 10) Takuya Okabe\*, Jin Yoshimura, 2017. Optimal designs of mollusk shells from bivalves to snails. Scientific Reports 7: 42445, DOI: 10.1038/srep42445 (Published 10 February, 2017. (5pages)
- 11) Hiromu Ito, Yuki Katsumata, Eisuke Hasegawa, Jin Yoshimura\*, 2017. The promotion of cooperation by the poor in dynamic chicken games. Scientific Reports 7: 43377, DOI: 10.1038/srep43377 (Published: 24 February 2017. (10pages)

他5編

#### 【 国内会議発表件数 】

・ 情報処理学会、日本応用動物昆虫学会、日本物理学会など4件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 特別講義：環境変動と生物の適応：強い者は生き残れない、吉村仁、生物科学特別講義、2016. 6. 29 (水) 3・4限 13:00-16:40、東京大学大学院理学系研究科・生物科学専攻・植物生態学研究室、会場：理学部2号館201号室(東京都文京区)
- 2) 国内発表：素数ゼミの謎：絶滅回避の適応戦略、吉村仁、第1074回生物科学セミナー、2016. 6. 29 (水) 16:50-18:35、東京大学大学院理学系研究科・生物科学専攻・植物生態学研究室、会場：理学部2号館講堂(東京都文京区)
- 3) 国内発表：素数ゼミの謎：絶滅回避の適応進化、吉村仁、第3回共同研究会、「生命システムと社会システム：生物系/数理系アプローチ」、2016. 7. 21 (木)、長崎大学熱帯医学研究所(長崎県長崎市)
- 4) 高大連携授業(国際科学技術財団共催「やさしい科学技術セミナー」)(2016. 8. 10 (水)、12 (金)、工学部5号館306電子計算機室、対象：高校生8. 10、演題：素数ゼミの謎：進化物語の科学 実習：素数ゼミのモデル実験、コンピュータ実験等
- 5) 東三河・浜松地区高大連携協議会主催 ラーニングフェスタ2016、2016. 8. 25 (木) 9:30-13:50(担当時限=4限、豊橋創造大学(愛知県豊川市)、演題：「素数ゼミの謎：進化物語の科学」19名
- 6) 静岡県立磐田南高等学校出張講義、2016. 9. 14 (水) 13:35-15:10(質疑応答含)、約40名、演題：「素数ゼミの謎：進化物語の科学」
- 7) 第24回「浜松市民アカデミー」2016. 10. 7 (金) 19:00-20:30、素数ゼミの謎、人間社会の安定的な存続、開催場所：アクトシティ浜松研修交流センター62研修交流室
- 8) 特別講義：素数ゼミの謎と人間社会の存続、吉村仁、情報と社会特別講義、2016. 12. 20 (火)、専修大学ネットワーク情報学部、会場：専修大学生田校舎10号館10201教室(神奈川県川崎市)

#### 【 新聞報道等 】

- 1) 新聞記事：朝日新聞 2016. 6. 9 (木)「素数ゼミ」進化の謎に迫る、13・17年周期で大発生、静岡大・吉村教授、米で調査
- 2) HP:「Scientific Reports 創刊5周年：人気の日本語コンテンツ」として、「働かないワーカーは社会性昆虫のコロニーの長期的存続に必須である」と長谷川英祐、吉村仁の論文が紹介された。2016. 8. 3 (水)
- 3) テレビ出演：読売テレビ・日本テレビ系「マレにしか起こらないTV」、「〇年に一度」というマレにしか起こらない珍事を紹介：13年ごとに大発生するセミが取り上げられた。2016. 12. 22 (木) 放送

他4件

## 窒素サイクルに関する微生物生化学

専任・教授 藤原 健智 (FUJIWARA Taketomo)  
環境・エネルギーシステム専攻 (副担当: 理学部 生物科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 生物科学コース)  
専門分野: 微生物生化学、環境微生物学  
e-mail address: fujiwara.taketomo@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~sbtfuji/TF-Lab-J.html>  
<http://www.shizuoka.ac.jp/~bio/staffs/fujiwara.html>



### 【 研究室組織 】

教 員: 藤原 健智

博士課程: D3 (1名)

修士課程: M2 (1名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

地球環境と微生物との相互作用の解明を目的とする環境微生物学、特に窒素サイクルを担う微生物作用、および好塩性アーキアにおける生化学・分子生物学に興味を持ち研究を行なっている。

- (1) 従属栄養性硝化の分子機構
- (2) 好塩性アーキアにおける嫌気代謝とその制御
- (3) サンゴに共生する微生物の生態学及び生化学

### 【 主な研究成果 】

- (1) 従属栄養性硝化細菌 *Alcaligenes faecalis* のピルビン酸オキシム酸素添加酵素 POD が、クラスⅡアルドラーゼに相同なタンパク質であることを見出し、報文として発表した。さらに様々な細菌や菌類に存在する POD 遺伝子を用いて組み換え体を用いた分析を行っている。
- (2) 好塩性アーキア *Haloferax volcanii* の嫌気代謝系を制御する転写因子 Nar0 及びそのホモログ3種 (DmsR, Nar02, Nar03) の機能を詳細に分析した (小柳ら、未発表)。
- (3) 沖縄で採取したサンゴに共生する微生物叢のメタゲノム解析を行った。その結果、特にサンゴ骨格に特異的な微生物の存在を見出した (金、小崎、未発表)。

### 【 今後の展開 】

- (1) プロテオバクテリア門、アクチノバクテリア門の細菌、および子囊菌門の菌類に POD 遺伝子が存在することを見出した。これは、従属栄養硝化に特異的な機能遺伝子としては初めてのものであり、これをターゲットとする従属栄養硝化菌の検出法の確立に向けた検討を進める。
- (2) Nar0 及び DmsR は、高度好塩性アーキアにおいてそれぞれ脱窒と DMSO 呼吸の活性化に関与する転写因子である。効率的な培養実験法の開発によって、Nar0 が、DMSO 呼吸の誘導を硝酸塩依存的に抑制することが見出された。この分子メカニズムの解明が今後の目標となる。
- (3) サンゴ骨格特異的な微生物のうち、*Thiopfundum* 属の硫黄酸化細菌をハマサンゴ (*Porites* sp.) 骨格から単離し、その生理的機能を明らかにする。

【 学術論文・著書 】

- 1) Shuhei Tsujino, Chisato Uematsu, Hideo Dohra, and Taketomo Fujiwara (2017) Pyruvic oxime dioxygenase from heterotrophic nitrifier *Alcaligenes faecalis* is a nonheme Fe<sup>(II)</sup>-dependent enzyme homologous to class II aldolase. *Sci. Rep.* 7:39991. doi:10.1038/srep39991
- 2) Yu Sato, Taketomo Fujiwara, and Hiroyuki Kimura (2017) Expression and function of different guanine-plus-cytosine content 16S rRNA genes in *Haloarcula hispanica* at different temperatures. *Front. Microbiol.* 8:482. doi: 10.3389/fmicb.2017.00482.

【 国内学会発表件数 】

- 1) 「細胞を創る」研究会 9.0



## 海洋生物学：沿岸域生態系における気候変動と環境ストレスの影響

兼担・教授 カサレト ベアトリス エステラ (CASARETO Beatriz E.)  
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  
グリーンバイオ研究部門)

専門分野：サンゴ礁沿岸生態系動態・変動、物質循環学、大気バイオ  
エアロゾル、環境科学、CO<sub>2</sub> 固定

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



### 【 研究室組織 】

教 員：カサレト ベアトリス エステラ、鈴木 款 (特任教授)、吉永 光一・大葉 英雄 (客員教授)、鈴木 利幸 (特任助教)

研 究 員：豊田 圭太 (研究補佐員)、ミカウ アサニー (学術研究員)

博士課程：ユーチャレン マチニー (9月博士課程修了・学位取得)、スルタナ ルマーナ (9月博士課程修了・学位取得)、ヴュー マン フン (D2/D3)、アラム モハマド シャフイウル (D2/D3)、サンサワン ラダワン (D2/D3)、サングマニ カンワラ (D1)、ゲエン テイ ドク (D1)

### 【 研究目標 】

研究目標は環境変動、特に地球温暖化、海洋酸性化による生態系と物質循環の変動やメカニズムに明らかにすること、サンゴ礁、海草群落、マングローブ、海洋の「食物網」の機構解明、生態系と化学物質との相互採用、特に有機物と栄養塩循環の分子レベルの動態を明らかにすることである。サンゴの病気や白化に関しては国際共同研究 (オーストラリア、イギリス、フランス、タイ、モーリシャス) を進めている。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) サンゴ礁におけるピコナノプランクtonの動態、窒素固定、基礎生産量の再評価に関する研究

サンゴ礁におけるサンゴの瓦礫、砂地、サンゴ内、サンゴの付着生物等サンゴ礁を構成する様々なサブ環境における基礎生産量と窒素固定量を炭素と窒素の安定同位体を用いて再評価した。その結果、サンゴ礁域の基礎生産量は従来の値に比べて2-3倍高い可能性があることを明らかにした。またサンゴ礁のウイルスの分布と役割を初めて明らかにした。この研究成果はEco-Engineeringに掲載された。

#### (2) サンゴ礁における白化や病気の機構解明に関する研究

世界でほとんど研究例のないサンゴの内部の共生藻類、微生物、栄養循環、有機物動態、シアノバクテリアの化学共生を研究し、国際的にも注目を集めている。三菱商事の50周年記念事業として国際サンゴ礁保全研究に従事している。サンゴに共生している褐虫藻をサンゴ体内とサンゴ体外ですべて計測し、高水温ストレス下ではサンゴ体内で褐虫藻の細胞の凝縮と光合成色素の分解が起こり、活性酸素の発生を抑えて酸化ストレスを軽減していることを明らかにした。研究成果はJournal of Phycologyに掲載された。

#### (3) 駿河湾における沿岸水の食物網と駿河湾深層水の多角的利用に関する研究

文部省科学研究費の地域連携推進費と静岡県深層水研究プロジェクト経費等で、深層海水中の残存している僅かな植物プランクトンが自然光の下で照明や光が当たればその代謝活動を再開することを確認した。プランクトンのサイズと種構成が深層水中の栄養塩の濃度、栄養塩のうち硝酸塩・アンモニアとケイ酸塩の比および構成する生物種により決まること、それが海洋生態系の食物網を支配する非常に重要なパラメータであることを示した。

#### (4) 海洋酸性化による海洋生態系の応答

RITE-METIの先端研究プログラムによる海洋酸性化と海洋生態系の応答とその影響のプロジェクトを推進し、CO<sub>2</sub>増加は、海洋pHを減少させるが、coccolithophoridsが時間とともに増加し、最高1200ppm pCO<sub>2</sub>のレベルに対しても適応することを明らかにした。結果はモデル計

算により予測された植物プランクトンが死滅するという Nature の報告と異なる。プランクトンは海洋酸性化の環境に適応することが出来る。その鍵は光合成にある。

#### 【 今後の展開 】

サンゴの白化および病気のメカニズムをさらに詳細に明らかにする。サンゴ体内での褐虫藻の分解の仕組みを明らかにし、宿主が共生藻をあえて分解する意義を考察する。さらにサンゴ礁域のウイルスの研究を進め、サンゴの病気に効果的なファージセラピーの可能性を探索する。駿河湾における生態系変動と物質循環に関する研究も推進する（静岡県との共同研究）。また大学院生の自立的研究者への支援を行う。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Shiroyama T, Casareto BE, Suzuki Y, Kodani S (2017): Isolation of antagonistic bacteria associated with the stony coral *Montipora digitata* in Okinawa, Japan. **Galaxea** (Journal of Coral Reef Studies), in press
- 2) Sultana R, Casareto BE, Sohrin R, Suzuki T, Alam Md.S, Fujimura H, Suzuki Y (2017): Response of Subtropical Coastal Sediment Systems of Okinawa, Japan, to Experimental Warming and High  $p\text{CO}_2$ . doi:10.1594/PANGAEA.870707. <https://doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.870707>
- 3) Casareto BE, Niraula MP, Suzuki Y (2017): Marine Planktonic Ecosystem Dynamics in an Artificial Upwelling Area of Japan: Phytoplankton Production and Biomass Fate. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** 487, 1-10
- 4) Alam MdS, Casareto BE, Suzuki Y, Sultana R, Suzuki T (2016): Optimization of dissolved urea measurements in coastal waters with the combination of a single reagent and high temperature. **J Oceanogr** DOI 10.1007/s10872-016-0400-2
- 5) Islam MN, Casareto BE, Suzuki Y (2016): Eutrophication Accelerates Carbonate Dissolution under High  $\text{PCO}_2$  Condition in Coral Reef Ecosystem. **J. Sci. Res.** 8 (3), 427-438
- 6) Sultana R, Casareto BE, Sohrin R, Suzuki T, Alam Md.S, Fujimura H, Suzuki Y (2016): Response of Subtropical Coastal Sediment Systems of Okinawa, Japan, to Experimental Warming and High  $p\text{CO}_2$ . **Front. Mar. Sci.** 3:100. doi: 10.3389/fmars.2016.00100
- 7) Casareto BE, Suzuki T, Suzuki Y. (2016) Chemical and Biological Characteristics of Coral Reef Ecosystem at Microscale/Nanoscale: Effect of Multiple and Synergistic Stresses, 25-46, In Coral Reef Sciences, (Ed Kayanne H) , Coral Reefs of the World, 5 pp 108 Springer

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・国際サンゴ礁シンポジウム（ハワイ） 7件、日本ーイスラエル国際会議（日本・OIST 学術会議主催）、静岡大学国際会議 6件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・日本サンゴ礁学会 3件

#### 【 招待講演件数 】

- ・国際会議 2件（ハワイ・ホノルル国際サンゴ礁シンポジウム、OIST 日本ーイスラエル国際会議）

#### 【 新聞報道等 】

- 1) 日刊ゲンダイ (2016.7.14)
- 2) 沖縄タイムス (2016.7.30)
- 3) 琉球新報 (2016.7.31)
- 4) 朝日新聞 (2017.3.30)
- 5) ナショナルジオグラフィック WEB サイト <http://nationalgeographic.jp/nng/sp/coralreef/>
- 6) 三菱商事環境レポート <http://www.mitsubishicorp.com/jp/ja/csr/contribution/earth1/>

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) International Symposium toward the Future of Advanced Researchers in Shizuoka University, Best Presentation Award (2017.2)

## 地球環境微生物学

兼任・教授 加藤 憲二 (KATO Kenji)  
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: 地球環境微生物学  
e-mail address: kato.kenji@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~skearth/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員: 加藤 憲二  
研 究 員: 永翁 一代 (特任助教)  
修士課程: M2 (2名)  
学 部: B4 (1名)

### 【 研究目標 】

当研究グループでは、(1) 地下圏における微生物生態の解明、(2) 中部山岳地帯および北海道における地下圏を対象とした水循環と微生物の生態の解明、を目指して、環境微生物の生態の解明とその環境へのインパクトの研究を進める。

### 【 主な研究成果 】

- (1) 富士山地下圏を対象に湧水の水起源について微生物 DNA による地下深度推定の可能性が示唆された。
- (2) 富士山における湧水の水質および微生物群集におよぼす降水の影響は異なることを明らかにした。特に 300mm を超える降雨において降雨が湧水に直接的に影響を与えることが明らかになった。
- (3) 浅く嫌気的な地下圏において、微生物個体群制御が行われており、地下圏におけるウイルスの生態の第一歩となる知見を得た。

### 【 今後の展開 】

多様な地球環境における分子微生物生態研究を<分布>から<機能>の解明へ向けて促進する。

### 【 学術論文・著書 】

#### 原著論文

- 1) Ayumi Sugiyama, Suguru Masuda, Kazuyo Nagaosa, Maki Tsujimura, and Kenji Kato, Tracking the direct impact of rainfall on groundwater at Mt. Fuji by multiple analyses including microbial DNA., Biogeosciences Discussion paper. doi:10.5194/bg-2016-78,2016. (832;2016.4.)
- 2) T. Ohnuki, N. Kozai, F. Sakamoto, S. Utsunomiya, K. Kato, Sorption Behavior of Np(V) on Microbe Pure Culture and Consortia. Chem. Lett. 2017, 46, 771. doi:10.1246/cl.170068

【 国際会議発表件数 】

- 1) Kenji Kato, Ayumi Sugiyama, Kazuyo Nagaosa, and Maki Tsujimura, Chase the direct impact of rainfall into groundwater in Mt. Fuji from multiple analyses including microbial DNA. EGU General Assembly 2016, 17-22 April 2016, Vienna, Austria, Geophysical Research Abstracts Vol. 18, EGU2016-5200, 2016

他 4 件

【 国内学会発表件数 】

- 1) 榊田 卓、永翁 一代、加藤 憲二、GeneFISH 法を用いて富士山地下水を対象に脱窒菌の機能遺伝子をシングルセルレベルで検出する試み II、日本微生物生態学会第 31 回横須賀大会

他 1 件

【 招待講演件数 】

- 1) 台湾 慈濟大學 『Microbes in groundwater: a new frontier』
- 2) 放送大学公開講演会 『富士山が生み出す巨大な水源と微生物』

## 第四紀環境変動学

兼担・教授 北村 晃寿 (KITAMURA Akihisa)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 理学部 地球科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 地球科学コース)  
専門分野: 第四紀学、古生物学、層序学  
e-mail address: kitamura.akihisa@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://akihisakitamura.la.coocan.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 北村 晃寿

### 【 研究目標 】

南海トラフにおける巨大津波・地震減災のための古環境研究を行っている。

### 【 主な研究成果 】

- (1) 著者と共同研究者が行った静岡県下田市・南伊豆町沿岸、清水平野、静岡平野、志太平野の津波堆積物の調査結果と他の研究者の調査結果を総括し、静岡県沿岸地域の過去 4000 年間の津波堆積物の分布を調べた。その結果、北村・小林 (2014) が命名した六間川—大谷津波による津波堆積物 (浜名湖東岸の六間川低地、静岡平野、清水平野まで分布する可能性があり、約 3400 年前に堆積) が最も分布範囲が広いことが分かった。しかし、この津波による津波堆積物や津波石などは下田市・南伊豆町沿岸では検出されないため、六間川—大谷津波は国が想定した「あらゆる可能性を考慮した最大クラスの津波 (レベル 2 津波)」に相当しない。つまり、静岡県では、過去 4000 年間に、レベル 2 津波の発生を示す地質学的証拠はない。この内容を国際誌に公表した (Kitamura, 2016)。
- (2) 静岡県焼津平野の沖積低地で掘削したボーリング試料から得た海成層の上限高度とその年代と測地学データから、調査地域に隆起をもたらした安政東海地震と同様な地震の発生間隔を求めるため 2 つのモデルを作成した。地震間の沈降速度を一定としたモデルでは、1 回の地震性隆起量を 1.0、1.3、1.5、1.8 m とすると、地震の平均発生間隔はそれぞれ 143-174、188-226、215-261、261-324 年と算出された。一方、地震間の沈降速度は一定ではないと仮定したモデルでは、隆起量 1.0 m に対する発生間隔は 150-178 年と算出された (北村ほか、2016)。

### 【 今後の展開 】

焼津平野における津波堆積物の調査を行い、南海トラフ東端における過去数千年間の津波と地震の履歴を明らかにする。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Kitamura, A. 2016. Examination of the largest-possible tsunamis (Level 2 tsunami) generated along the Nankai and Suruga troughs during the past 4000 years based on studies of tsunami deposits from the 2011 Tohoku-oki tsunami. *Progress in Earth and Planetary Science*. 3:12 DOI: 10.1186/s40645-016-0092-7

- 2) 北村晃寿・三井雄太・滝川陽紀, 2016, 静岡県焼津平野の完新統の解析に基づく安政型地震の平均発生間隔の推定. 地質学雑誌, 122, 523-531.
- 3) 佐々木猛智・北村晃寿, 2016, 日本海山県沖から採集されたフカカガミガイ. ちりぼたん 45/4 284-291.

【 国内学会発表件数 】

・ 8 件

【 招待講演件数 】

- 1) 北村 晃寿、第四紀環境変動に対する動物の生物地理的・進化的応答、日本第四紀学会 60 周年記念シンポジウム (2016. 9)、日本第四紀学会
- 2) 北村 晃寿、地質記録から探る静岡県の巨大津波・地震の記録、日本地質学会中部支部・2016 年支部年会 (2016. 6)、ふじのくに地球環境史ミュージアム・日本地質学会中部支部

【 新聞報道等 】

- 1) 北村晃寿 2017. 3. 9 朝日新聞 朝刊 P3 てんでんこ 南海トラフ 18 痕跡
- 2) 北村晃寿 2017. 3. 9 毎日新聞 朝刊 P27 焼津の海岸 新たな海底地滑り跡 静大堆積物調査 明応東海地震か
- 3) 北村晃寿 2017. 3. 5 静岡新聞 朝刊 P30 自然災害の研究成果発表 静岡で中部地区集会
- 4) 北村晃寿 2016. 11. 18 静岡新聞 夕刊 P1 「大震法」パネルで解説 静大防災総合センターが通年企画
- 5) 北村晃寿 2016. 8. 3 静岡新聞 朝刊 P24 津波堆積物の調査開始 焼津青峰公園 海底地滑り痕跡探る
- 6) 北村晃寿 2016. 8. 3 毎日新聞 朝刊 P27 津波堆積物を調査 焼津・小川港 海底地滑り痕跡探る
- 7) 北村晃寿 2016. 6. 12 静岡新聞 朝刊 P30 リスク評価し対策に順位を 巨大地震で研究報告
- 8) 北村晃寿 2016. 6. 12 中日新聞 朝刊 P10 小山静大教授ら災害対策を発表 駿河区でシンポジウム
- 9) 北村晃寿 2016. 5. 12 朝日新聞 朝刊 P29 焼津沿岸部の津波 海底地滑りと推定 静大教授、過去の被害調査
- 10) 北村晃寿 2016. 5. 10 中日新聞 朝刊 P30 静大教授ら県沿岸部調査 最大クラスの津波過去 4000 年間なく
- 11) 北村晃寿 2016. 5. 3 静岡新聞 朝刊 P17 L1 堆積物 4 層確認 L2 は痕跡出ず 焼津・浜当目地区
- 12) 北村晃寿 2016. 5. 3 毎日新聞 朝刊 P25 県内沿岸部 レベル 2 津波痕跡なし 過去 4000 年間 静大が調査堆積物
- 13) 北村晃寿 2016. 5. 3 読売新聞 朝刊 P23 レベル 2 津波痕跡なし 過去 4000 年 北村・静大教授が研究報告
- 14) 北村晃寿 2016. 4. 29 静岡新聞 朝刊 P26 「南海トラフ級津波なし」県内沿岸部過去 4000 年間 静大・北村教授が調査
- 15) 北村晃寿 2016. 4. 24 朝日新聞 朝刊 P29 過去の津波被害規模明らかに

## 環境微生物学、生物プロセス工学

兼担・教授 金原 和秀 (KIMBARA Kazuhide)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 工学部 化学バイオ工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)  
専門分野: 環境微生物学、生物工学  
e-mail address: kimbara.kazuhide@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://59.106.135.116/~tmshtint/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 金原 和秀

博士課程 : Tran Vu Ngoc Thi (創造科技学院 D3、国費)、Le Thi Ha Thanh (創造科技学院 D1、ベトナム政府給付)

修士課程 : M2 (1名)、M1 (4名)

学 部 : B4 (4名)

### 【 研究目標 】

我々は、微生物を用いた持続的社会的創造に貢献する技術の開発を目的として研究を行なっている。様々な社会的ニーズに応える微生物プロセスとして、環境浄化システムからメタン発酵プロセス、プラスミドの水平伝播を利用したダイオキシン浄化システムや、多流路デバイスを用いた化学物質による微生物に対する呼吸活性阻害の検出法の開発など、幅広く研究を展開している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 樹皮を含む木質バイオマスの効率的糖化と糖化液のメタン発酵システムを開発する。
- (2) 複合微生物を用いた効率的なダイオキシン・A重油汚染土壌浄化法を開発する。
- (3) プラスミドの水平伝播を利用したダイオキシン汚染土壌浄化法を開発する。
- (4) 多流路デバイスを用いた mRNA 量を指標とした微生物呼吸活性阻害の検出法を開発する。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 樹皮を含む木質バイオマスの効率的糖化と糖化液のメタン発酵システムの開発

スギ樹皮を、湿式ミリング法を用いて効率よく糖化することに成功した。また、このシステムを利用して放射性物質で汚染したスギ樹皮を微粉化糖化し、上向流汚泥床メタン発酵システムを用いて、連続的にメタン発酵を行うことに成功した。この過程で、放射性セシウムで汚染されたバイオマスが、メタン発酵可能であることを示すことができた。また、アンプリコンシークエンスによる解析結果から、微生物群集構造の変遷を解析した。

#### (2) 複合微生物を用いた効率的な油汚染土壌浄化法の開発

複合微生物の低温での強力な分解性をさらに加速することを目的として、スラリー化した土壌を回転混合攪拌する装置を設計し、A重油の分解試験を行った。その結果、2500 mg/Kg のA重油が、6日間という短期間で90%以上分解することが示唆された。これまでの報告では4週間以上かかっている分解期間が、約5分の1に短縮され、回転混合の有効性が示された。

#### (3) プラスミドの水平伝播を利用したダイオキシン汚染土壌浄化法の開発

ダイオキシン分解プラスミドを構築し、水平伝播を解析したところ、スラリー化したモデル土壌において、プラスミドの伝達頻度が低下するという現象を見出した。

#### (4) 多流路デバイスを用いた化学物質による微生物に対する呼吸活性阻害の検出法の開発

多流路デバイスを用いて、LEDにより励起された蛍光をフォトダイオードで検出するシステ

ムを開発した。その結果、ある種の薬剤の添加により、mRNA に由来する蛍光量の変動を検出することに成功し、DNA 合成阻害剤、RNA 合成阻害剤、タンパク質合成阻害剤による微生物に対する呼吸活性の阻害が検出可能であることを示すことができた。

#### 【 今後の展開 】

木質バイオマスとして、これまで利用例のない樹皮を用いたメタン発酵の効率化に挑戦する。低温環境における A 重油除去のメカニズムを解析し、モデル汚染土壌を用いて分解の効率化を検証する。種々の薬剤添加による mRNA 量の変動を計測し、薬理作用による違いとの相関を考察し、阻害メカニズムに迫る研究を展開する。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Tashiro Y, Hasegawa Y, Shintani M, Takaki K, Ohkuma M, Kimbara K, Futamata H.: Interaction of Bacterial Membrane Vesicles with Specific Species and Their Potential for Delivery to Target Cells., Front Microbiol., in press (2017).
- 2) Okumura M, Fujitani Y, Maekawa M, Charoenpanich J, Murage H, Kimbara K, Sahin N, Tani A.: Cultivable Methylobacterium species diversity in rice seeds identified with whole-cell matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometric analysis., J Biosci Bioeng., 123(2), 190-196 (2017).
- 3) Muraguchi Y, Kushimoto K, Ohtsubo Y, Suzuki T, Dohra H, Kimbara K, Shintani M.: Complete Genome Sequence of Algoriphagus sp. Strain M8-2, Isolated from a Brackish Lake., Genome Announc., 4(3), e00347-16 (2016).

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ The 19th Chinese National Symposium on Environmental Microbiology (招待講演)、中国 重慶 (2016.11.11-14) など3件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 環境バイオテクノロジー学会、日本生物工学会、日本農芸化学会など12件

#### 【 新聞報道等 】

- 1) プレス発表「動物実験代替を目指した化合物の毒性と薬効スクリーニングシステムの開発」(2017. 3. 29)

#### 【 その他 】

##### <社会貢献>

- ・ 環境バイオテクノロジー学会 副会長
- ・ 国際誌「Biotechnology Journal」編集委員
- ・ 国際誌「Journal of Chemical Engineering of Japan」編集委員
- ・ 静岡大学食品・生物産業創出推進拠点幹事として第43回研究会「腸内フローラ解析の進展と食品・生物産業の付加価値向上」を主催 (2016. 11. 30、アクトシティ浜松)
- ・ 農林水産省「生物多様性影響評価検討会」委員
- ・ 経済産業省製造産業局「化学物質審議会臨時委員」

##### <国際交流>

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



## 生物多様性と自然史

兼担・教授 塚越 哲 (TSUKAGOSHI Akira)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当：理学部 地球科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 地球科学コース)  
専門分野： 動物分類学、多様性生物学、進化古生物学  
e-mail address: tsukagoshi.akira@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員：塚越 哲、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：Tran, Manh Ha (D2)

修士課程：尾関 秀哉 (M2)、麻場 江莉加 (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) 分類学的多様性の把握

三保半島周辺、御前崎海岸、浜名湖において間隙性種を含む海生・汽水性貝形虫類について、数種の未記載種を確認した。順次記載し、投稿準備中である。

#### (2) 干潟性貝形虫類の生態に関する考察

貝形虫類は、背甲形質に雌雄差が現れ、性差が化石に残る希少な生物である。ここでは1990年代に干潟から採集された貝形虫類3種 (*Ishizakiella miurensis*, *Anglicytherura miii*, *Palusleptocythere migrance*) の集団標本から性比を計測し、その生態を考察した。いずれも成体の個体数が増加する時期にはオスが多く、その個体数がピークになり、その後減少してゆく時期にはメスが多いことがわかった。受精時に性比が1:1であると仮定すれば、雄の方が成熟(最終脱皮)する時間が短く、また孵化してから死ぬまでの時間(寿命)も短いことが示唆される。

#### (3) 潮下帯の間隙環境に生息する貝形虫類の生態と進化傾向の理解

これまで間隙性貝形虫類は潮間帯のものに限って研究されてきたが、前年度から潮下帯間隙環境に生息する貝形虫類についての研究に集中した。潮下帯には、潮間帯と同種の間隙性貝形虫類が生息する一方、表在環境と同属別種の間隙性種も見られる。特に後者は、間隙環境に適

応してから間もない分類群が潮下帯に集中していることを意味し、潮下帯が間隙環境への適応を議論する上で重要な環境であることが分かった。特に *Neonesidea* 属に含まれる間隙性種（未記載種）は世界初の発見である。表在性の同属の種と背甲形態を細かく比較した結果、間隙性種は特に背甲の断面積を小さくする進化をするうえで、殻幅を優先的に縮小していることが分かった。また生態的な考察から、三保真崎海岸において *Neonesidea* 属に含まれる間隙性種は、最干潮時の汀線から約 3m 海側の潮下帯に集中することがわかり、堆積物粒度組成や塩濃度の安定性などの点から、最適帯を形成していることが考えられる。

#### （４）ウミホタルの生態学的研究

発光生物として広く知られるウミホタル (*Vargula hilgendorfi*) の飼育実験を行い、発光パターンの解析を行って、個体間特に雌雄間におけるコミュニケーションの手段としてどのように使われているかについて観察を継続している。また、発光物質を放出する上唇腺開口部を凍結乾燥した標本から SEM を用いて観察し、非発光の近縁種との比較を行っている。また同開口部の個体発生に伴う増加パターンや雌雄差にも着目している。

#### 【 今後の展開 】

平成 26 年度から採択された海外学術研究（基盤 B：南西太平洋島嶼における間隙性動物相の解明と現在時間の砂浜環境記録の必要性）により、来年度は海外調査 4 年目（最終年）を迎える。これまでベトナム、グアム・サイパン、マレーシアを調査したが、これらの地域では、メイオフアウナの研究がほぼ手つかずとなっているため、新たな動物相の解明が期待でき、すでに新分類群を把握している。来年度はパラオの調査を検討している。多くの分担研究者・連携研究者と共に貝形虫類以外の分類群に目を向けることができるため、総合的な環境と生物の応答関係を理解できることが期待される。

#### 【 学術論文・著書 】

1) Karanovic, I., Tanaka, H. & Tsukagoshi, A. 2016. Congruence between male upper lip morphology and molecular phylogeny in Parapolycope (Ostracoda) with two new species from Korea. *Invertebrate Systematics*. 30: 231–254. <http://dx.doi.org/10.1071/IS15056>

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) Tran, M. H., Tsukagoshi, A. & Tanaka, H. Adaptation of ostracods from sediment surface to interstitial environment: an example of leptocytherid species from Japan and their phylogeny inferred from 18S rDNA molecular analyses. 日本動物分類学会第 52 回大会, 2016. 6. 12, 北海道大学 (札幌市), (口頭発表)
- 2) 麻場江莉加・宮田大悟・塚越 哲, 貝形虫 *Neonesidea* 属の間隙環境への適応進化, 日本動物分類学会第 52 回大会, 2016. 6. 12, 北海道大学 (札幌市), (口頭発表)
- 3) 麻場江莉加・宮田大悟・塚越 哲, 貝形虫 *Neonesidea* 属の間隙環境への適応進化, 日本古生物学会第 166 回例会, 2017. 1. 28, 早稲田大学 (新宿区), (口頭発表)

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 塚越 哲・西山千尋・岡田 悟, 貝形虫類の分類学的多様性とその保全, 汽水域研究会 2016 年 (第 8 回) 大会, 2016. 10. 9, 静岡県立ふじのくに地球環境史ミュージアム (静岡市)

## 岩石・鉱物の地下深部での流動変形プロセス

兼担・教授 増田 俊明 (MASUDA Toshiaki)  
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: 構造岩石学  
e-mail address: masuda.toshiaki@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員: 増田 俊明

博士課程: 松村 太郎次郎 (創造科技院 D3)、鈴木 雄介 (創造科技院 D3)

### 【 研究目標 】

- (1) マイクロブーディン構造の解析を行い古差応力を求める方法を確立すること
- (2) 微小領域での岩石・鉱物の力学的性質を調べる方法の確立

### 【 主な研究成果 】

#### (1) マイクロブーディン構造による古差応力の見積もり法

高温高压下で形成された変成岩は、地下深部では塑性変形を被るが地表付近では塑性変形は起こさないことが知られている。すなわち、一つの変成岩が地表に露出する過程で塑性-脆性遷移を経験していることになる。本研究では、長柱状鉱物のマイクロブーディン構造を利用して、塑性変形が終わり、脆性領域に入る寸前の応力の情報を引き出す方法を検討し、ほぼ確立した。

ギリシャのシロス島に分布している大理石中に藍閃石のマイクロブーディン構造を確認したので、古応力を測定し、同時に方解石古応力計により古応力を求めて両者を比較した。それぞれ別のタイミングの古応力を反映していると考えられる。

#### (2) 超微小硬度計を利用した岩石・鉱物の力学的性質の研究

超微小硬度計を用いて、石英のc軸に垂直な面とそうでない一つの面での圧痕の深さと圧痕形成に要したエネルギーを荷重を10~100mNの範囲で変化させて調べた。横軸にlog(深さ)、一方縦軸にlog(圧痕形成に要したエネルギー)を取ったグラフ上に得られたデータをプロットしたところ、2つの直線はほぼ重なることが確認できた。このことは、圧痕形成時の圧痕の深さとエネルギーの関係は、結晶の方位に関係がないことを意味している。現状ではまだc軸に垂直ではない方位がどの方位なのか未測定なので、この関係が一般的かどうかはわからない。

### 【 今後の展開 】

我々は、地下深部での岩石の変形がどのように起こったのかを調べ、その際に生じていたさ応力や歪の情報を変成岩のマイクロブーディン構造解析や超微小硬度計の硬さマッピングを駆使して調べて行く予定である。その際、心がけているのは地球の力学的進化である。例えば25億年以上前の地球と最近6億年間の地球では、差応力のレベルに明瞭な差がこれまでの研究で認められ

ている。現在、33億年前に花こう岩の周辺で変形した岩石（オーストラリア、ピルバラ）の古応力の検討を行っている。まだ結果は出ていない。

また、超微小硬度計を利用した微小面積での力学的性質の測定が、どれほど有効なのかについても検討する。これは、岩石・鉱物の力学的マッピング技術の向上・確立を目指す研究の基盤をなすものであり、これがある程度目処が立てば、その応用として種々の地質構造の形成過程の研究に役に立つものと考えている。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Matsumura, T., Kuwatani, T., Masuda, T., 2017. The relationship between the proportion of microboudinaged columnar grains and far-field differential stress: A numerical model for analyzing paleodifferential stress. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 112, 25-30.
- 2) Omori, Y., Barresi, A., Kimura, N., Okamoto, A., Masuda, T., 2016. Contrast in stress-strain history during exhumation between high- and ultrahigh-pressure metamorphic units in the Western Alps: microboudinage analysis of piemontite in metacherts. *Journal of Structural Geology*, 89, 168-180.

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本地球惑星科学連合、日本地質学会 3件

## 地殻・マントル変動と深海底科学

兼担・教授 道林 克禎 (MICHIBAYASHI Katsuyoshi)  
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、地殻・マントル変動、海洋底科学  
e-mail address: michibayashi@shizuoka.ac.jp  
home page: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~sekmich/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 道林 克禎  
研究補佐員: 松村 好恵  
修士課程: M2 (1名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

我々は、46億年の地球史と地球の深部構造を理解することを目的として、地殻・最上部マントルと深海底の研究を行う。陸上や深海底を調査して、地球深部を構成する岩石の分布を明らかにする。そして、偏光顕微鏡・様々な検出器を備えた走査電子顕微鏡・分光計等を用いた詳細な分析によって、岩石の主成分である鉱物結晶の物理化学的特徴を理解する。

### 【 主な研究成果 】

最上部マントルを構成するかんらん岩の構造を支配するかんらん石の結晶方位ファブリックには、従来知られている6つのタイプに加えて、さらに6つのタイプが存在することを理論的に明らかにした。これらのタイプを記述するために考案したダイアグラムを使って、海洋底の物理探査で得られた地震波(P波)速度の方位異方性に地球科学的な意味を与えることに成功した。

### 【 今後の展開 】

地球は広く大きく、海は深い。そのため、未知の領域はまだ多く残されている。今後も引き続き世界中から地球深部起源の物質を集めて、その物性を研究していきながら地球の今の姿を理解していく。

### 【 学術論文・著書 】

#### [ 国際誌 ]

- 1) Michibayashi, K., Watanabe, T., Harigane, Y. and Ohara, Y., 2016. The effect of a hydrous phase on seismic anisotropy in the oceanic lower crust: A case study from the Godzilla Megamullion, Philippine Sea. *Island Arc*, 25, 209-219.
- 2) Wang, L., Blaha, S., Pintér, Z., Farla, R., Kawazoe, T., Miyajima, N., Michibayashi, K. and Katsura, T., 2016. Temperature dependence of [100](010) and [001](010) dislocation mobility in natural olivine. *Earth and Planetary Science Letters*, 441, 81-90.
- 3) Michibayashi, K., Mainprice, D., Fujii, A., Uehara, S., Shinkai, Y., Kondo, Y., Ohara, Y., Ishii, T., Fryer, P., Bloomer, S. H., Ishiwatari, A., Hawkins, J. and Ji, S., 2016. Natural olivine crystal-fabrics in the

western Pacific convergence region: a new method to identify fabric type. *Earth and Planetary Science Letters*, 443, 70-80. (2016.03.25)

- 4) Akizawa, N., Ozawa, K., Tamura, A., **Michibayashi, K.**, Arai, S., **2016**. Three dimensional evolution of melting, heat and melt transfer in ascending mantle beneath a fast-spreading ridge segment constrained by trace elements in clinopyroxene from concordant dunites and host harzburgites of the Oman ophiolite. **Journal of Petrology**, **57**, 777-814.
- 5) Sun, S., Ji, S., **Michibayashi, K.**, Salisbury, M. and Dong, Y., **2016**. Effects of olivine fabric, melt-rock reaction and hydration on the seismic properties of peridotites: insight from the Luobusha ophiolite in the Tibet Plateau. **Journal of Geophysical Research**, **121**, 3300-3323.
- 6) Shao, T., Ji, S., Oya, S., **Michibayashi, K.** and Wang, Q., **2016**. Mica-dominated seismic properties of mid-crust beneath west Yunnan (China) and geodynamic implications. **Tectonophysics**, **677-678**, 324-338.
- 7) Harigane, Y., Abe, N., **Michibayashi, K.**, Kimura, J. and Chang, Q., **2016**. Melt-rock interactions and fabric development of peridotites from North Pond in the Kane area, Mid-Atlantic Ridge: implications of microstructural and petrological analyses of peridotite samples from IODP Hole U1382A. **Geophysics, Geochemistry, Geosystems**, **17**, doi:10.1002/2-16GC006429.
- 8) Michibayashi, K. and Snow, J. E., 2016. Preface Virtual special Issue: Understanding of the largest oceanic core complex on the Earth, Godzilla Megamullion. *Island Arc*, 25, 192.
- 9) Ji, S., Wang, Q., Shao, T., Endo, H., **Michibayashi, K.** and Salisbury, M. H., 2016. S-wave velocities and anisotropy of typical rocks from Yunkai metamorphic complex and constraints on the composition of the crust beneath Southern China. **Tectonophysics**, **686**, 27-50.
- 10) Kolasinski, R. D., Buchenauer, D. A., Doerner, R. P., Fang, Z. Z., Ren, C., Oya, Y., **Michibayashi, K.**, Friddle, R. W. and Mills, B. E. High-flux plasma exposure of ultra-fine grain tungsten. **International Journal of Refractory Metals and Hard Materials**, **60**, 28-36.
- 11) Christeson, G., Morgan, S., Kodaira, S., Yamashita, M., Almeev, R. R., **Michibayashi, K.**, Sakuyama, T., Ferre, E. C. and Kurz, W. Physical properties and seismic structure of Izu-Bonin-Mariana fore arc crust: results from IODP Expedition 352 and comparison with oceanic crust. **Geophysics, Geochemistry, Geosystems**, **17**, 10.1002/2016GC006638.
- 12) Reagan, M. K., Pearce, J. A., Petronots, K., Almeev, R. R., Avery, A. J., Carvallo, C., Chapman, T., Christeson, G. L., Ferré, E. C., Godard, M., Heaton, D. E., Kirchenbaur, M., Kurz, W., Kutterolf, S., Li, H., Li, Y., **Michibayashi, K.**, Morgan, S., Nelson, W. R., Prytulak, J., Python, M., Robertson, A. H. F., Ryan, J. G., Sager, W. W., Sakuyama, T., Shervais, J. W., Shimizu, K. and Whattam, S. A., **2017**. Subduction initiation and ophiolite crust: new insight from IODP drilling. **International Geology Review**, doi:10.1080/00206814.2016.1276482.

【 国際会議発表件数 】

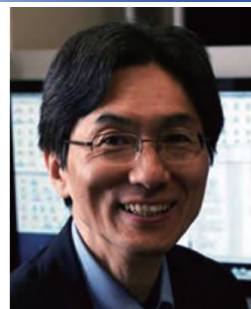
・ 3 件

【 国内学会発表件数 】

・ 2 4 件

## 鉱床成因の解明

兼担・教授 森下 祐一 (MORISHITA Yuichi)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 理学部 地球科学科及び  
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: 鉱床学、同位体地質学、二次イオン質量分析法  
e-mail address: morishita.yuichi@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.sci.shizuoka.ac.jp/%7egeo/staff/Morishita/Morishita.html>



### 【 研究室組織 】

教 員: 森下 祐一

修士課程: M2 (3名)

### 【 研究目標 】

地球や宇宙における諸現象には元素の移動や濃集が関係しているが、この仕組みを理解する地球化学、特に有用元素が濃集した鉱物資源の生成過程を研究している。国内外の金鉱床や白金族鉱床などの金属鉱床を研究フィールドとして、元素の地殻内移動・濃集過程の研究を行う。特に、二次イオン質量分析法 (SIMS、図1に例示) による鉱石中の貴金属存在形態に関する研究により、選鉱・製錬に資する鉱石の微小領域元素 (金、プラチナ等) 分布の解明研究を行う。また、炭素・酸素同位体比の測定など同位体地質学を研究基盤として、マグマ熱水系における金属鉱床の成因 (図2) を明らかにする事を目標とする。

個別の研究目標を以下に列記する。

- (1) 安定同位体比分析等に基づく金鉱床等鉱物資源の生成過程の解明
- (2) 南アフリカ共和国の白金族鉱床中貴金属の分布解明
- (3) 高品位金鉱床における新しい探査法の開発
- (4) 安定同位体挙動に関する基礎実験



図1 高感度高質量分解能大型 SIMS

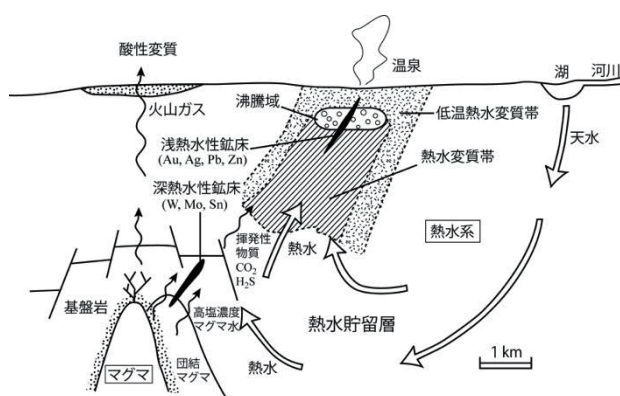


図2 金属鉱床を生成するマグマ熱水系

### 【 主な研究成果 】

- (1) 米国アラスカ州ポゴ鉱山炭酸塩鉱物の産状と同位体比が示す熱水の進化及び熱水系の可視化  
アメリカ合衆国アラスカ州東部に存在するポゴ鉱床に産出する炭酸塩鉱物の産状、炭素・酸

素同位体比から、試料の位置情報と地理情報システム（GIS）を用いて鉱床形成熱水の進化について解析した。金鉱化に関連した試料位置を可視化すると、北西方向に沈み込む緩やかな傾斜に沿って分布することが明らかになった。この傾斜はポゴ鉱山で報告されている低角度破碎帯の角度とほぼ同じとなり、ポゴ鉱山を形成した鉱化熱水は低角度破碎帯に沿って流入してきたと考えた。このことから既存鉱床の南側に金鉱脈の伏在が示唆される。

### （２）南アフリカ共和国ブッシュフェルト複合岩体北リムのクロム鉄鉱の性質

ブッシュフェルト複合岩体は、南アフリカ共和国で 20.6 億年前に大規模なマグマ活動が起き、何回もの活動が複合した結晶分化作用により生じたものであり、地球表層の白金族元素の 95%が集中している特異な場所である。ブッシュフェルト複合岩体の北リムは最近になって開発が進んでいる地域であり、新たに発見されたフラットリーフと他リムとの関係を検討した。鉱物の化学組成分析により層状クロミタイト中のクロム鉄鉱の Mg#と Cr#は狭い範囲の値を示し、上部はメレンスキーリーフと、下部は UG2 とそれぞれ近い値を示したことから、フラットリーフをそれらの延長とする説を支持できると結論づけた。

### （３）伊豆半島南東部蓮台寺・須崎鉱床形成熱水の進化-金銀テルル鉱物からの制約-

静岡県伊豆半島では、かつて数多くの金鉱山が稼行しており、そのうち半島南部の蓮台寺鉱山および須崎鉱山では金の産出だけでなくテルル鉱物の産出が確認されている。伊豆半島南東部における鉱化イベントは、熱水系が駆動する前段階で酸化マンガン鉱体や有機物を含む堆積物層が形成され、熱水系が駆動した最初期では須崎鉱床直下のマグマからマグマ水や揮発成分が熱水中に供給された。須崎鉱床は熱源（マグマ）の直上付近であったために、鉱床を形成した熱水は酸性だったのに対し、蓮台寺鉱床を形成した熱水は、熱源から離れた場所に位置していたために、水-岩石反応により弱酸性から中性となった熱水によって形成された。

#### 【 今後の展開 】

安定同位体などを用いて鉱床の成因を明らかにして行くが、探査に応用可能な波及効果と、サイエンスとしての価値の両方を念頭において研究を進める。また、安定同位体挙動に関する基礎実験も行う。国内の高品位金鉱床における新しい探査法の開発は、元素の濃集メカニズムの上から興味深いと同時に産業界にとっても重要な課題であり、研究を加速させる。資源国である南アフリカ共和国の貴金属鉱床については重要であり、得られた基礎研究の成果を現地鉱山にフィードバックさせる研究展開を予定している。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) H. Hiyagon, N. Sugiura, N.T. Kita, M. Kimura, Y. Morishita and Y. Takehana (2016) Origin of the eclogitic clasts with graphite-bearing and graphite-free lithologies in the Northwest Africa 801 (CR2) chondrite: Possible origin from a Moon-sized planetary body inferred from chemistry, oxygen isotopes and REE abundances, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 186, 32-48, doi: 10.1016/j.gca.2016.04.030.

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 26<sup>th</sup> V. M. Goldschmidt Conference, Yokohama, Japan, 2016.6.26-7.1.にて 3 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本地球惑星科学連合大会、資源地質学会、日本惑星科学会、質量分析学会同位体比部会など 6 件



## 複雑ネットワーク上のダイナミクス

兼任・教授 守田 智 (MORITA Satoru)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 工学部 数理システム工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 数理システム工学コース)  
専門分野: 非線形動力学、複雑ネットワーク  
e-mail address: morita.satoru@shizuoka.ac.jp  
homepage: [http:// www.msys.eng.shizuoka.ac.jp/~morita/index.html](http://www.msys.eng.shizuoka.ac.jp/~morita/index.html)



### 【 研究室組織 】

教 員 : 守田 智

修士課程 : M2 (1名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

感染症や噂などの情報は社会ネットワークを通して伝播していく。ここ十数年で複雑ネットワークという考え方が物理学・生物学から社会科学に至る広い分野で用いられる。複雑ネットワークは従来の一様なネットワークとは異なる特性を持ち、そこでの拡散もこれまで研究されてきた拡散現象とは著しく異なっている。本研究では統計力学の手法を用いてネットワーク構造の性質とネットワーク上の拡散現象の関係を系統的に検証する。ネットワークの構造を特徴づける方法を新たに考案していき、構造がシステム全体の機能に及ぼす影響を理論化することを目指している。当面の研究課題を以下に列記する。

- (1) ネットワークを通して拡散するリスクに関する研究
- (2) 複雑なネットワーク構造がゲーム力学系に与える影響の解明
- (3) ネットワーク自体が変動する一般モデルの構築

### 【 主な研究成果 】

#### (1) ネットワークのクラスター性がゲーム力学系に与える影響

ネットワーク上の2戦略進化ゲームモデルを考える。2つの戦略が共存するパラメータ領域ではクラスタリング係数が大きくなると多数派の戦略がより多数になることを数値計算と近似理論を用いて示した。(Nonlinear Theory and Its Applications IEICE 7, 110-117 (2016))

#### (2) 一般化した感染症モデルの構築とその理論

従来の感染症モデルを含んだ6通りのモデルを構築し平均場近似を駆使してそれぞれを比較した。新しいモデルに関しても感染閾値が0に収束するという現象が生じることを示した。(Scientific Reports 6, 22506 (2016))

#### (3) 空間的に相関のあるランダム乗算過程の研究

株価や収入は経済状況やそれぞれの業績の良し悪しによってランダムに変動するが、ネットワークを通じて空間的相関を持つと考えることができる。ここでは手始めに、全体の経済状況からの空間相関だけを考えた。ただし個々の業績または経済状況に関する時間相関も考慮する。このような場合、時間相関の原因が全体か局所かで系の振る舞いに大きな差があることを示した。(Europhysics Letters, 113, 40007 (2016))

### 【 今後の展開 】

我々は上記のように複雑ネットワーク上のダイナミクス一般を広く扱い、数値計算のみに依存することなく近似理論を駆使して新しい理論体系を構築することを目指している。当面の今後の研究展開としては、複雑な構造を持つネットワーク上の拡散過程とゲームダイナミクスの解明に力を注いでいきたいと考えている。また、ネットワーク自体が変動するモデルを構築してその構造の頑健性についても明らかにしていきたい。これらの研究を活かして医学・経済学等へ幅広い応用も目指している。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Koshi Kitamura, Satoshi Kakishima, Takashi Uehara, Satoru Morita, Kei-ichi Tainaka, Jin Yoshimura, The Effects of Rainfall on the Population Dynamics of an Endangered Aquatic Plant, *Schoeno-plectus gemmifer* (Cyperaceae). *PLoS ONE* 11(6): e0157773 (2016).
- 2) Hiroki Ikeda, Shinji Nakaoka, Rob J. de Boer, Satoru Morita, Naoko Misawa, Yoshio Koyanagi, Kazuyuki Aihara, Kei Sato, and Shingo Iwami, Quantifying the effect of Vpu on the promotion of HIV-1 replication in the humanized mouse model. *Retrovirology* 13:23 (2016).
- 3) Satoru Morita, Evolutionary game on networks with high clustering coefficient. *Nonlinear Theory and Its Applications*, *IEICE* 7, 110-112 (2016).
- 4) Satoru Morita, Power law in random multiplicative processes with spatio-temporal correlated multipliers. *Europhysics Letters*, 113, 40007 (2016).
- 5) Jomar F. Rabajante, Jerrold M. Tubay, Hiromu Ito, Takashi Uehara, Satoshi Kakishima, Satoru Morita, Jin Yoshimura and Dieter Ebert, Host-parasite Red Queen dynamics with phase-locked rare geno-types. *Science Advances* 2, e1501548 (2016).
- 6) Satoru Morita, Six Susceptible-Infected-Susceptible Models on Scale-free Networks. *Scientific Reports* 6, 22506 (2016).

### 【 解説・特集等 】

- 1) 守田智, 「環境変動と居住地移動のある 2 種競争系における共存」, 数理解析研究所講究録 1994 (2016) 128-132.

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) Satoru Morita, “Degree based Mean-Field Approximation of Six SIS Models on Scale-Free Networks” International School and Conference on Network Science, Seoul, South Korea, (2016-6).

### 【 国内学会発表件数 】

- ・日本物理学会、情報処理学会ネットワーク生態学研究会など 5 件

## 環境因子に対する内分泌系応答の分子機構

兼担・教授 山内 清志 (YAMAUCHI Kiyoshi)  
バイオサイエンス専攻 (主担当：理学部 生物科学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻生物科学コース)  
専門分野： 環境化学物質の生物作用、両生類の分子生物学  
e-mail address: sbkyama@ipc.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.shizuoka.ac.jp/~bio/staffs/yamauchi.html>  
<http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~sbkyama/>



### 【 研究室組織 】

教 員：山内 清志、石原 顕紀 (理学部講師)

研究補佐員：2名

博士課程：D1 (1名)

### 【 研究目標 】

我々は、甲状腺ホルモンと環境化学物質 (環境ホルモン) の作用機序を明らかにする目的で両生類のオタマジャクシを実験動物に用いて分子レベル、細胞レベルでの研究を行っている。環境化学物質が生体にどのような影響を与えるかを調べるためには、正常なホルモン作用の理解が必須である。また、幅広い環境ストレスに対するエピジェネティックな応答を視野に研究を展開している。

- (1) ホルモンによる応答遺伝子領域のエピゲネティック作用
- (2) ホルモン輸送に関わる蛋白質の遺伝子解析
- (3) 両生類の食餌応答に関する分子生物学的解析
- (4) 両生類の低温およびホルモン応答の分子生物学的解析

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 甲状腺ホルモン結合蛋白質の分子進化学的解析

尿酸代謝酵素 HIUase 遺伝子の重複で生じた甲状腺ホルモン結合蛋白質トランスサイレチンの機能解析を行い、酵素活性を失いホルモン結合活性を獲得する過程を明らかにした。特に、その過程で重金属結合が機能分化に重要であることを示した (Gen. Comp. Endocrinol., 2017)。

- (2) mRNA の転写レベルを網羅的に調べるアレイ解析だけでは、検出しにくい発現レベルの変化をタンパク質の解析を組み合わせて、補完する方法を開発した。トランスクリプトーム解析とプロテオーム解析の特性に関する長所を利用することで、微細な発現解析が可能となった (Biochem. Biophys. Rep., 2016)。

### 【 今後の展開 】

我々は上記のようにホルモン作用に関する基礎的な研究とその生物システムを攪乱する環境要因の作用をについて研究を展開してきた。その結果、依然としてホルモン作用の分子メカニズムの研究が必要であることが明らかとなってきた。今後、これらの基礎研究から得た知識を最大限に生かし、地球環境の変動が与える生物への影響を明らかにしたい。

【 学術論文・著書 】

- 1) Ishihara, A., Yamanaka, H., Takahashi, R., Numajiri, T., Kaneko, S., Ishizawa, Y., Koya, S., Yamauchi, K. (2016) Establishment of combined analytical method to extract the genes of interest from transcriptome data. *Biochem. Biophys. Rep.* 7, 63-69.
- 2) Suzuki S, Kasai K, Nishiyama N, Ishihara A, Yamauchi K. (2017) Characteristics of the brown hagfish *Paramyxine atami* transthyretin: Metal ion-dependent thyroid hormone binding. *Gen Comp Endocrinol.* in press.

【 国内会議発表件数 】

- 1) 日本動物学会

## 生態系の環境応答のモデル解析

兼担・教授 横沢 正幸 (YOKOZAWA Masayuki)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 工学部 数理システム工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 数理システム工学コース)  
専門分野: 生態系モデル、数理統計学  
e-mail address: yokosawa.masayuki@shizuoka.ac.jp  
homepage: <https://sites.google.com/site/yokozawalab/my-homepage>



### 【 研究室組織 】

教 員: 横沢 正幸

修士課程: M2 (3名)

### 【 研究目標 】

生態システムは、不均質性、空間および時間スケールのダイナミックレンジの広さ、多数のサブシステムの相互作用などを内包しており複雑である。このため、素過程からのフォワードモデルが適切に構築できない場合も多く、データからいかにセンス良く本質的な構造と機能を抽出しうるかが、問題解決への道筋となると考える。この観点から、フィルタリングを中心としたデータ同化手法を利用して以下の研究を行っている。

- ・要素間の非線形相互作用によって創発される生態系の巨視的現象の解明
- ・植生のサイズ構造、空間分布の出現様式
- ・生態系における物質・エネルギー移行過程の解明
- ・生態系における炭素、熱、水の流れと貯留
- ・環境摂動に対する不確実性を考慮した生態系の resilience と vulnerability の評価
- ・気候変化と生態系との相互作用 (影響、適応、対策)

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 個体間相互作用と物理環境変動の様式を考慮した植物群集の時空間動態の解明

サイズ分布を基軸として、植物群集が物理環境および個体間相互作用をしながら時間変化する様相をシミュレートする機構的モデルを開発した。そのモデルによって、個体間相互作用の様式と物理環境の種類と群集形成との関係についての一般理論を構築した。(例えば, Ecological Modelling, 301, 41-53 (2015))

#### (2) 生態系におけるデータ同化法の応用

様々な種類の要素が多数あつまり、非線形相互作用している生態系において、素過程に関係する状態量を直接測定することは困難である。そこで、測定された既存データと数理モデルとをデータ同化することにより、状態量の時空間変化を推定するとともに、その振る舞いを司る機構を推論した。(例えば, PLOS ONE, doi:10.1371/journal.pone.0119001 (2015))

#### (3) 主要作物の生産性を広域スケールで推定する機構的モデルの開発と評価

気候変化や異常気象によって世界の食料生産がどのような影響を受けるかを評価するために、環境要因と作物の生育・生長過程を広域スケールで推計するモデルを開発し、主要国にお

ける生産性の影響を評価した。(例えば、Scientific Reports, doi:10.1038/srep04978 (2014))

#### 【 今後の展開 】

今後はこれまでの研究に加えて、環境変動が経済に及ぼす影響評価を行うために、市場経済ネットワークのダイナミクスを記述するエージェントベースモデルの開発とそれを用いた解析研究にもチャレンジしていく予定である。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Nakagawa Y, Yokozawa M, Ito A, Hara T. 2017. Effectively tuning plant growth models reliant on the mean-field assumption at different spatial scales: a statistical perspective. *Ecological Modelling*, in press.
- 2) Nakagawa Y, Yokozawa M\*, Hara T. 2016. Complex network analysis reveals novel essential properties of competition among individuals in an even-aged plant population. *Ecological Complexity*, in press.
- 3) Nakagawa Y, Yokozawa M, Hara T. 2016. Indirect facilitation induced by competition among plants. *Nonlinear Theory and Its Applications*, 7(2): 126-145. doi: 10.1587/nolta.7.126
- 4) Kunimitsu Y, Kudo R, Iizumi T, Yokozawa M. 2016. Technological spillover in Japanese rice productivity under long-term climate change: Evidence from the spatial econometric model. *Paddy and Water Environment*, 14: 131-144. doi: 10.1007/s10333-015-0485-z

#### 【 解説・特集等 】

- 1) Iizumi T, Yokozawa M, Sakurai G, Sakuma H, Luo J.J, Challinor A.J, Yamagata T. 2016. Characterizing the reliability of global crop prediction based on seasonal climate forecasts. In: *Indo-Pacific Climate Variability and Predictability*. (eds., Behera K, Yamagata T.) p281-304, World Scientific Publishing.

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) AGU (American Geophysical Union) Fall Meeting 2016

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本物理学会、日本農業気象学会、日本生態学会など 5 件

## リモートセンシングモデリングと生理生態学の融合

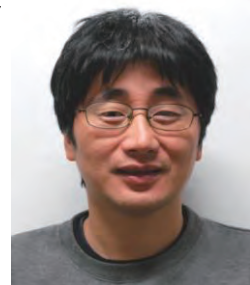
兼任・教授 王 権 (WANG Quan)

環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 農学部 生物資源科学科及び  
大学院総合科学技術研究科農学専攻 環境森林科学コース)

専門分野: リモートセンシング、生理生態学

e-mail address: aqwang@ipc.shizuoka.ac.jp

home page: <http://www.agr.shizuoka.ac.jp/frs/kouiki-seitai/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員: 王 権、菌部 礼 (農学部助教)

博士課程: 劉 鋼 (D3)、顧 大形 (D3)

修士課程: M2 (2名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

研究の目標は、リモートセンシング技術と生理生態モデルなどを用いて植物のガスフラックス (CO<sub>2</sub>と水フラックス) 情報を取得できるアルゴリズム、並びに観測システムを構築することです。特に、CO<sub>2</sub>と水の収支・循環に関する研究を行っています。植物の CO<sub>2</sub> 吸収機能と蒸散に代表される水フラックスは個々の生育状態や周辺の気象状況などの様々な要因と影響しあうパラメータであり、リモートセンシングによる広域レベルでのガスフラックス情報の取得が地球規模の環境問題を考える上で非常に重要な情報源となり得るものと考えています。主な試験地は、湿潤な気候である日本の新潟県南魚沼郡苗場山と中国の乾燥地です。

### 【 主な研究成果 】

- (1) 異なる時空間スケールの C/H<sub>2</sub>O 循環メカニズム・モデルに関する研究とリモートセンシングデータの融合研究
- (2) リモートセンシングデータの応用
- (3) ネットワークステーションの構築

### 【 今度の展開 】

生態観測、渦相関観測システム、およびリモートセンシングによる地表面観測などを融合させ、複数の情報源で同期的に観測を行うことを基本として複数スケールでのリモートセンシングデータの試測、分析及び検証のシステムを構築し、リモートセンシングデータを主要な駆動因子とする複数スケールの生理生態モデルを用いて、地球変動への適応をシミュレーションする。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Sonobe, R., Wang, Q. 2017. Towards a universal hyperspectral index to assess chlorophyll content in deciduous forests. *Remote Sensing*, 9(3): 191, DOI:10.3390/rs9030191.
- 2) Fang, X., Zhang, C., Wang, Q., Chen, X., Ding, J., Karamage, F. 2017. Isolating and quantifying the effects of climate and CO<sub>2</sub> changes (1980-2014) on the net primary productivity in arid and semiarid China. *Forests*, 8: 60, DOI:10.3390/f8030060.

- 3) Sonobe, R., Wang, Q. 2017. Hyperspectral indices for quantifying leaf chlorophyll concentrations performed differently with different leaf types in deciduous forests. *Ecological Informatics*, 37:1-9.
- 4) Cao, Z., Wang, Q. 2017. Retrieval of leaf fuel moisture contents from hyperspectral indices developed from dehydration experiments. *European Journal of Remote Sensing*, 50: 18-28.
- 5) Liu, X., Wang, Q., Qi, Z., Han, J., Li, L. 2016. Response of N<sub>2</sub>O emissions to biochar amendment in a cultivated sandy loam soil during freeze-thaw cycles. *Scientific Reports*, 6:35411, DOI:10.1038/srep35411.
- 6) Xu, P., Jin, P., Yang, Y., Wang, Q. 2016. Evaluating urbanization and spatial-temporal pattern using the DMSP/OLS nighttime light data: a case study in Zhejiang Province. *Mathematical Problems in Engineering*, 2016:9850890, DOI:10.1155/2016/9850890.
- 7) Liu, X., Han, J., Ma, Z., Wang, Q., Li, L. 2016. Effect of carbon source on dissimilatory nitrate reduction to ammonium in coastal wetland sediments. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 16:337-349.

【 国際会議発表件数 】

- ・ 1 件

【国内学会発表件数】

- ・ 中部森林学会など 10 件



## 極限環境微生物の生態学的研究・応用開発

兼担・准教授 木村 浩之 (KIMURA Hiroyuki)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: グリーン科学技術研究所  
グリーンエネルギー研究部門)  
専門分野: 地球微生物学、環境ジェノミクス  
e-mail address: kimura.hiroyuki@shizuoka.ac.jp  
homepage: www.ipc.shizuoka.ac.jp/~shkimur/top.html



### 【 研究室組織 】

教 員: 木村 浩之

研究補佐員: 星野 望美

博士課程: 松下 慎 (創造科技院 D2)、佐藤 悠 (創造科技院 D2)

修士課程: M2 (2名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

西南日本の太平洋側の地域に広く分布する“付加体”という非常に厚い堆積層に着目して、その地下圏に存在する地下温水 (温泉)、付随ガス (主にメタン)、微生物群集を対象とした基礎研究を進める。特に、地球化学および微生物学を融合させた研究手法を用いて、付加体の深部帯水層におけるメタン・窒素ガス生成メカニズムを明らかにする。加えて、G+C 含量の異なる複数種の 16S rRNA 遺伝子を有する好塩性アーキア的环境温度適応メカニズムの解明を目指した研究も行う。当面の研究目標を以下に挙げる。

- (1) 付加体深部帯水層における微生物群集の活性の測定とメタン・窒素ガス生成機構の解明
- (2) 好塩性アーキアの 16S rRNA 遺伝子の G+C 含量と生育温度の関係解明

### 【 主な研究成果 】

- (1) 静岡県中西部の付加体が分布する地域に構築された大深度掘削井から地下温水 (温泉) と付随ガスを採集し、環境データ測定、各種イオン分析、付随ガス分析、炭素・酸素・水素安定同位体比分析、CARD-FISH、メタ 16S rRNA 遺伝子解析、微生物の嫌気培養を実施した。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共生することによって、堆積層に含まれる有機物からメタンが生成されることが明らかとなった。さらに、沿岸から遠い山側の天水の影響を受けた付加体深部帯水層では、微生物脱窒による窒素ガスの生成も起こっていることが判明した。(Microbes and Environments 31 (2016))
- (2) ゲノム上に G+C 含量の異なる複数種の 16S rRNA 遺伝子を有する好塩性アーキアをモデル菌株として、1 種類の 16S rRNA 遺伝子のみを有する遺伝子損株を作成した。そして、様々な温度にて野生株と遺伝子欠損株を培養し、増殖速度を測定した。その結果、野生株の最高生育温度に近い高温条件下において、高い G+C 含量の 16S rRNA が有意に高く発現し、増殖において重要な役割を担っていることを見出した。(Frontiers in Microbiology 8 (2017))

### 【 今後の展開 】

静岡県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県に分布する付加体の地下圏微生物の現存量、系統分類、メタン生成ポテンシャルを明らかにする。さらに、企業との共同研究により付加体の地下圏微生物を利用したメタン・水素ガス生成バイオリクターの開発を進める。加えて、地元自治体と連携

して、温泉付随ガスと地下圏微生物を利用したメタンガス発電事業を進める。特に、平成 29 年度は牧之原市および浜松市の温泉施設におけるメタンガス発電事業を推進する。さらに、博士課程の大学院生 2 名 (D3) のドクター取得に向けて、研究や論文作成について指導する。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Makoto Matsushita, Shugo Ishikawa, Kazushige Nagai, Yuichiro Hirata, Kunio Ozawa, Satoshi Mitsunobu, Hiroyuki Kimura (2016) Regional variation of CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub> production processes in the deep aquifers of an accretionary prism. *Microbes and Environments* 31: 329-338.
- 2) Takunari Kono, Sandhya Mehrotra, Chikako Endo, Natsuko Kizu, Mami Matsuda, Hiroyuki Kimura, Eiichi Mizohata, Tsuyoshi Inoue, Tomohisa Hasunuma, Akiho Yokota, Hiroyoshi Matsumura, Hiroki Ashida (2017) A RuBisCO-mediated carbon metabolic pathway in methanogenic archaea. *Nature Communications* 8: 14007 doi:10.1038/ncomms14007.
- 3) Yu Sato, Taketomo Fujiwara, Hiroyuki Kimura (2017) Expression and function of different guanine-plus-cytosine content 16S rRNA genes in *Haloarcula hispanica* at different temperatures. *Frontiers in Microbiology* 8: 482.doi:10.3389/fmicb.2017.00482.

#### 【 解説・特集等 】

- 1) 海洋底科学の基礎, 10.3 節 微生物研究法の項, 日本地質学会「海洋底科学の基礎」編集委員会編, 共立出版 (2016).

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 2017 International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University, Shizuoka, Japan (2017.2) など 3 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本微生物生態学会第 31 回大会、日本地球惑星科学連合 2016 年大会など 13 件

#### 【 招待講演件数 】

- ・ インドネシア技術評価対応庁 (BPPT) 講演会、地震津波シンポジウムなど 8 件

#### 【 新聞報道等 】

- 1) 静岡新聞 (2016. 11. 17)
- 2) 静岡第一テレビ (2017. 1. 28)
- 3) 静岡新聞 (2017. 3. 7)
- 4) 中日新聞 (2017. 3. 26)

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 木村浩之、第 3 期静岡大学若手重点研究者の称号 (2016. 4)
- 2) 佐藤 悠 (D2)、日揮・実吉奨学会 日本人学生向け給与奨学金制度採択 (2016. 6)
- 3) 松下 慎 (D2)、創造科学技術大学院平成28年度成績優秀者にかかる授業料免除制度採択 (2016. 10)
- 4) 松下 慎 (D2)、平成 28 年度静岡大学グリーン科学技術研究所シンポジウム学生奨励賞 (2016. 11) 「付加体の深部帯水層におけるメタンおよび窒素ガス生成プロセスの地域特性」
- 5) 佐藤 悠 (D2)、2017 International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University, Best Poster Award (2017. 2) 「Function of different guanine-plus-cytosine content 16S rRNAs in halophilic archaea at various temperatures」

## (8)ベーシック部門

部門長 三重野 哲

### 1. 部門の目標・活動方針

ベーシック部門は、23名の教員から構成されている。ベーシック部門は、静岡・浜松の教員によって構成され、科学技術の根幹をなす部分を中心に研究を進めている。また、他部門と連携しながら、学際・融合的研究も進められている。物質科学分野では、「ナノ物質と光量子」をキーワードに基本法則の解明とともに機能物質の創成を目指す研究を、数理科学分野では、自然現象を認識する基本概念として、「私たちの数理科学」を共通のテーマとして様々な分野の研究に繋がる数学・物理の研究を行っている。

### 2. 教員名と主なテーマ(○は兼任教員)

- 三重野 哲：炭素ナノ材料の合成・物性と応用、プラズマ材料科学の実験的研究
- 浅 芝 秀 人：多元環の表現論
- 板 垣 秀 幸：高分子固体およびゲルの機能化とその分子レベル評価
- 岡 林 利 明：高分解能分光法による短寿命分子種とクラスターの物理化学的研究
- 小 林 健 二：超分子化学に基づく物質創製と機能化
- 近 藤 満：新しい機能性金属錯体の合成研究
- 坂 本 健 吉：有機典型元素化合物の機能探求
- 鈴 木 信 行：非古典述語論理、Kripke 意味論
- 関 根 理 香：無機材料の構造・物性・反応性の理論的解明
- 田 中 直 樹：作用素半群の生成と微分方程式系の適切性
- 土 屋 麻 人：場の量子論と超弦理論の非摂動的な研究
- 富 田 誠：ナノ構造光学媒質中での光の伝播現象
- 鳥 居 肇：液体系と生体分子系のダイナミクス・機能と相互作用の理論的解析
- 前 田 康 久：光機能物質によるエネルギー変換・環境浄化
- 宮 崎 倫 子：常微分方程式におけるタイムラグの影響
- 毛 利 出：非可換代数幾何学
- 依 田 秀 実：有機化学、生命機能物質合成
- 海老原孝雄：強相関系物質の単結晶育成と物性開拓
- 大 矢 恭 久：核融合炉システム中でのトリチウム挙動
- 保 坂 哲 也：群が幾何学的に作用するCAT(0)空間の研究
- 矢 永 誠 人：人工放射性核種の環境動態
- 山 中 正 道：有機合成化学を基盤とした超分子集合体の創製
- 近 田 拓 未：先進エネルギーシステム用機能性材料研究開発

### 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) 11月に行われる[キャンパスフェスタ in 静岡]の静岡大学公開講座に、講師参加を行っている。
- 3) 静岡県診療用放射性同位元素(RI)審査会委員(矢永)
- 4) 浜松市診療用放射性同位元素(RI)等の届出受理に関する事務取扱要領第5条に規定する専門家活動(矢永)

#### 4. 特記事項

##### (1) 受賞

- 1) 土屋 麻人:静岡大学研究フェロー(第3期平成28年度～平成30年度)
- 2) 三重野 哲:京都工芸繊維大学・プラズマ制御科学研究センター、シニア・フェロー(平成28年4月1日～平成29年3月31日)

##### (2) 域連携活動、新聞記事

- 1) 浅芝 秀人:一般社団法人静岡県出版文化会編、月刊ファミリスのコラム「理系の話をやさしくとく」連載、平成26年5月号から平成29年4月号まで
- 2) 土屋 麻人:「超弦理論で解き明かす宇宙誕生の謎～現代の宇宙像の先へ～」、静岡大学・読売新聞連続市民講座2016「地球市民・未来創成塾～現代日本に生き、考えるための5つの視点～」第1回、あざれあ(静岡県男女共同参画センター)(平成28年7月16日)
- 3) 土屋 麻人:静岡大学・読売新聞連続市民講座2016についての新聞報道、告知記事(読売新聞平成28年6月11日)、学長インタビュー(読売新聞平成28年6月22日)、第1回速報(読売新聞平成28年7月17日)、第1回詳報(読売新聞平成28年7月22日)

##### (3) 世話人を務めた学会・研究集会・講演会等

- 1) 浅芝 秀人、毛利 出:第18回静岡代数学セミナー、静岡大学理学部(平成28年7月8日～9日)
- 2) 浅芝 秀人、毛利 出:第19回静岡代数学セミナー、静岡大学理学部(平成28年11月25日～26日)
- 3) 田中 直樹:第42回発展方程式研究会(平成28年12月25日～27日)
- 4) 土屋 麻人:講演会「LIGOによる重力波の初観測と重力波天文学の展望・田越秀行氏」、静岡大学理学部(平成28年6月10日)
- 5) 土屋 麻人:「離散的手法による場と時空のダイナミクス」研究会2016、静岡労政会館(平成28年9月16日～19日)
- 6) 土屋 麻人:国際研究集会「Progress in Quantum Field Theory and String Theory II」、大阪市立大学(平成29年3月27日～31日)
- 7) 鳥居 肇:第6回CSJ化学フェスタ2016テーマ企画「触媒・電池の創造戦略～実験と理論計算科学のインタープレイ!～」、タワーホール船橋(平成28年11月15日)
- 8) 鳥居 肇:International Symposium on Molecular Science - Physical Chemistry / Theoretical Chemistry, Chemoinformatics, Computational Chemistry -, in the 97th CSJ Annual Meeting、慶応義塾大(平成29年3月18日)
- 9) 毛利 出:(非)可換代数とトポロジー、信州大学(平成29年2月20日～22日)
- 10) 前田 康久:第40回電解技術討論会—ソーダ工業技術討論会—、アクトシティ浜松(平成28年11月17日～18日)

- 11) 三重野 哲:17th Workshop on Fine Particle Plasmas、核融合科学研究所 (平成 28 年 12 月 20 日～21 日)
- 12) 山中 正道:日本化学会秋季事業、第 6 回 CSJ 化学フェスタ、実行委員 (平成 28 年 11 月 14 日～16 日)
- 13) 山中 正道:第 26 回日本 MRS 年次大会、C2 シンポジウム(自己組織化材料とその機能 XIV)、代表オーガナイザー (平成 28 年 12 月 19 日～22 日)

#### (4) 招待講演等

- 1) 浅芝 秀人:“Derived equivalences of actions of a category”, 代数学セミナー, 中国・北京交通大学 (平成 28 年 4 月 26 日)
- 2) 浅芝 秀人:“Gluing of derived equivalences by functors”, 代数学セミナー, 中国・北京交通大学 (平成 28 年 4 月 26 日)
- 3) 浅芝 秀人:“Gluing of derived equivalences with bimodules”, 代数学セミナー, 中国・首都師範大学 (平成 28 年 4 月 28 日)
- 4) 浅芝 秀人:“A simple application of a 2-categorical covering theory to a construction of triangulated orbit categories”, 代数学セミナー, 中国・北京師範大学 (平成 28 年 4 月 29 日)
- 5) 浅芝 秀人:“Cohen–Montgomery duality for bimodules”, 北京交通大学フォーラム, 中国・北京交通大学 (平成 28 年 5 月 4 日)
- 6) 浅芝 秀人:“Cohen–Montgomery duality for bimodules”, 代数学セミナー, 中国・精華大学 (平成 28 年 5 月 5 日)
- 7) 浅芝 秀人:“Coverings of algebras using smash products and their module categories”, 神楽坂代数セミナー, 東京理科大学 (平成 28 年 6 月 24 日)
- 8) 浅芝 秀人:“Covering theory for bimodules”, 神楽坂代数セミナー, 東京理科大学 (平成 28 年 6 月 24 日)
- 9) 浅芝 秀人:“Cohen–Montgomery duality for bimodules and its applications”, Hopf algebras conference in Tsukuba, つくば市・筑波大学 (平成 28 年 9 月 12 日)
- 10) 浅芝 秀人:“Derived equivalences and smash products”, Stuttgart 大学表現論セミナー, ドイツ・Stuttgart 大学 (平成 29 年 2 月 10 日)
- 11) 土屋 麻人:“Entanglement Entropy on the fuzzy sphere”, East Asia Joint Workshop on Fields and Strings, USTC, 合肥, 中国 (平成 28 年 5 月 29 日)
- 12) 土屋 麻人:“Entanglement Entropy on the fuzzy sphere”, 「離散的手法による場と時空のダイナミクス」研究会 2016, 静岡労政会館 (平成 28 年 9 月 17 日)
- 13) 土屋 麻人:“Entanglement Entropy on the fuzzy sphere”, International Workshop on Theoretical Particle Physics 2016”, 大阪大学 (平成 28 年 11 月 3 日)
- 14) 土屋 麻人:“Entanglement Entropy on the fuzzy sphere”,大阪市立大学素粒子論セミナー (平成 28 年 11 月 29 日)
- 15) 土屋 麻人:“Entanglement Entropy on the fuzzy sphere”, 国際研究集会「Progress in Quantum Field Theory and String Theory II」、大阪市立大学 (平成 29 年 3 月 31 日)
- 16) 三重野 哲:「プラズマ中離散的微粒子の個別・集団運動」、東北大学電気通信研究所・プロジェクト研究会、東北大学応物系講義室 (平成 28 年 9 月 27 日)

- 17) 三重野 哲:「ガス銃を用いた窒素ガス中飛翔体衝突によるアミノ酸合成」、原子分子データ応用フォーラムセミナー、核融合科学研究所 (平成 28 年 12 月 1 日)
- 18) 三重野 哲,古賀 照章:「微粒子プラズマ中ペア粒子運動の観察と統計分析」、第 8 回静岡大・核融合研連携研究フォーラム, 静岡大学理学部 (平成 29 年 2 月 2 日)
- 19) 毛利 出:  $m$ -Koszul AS-regular Algebras and Twisted Superpotentials: Bridges between Noncommutative Algebras and Algebraic Geometry, Banff International Research Station, Banff, AB, Canada (平成 28 年 9 月 16 日)
- 20) 毛利 出: McKay Correspondence and Beilinson Correspondence for AS-regular Algebras: RIMS workshop “Non-commutative Crepant Resolutions, Ulrich Modules and Generalizations of the McKay Correspondence”, Research Institute for Mathematical Sciences, 京都大学 (平成 28 年 6 月 15 日)
- 21) 山中 正道:第 67 回日本電気泳動学会総会シンポジウム (平成 28 年 8 月 27 日)

## 炭素ナノ材料の合成・物性と応用、プラズマ科学の実験的研究

兼担・教授 三重野 哲 (MIENO Tetsu)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：理学部 物理学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 物理学コース)  
専門分野： プラズマ材料科学、クラスター科学、宇宙環境科学  
e-mail address: mieno.tetsu@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~sptmien/index.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：三重野 哲

博士課程：Md. Abul Kalam (D3、私費留学生)、S M Al Imran Hossain (D2、私費留学生)、Zahurul Amin (D1、国費留学生)

修士課程：M1 (2名)

学 部 生：B4 (3名)

### 【 研究目標 】

- (1) 社会に役立つ応用科学の新しい価値創造の為、プラズマ科学技術分野で積極的に研究成果を出すことを目標とする。また、プラズマなどの物理・化学過程を用いて、社会に必要なナノ材料の創製を目標とする。
- (2) 炭素クラスターの高品質・高効率合成、合成物の物性分析および応用に関する国際的成果を出し、公表する。
- (3) 宇宙環境を利用した科学研究、宇宙開発に関連した研究成果を出す。
- (4) プラズマ基礎科学の実験成果を出す。

### 【 主な研究成果 】

- (1) 窒素ガス、メタンを有するタイタン衛星の表面小惑星が頻繁に衝突し、炭素クラスターが合成される。この模擬実験として、2 段式軽ガス銃により、窒素ガス中で飛翔体をターゲットに衝突させ、高温ガスプルーム反応により、炭素分子の合成に成功した。特に、液体クロマトグラフ法により、グリシンなどのアミノ酸の合成に成功した。高温ガスプルームの分子温度測定に成功した。
- (2) 水溶性炭素ナノチューブ試料は、透明電極、電気 2 重層コンデンサ、医療材料として期待される。ゼラチン包摂処理により、安全に水分散性ナノチューブ合成に成功した。NT 付加紙の合成に成功した。
- (3) アーク放電法によるナノチューブ合成では、不純物を多く含む。遠心分離法により、高純度 SWNT 精製に成功した。
- (4) 微粒子プラズマ実験として、高周波アルゴンプラズマを採用し、粒径分布を用いた微粒子に対するクーロン固体雲の定常発生に成功した。個々の粒子の相互作用の分析に成功した。

### 【 今後の展開 】

- (1) ナノチューブ、炭素カプセルなどの新規ナノ材料の高効率合成、物性分析および応用に関する研究を積極的に進める。
- (2) 宇宙衝突でのアミノ酸分子、ニトリル分子合成のモデル実験を行う (2 段式ガス銃実験)。

- 特にタイタン表面への小惑星衝突により種々の分子合成、蓄積を実証する。
- (3) 炭素ナノカプセルの合成技術を利用し、種々のナノカプセルの応用を研究する。
  - (4) 水分散性ナノチューブ化合物の合成、物性、応用に関する研究を行う。
  - (5) 微粒子プラズマにおける、微粒子集団が持つ独特の集団現象を探索していく。電荷を持つ有限数の粒子運動を分析し、新たな統計処理方法を探求していく。NIFS における研究会プロジェクト (WS Fine Particle Plasmas) を推進する。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) K. H. Maria, T. Mieno, “Production and properties of carbon nanotube/cellulose composite paper”, Journal of Nanomaterials, **2017** (2017) p. 6745029-1- 11 IF=1.758 (査読付き論文)
- 2) Md. J. Rahman, T. Mieno, “Carbon Nanotubes-Current Progress of their Polymer Composites”, (Chapter: Safer Production of Water Dispersion Carbon Nanotubes and Nanotube/Cotton Composites Material), INTECH (2016) pp. 323 - 346 (査読付き著書、分担執筆)
- 3) T. Mieno 編: “PLASMA SCIENCE AND TECHNOLOGY - PROGRESS IN PHYSICAL STATES & CHEMICAL REACTIONS -”, 2018, INTECH. (Chap. 1 - Chap. 17, 1-535 ページの編集)
- 4) 三重野 哲, 「プラズマプロセス技術」, 第 6 章「ナノ粒子の気相合成」6.1, 森北出版, 共著, p. 184 - p.191 の部分 (分担執筆)

#### 【 解説・特集等 】

- 1) 三重野 哲「ケミカルエンジニアリング」, Vol. 62, No. 2, 特集「微粒子・新炭素材料のアーケ合成とその応用」, 化学工業社, 特集「微粒化・微粒子技術の最前線」の p.27 - 32 の部分

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ T. Koga, T. Mieno, Y. Hayashi, “Correlations of silica particles in high-frequency plasma”, 17th workshop on fine particle plasmas, NIFS, 2016/12/01 など 5 件

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 三重野 哲, 大河内一輝, 関口俊介, 長谷川 直, 小林憲正, 「小惑星衝突によるアミノ酸合成の模擬実験 (ガス銃実験)」, 日本物理学会第 72 回年会, 2017. 3. 1, 大阪大学など 9 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) 三重野 哲, 「プラズマ中離散的微粒子の個別・集団運動」, 東北大学電気通信研究所・共同プロジェクト研究会, 2016. 9. 26, 東北大学工学部
- 2) 三重野 哲, 「ガス銃を用いた窒素ガス中飛翔体衝突によるアミノ酸合成」, 原子分子データ応用フォーラムセミナー, 2016. 12. 1, 土岐市, 核融合科学研究所
- 3) 三重野 哲, 古賀照章, 「微粒子プラズマ中ペア粒子運動の観察と統計分析」, 第 8 回静岡大・核融合科学研究所連携研究フォーラム, 2017. 2. 2, 静岡大学理学部

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 三重野 哲, H28 年度「科研費」審査委員表彰 (日本学術振興会、2016. 9. 30)
- 2) 三重野 哲, 京都工芸繊維大学・プラズマ制御科学研究センター・シニアフェロー (2016. 4. 1-2017. 3. 31)



## 多元環の表現論

兼担・教授 浅芝 秀人 (ASASHIBA Hideto)  
情報科学専攻 (主担当: 理学部 数学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 数学コース)  
専門分野: 代数学  
e-mail address: asashiba.hideto@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~shasash/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 浅芝 秀人  
博士課程: 中島 健 (情報科学 D3)  
修士課程: M2 (1名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

体  $k$  上の多元環 (あるいはもっと一般に線型圏) の間の導来同値を、グロタンディーク構成やスマッシュ積などの圏論的な道具を用いて研究している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1)  $B/\langle g \rangle$  ( $B$  は有限多元環に導来同値な多元環の反復圏、 $g$  は  $B$  の自己同型) という形の多元環のクラスを導来同値のもとで分類する。
- (2) 導来同値のための被覆理論を圏作用へ一般化する。
- (3) 上の一般論を多元環の導来同値分類に応用する。
- (4) 群作用をもつ線型圏および群のスマッシュ積と、森田型安定同値および導来同値性との関係を調べる。
- (5) 上の問題を圏作用の場合について考える。
- (6) 多元環の表現論の位相幾何学的データ解析への応用 (CREST 研究)。

### 【 主な研究成果 】

(1) に関する成果。  $B$  のクイバーの有向周回路が  $B$  のなかで零という仮定のもとで、周回路を持つ場合にまで理論を広げることができるようになっていたが、これを用いて、 $A$  ティルダー型の遺伝多元環の一般多重拡大多元環の導来同値のもとでの不変量をいくつか求めた。特に、ある典型的な例についてホップシルト・コホモロジーを計算した。

(4) に関する研究。  $R, S$  は  $G$  作用をもつ  $k$  小圏とする。  $S$ - $R$ -両側加群と  $R$ - $S$ -両側加群の対  $(M, N)$  が  $G$ -不変な森田型特異同値を与えるためには、 $S/G$ - $R/G$ -両側加群と  $R/G$ - $S/G$ -両側加群の対  $(M/G, N/G)$  が  $G$ -次数付の森田型特異同値を与えることが必要十分であることを証明した。この証明で用いた方法により、射影分解に対して被覆理論が応用できるようになる。

(6) に関する研究。  $AR$ -理論を応用して、一般に加群の直既約直和分解において、そこに現れる直既約加群の重複度を求める公式を与えた。その応用として、Kronecker 多元環上の加群に対して、その直既約直和分解を求めるアルゴリズムを与え、それをコンピュータープログラムとして実装した。

### 【 今後の展開 】

上記（４）の方法により、多元環の周期性やホップシルト・コホモロジーの計算に被覆理論を使えるようになったので、この方面への応用も考える。また、より多くの多元環について目標（１）の研究を行い、導来同値のもとでの具体的な完全不変量を求める。特に他の研究者の間違いを正し、それを一般化して  $B$  がユークリッド型である場合の導来同値を完成させる。目標（５）のため特に目標（４）の研究を進め、導来同値分類のための新しい道具を開発する。目標（６）は昨年度後期から５年半 CREST 研究に採用され、東北大学の平岡氏のグループと共同で研究を行う。AR-理論、行列問題の手法、bocs 理論を応用して加群の分解を与える方法を調べる。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Asashiba, Hideto: “A generalization of Gabriel's Galois covering functors II: 2-categorical Cohen-Montgomery duality”, Applied Categorical Structures, April 2017, Volume 25, Issue 2, pp 155–186, DOI: 10.1007/s10485-015-9416-9.
- 2) Asashiba, Hideto; Nakashima, Ken; Yoshiwaki, Michio: “Decomposition theory of modules: the case of Kronecker algebra”, to appear in Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics.

### 【 国際会議発表件数 】

- ・ International Conference on Representations of Algebras 2016, 米国・Syracuse 大学 (2016.8.15)など 9 件

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 環論および表現論シンポジウムなど 9 件

### 【 招待講演件数 】

- 1) 中国・精華大学代数学セミナー, Cohen-Montgomery duality for bimodules
  - 2) 東京理科大学神楽坂代数セミナー, Coverings of algebras using smash products and their module categories
  - 3) Hopf algebras conference in Tsukuba, Cohen-Montgomery duality for bimodules and its applications
  - 4) ドイツ・シュトゥットガルト大学表現論セミナー, Derived equivalences and smash products
- 他 7 件

## 高分子固体およびゲルの機能化とその分子レベル評価



兼任・教授 板垣 秀幸 (ITAGAKI Hideyuki)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：教育学部 理科教育講座 化学及び  
大学院教育学研究科学校教育研究専攻 理科教育専修)  
専門分野： 高分子物性、光物性  
e-mail address: itagaki.hideyuki@shizuoka.ac.jp

### 【 研究室組織 】

教 員：板垣 秀幸  
博士課程：D2 (1名)、D1 (1名)  
修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

我々は、高分子の固体・ゲルに機能をもたせることを目的として研究を行い、更にその機能を分子レベルで評価するシステムの構築も目的としている。機能化に際しては、新しい高分子の合成も行うが、既存の高分子を筐体として利用し、ここにゲスト分子を規則的に高次に配列する方法も追求している。ソフトインテリジェント材料であるゲルについては、体積相転移過程など高分子鎖自体の特性を利用したり、生体高分子鎖を利用したりすることで、環境に優しく実用性のある機能を持たせることを目標に幅広く研究を展開している。当面の研究目標を以下に列記する。

- (1) 空隙をもつ高分子結晶フィルムにモノマーを共結晶化させ、これらを重合することで高度なコンポジットシステムを構築
- (2) 機能を有する有機金属錯体を高秩序配列したフィルムの作製と機能発現
- (3) イオン液体や有機金属錯体を配列した立体規則性ポリマーゲルの作製と機能解析
- (4) 偏光蛍光を用いたゲスト分子の立体情報決定方法の汎用化
- (5) 糖・タンパクなどバイオポリマーから合成する体積相転移ヒドロゲルの環境分野への応用
- (6) 機能を有する無機粒子や無機粉末と体積相転移ゲルから形成する有機・無機ハイブリッドシステムの創製

### 【 主な研究成果 】

#### (1) シンジオタクチックポリスチレン (SPS) /導電性ポリマー共結晶の生成条件確定と新規機能発現

SPS の  $\epsilon$  型結晶を高純度で作製する方法と、ここにアニリンや 2,6-ジブromoチオフェンなどの複素環化合物を並べて、ラジカル発生剤の溶解した水溶液に浸漬するだけで、ポリアニリンやポリチオフェンのような導電性ポリマーとなり、しかも SPS と共結晶化しているシステムを発明し、この系で重合するポリアニリンなどの分子量を TOF-MS で明らかにした。さらに、トリクロロエチレンを用いた SPS のキャストフィルムを利用することで、このポリアニリンなどの方向性を制御することに成功し、結果的に 15 量体くらいのポリアニリンが SPS 結晶性フィルム中で生成することがわかった。5 件の学会発表をするとともに、現在、論文を執筆中である。有機金属錯体を配列した SPS フィルムについても成果があり、1 件の学会発表を行った。

#### (2) イオン液体や有機金属錯体を均一に分布する SPS ゲルの作製

SPS のピリジンゲルなどに水銀(II)などの金属イオンを含む水溶液をマウントする方法で、ピリジン水銀錯体などの有機金属錯体をゲストとする SPS  $\delta$  包接結晶や SPS  $\delta$  インターカレート結晶を三次元網目フィブリルとするゲルシステムの形成に成功した。銀・銅・水銀などの有機金属錯体を取り込むことに成功し、さらに、イミダゾリウム誘導体やピリジニウム誘導体のイオン液体を混合溶媒とする SPS ゲルの形成を試み、少なくともピリジニウム誘導体のイオン

液体を含むゲルの作製に成功した。こうしたゲル中のイオン液体の構造について特異性が生じることも実験で示すことができた。成果は3件の学会発表にまとめられた。

### (3) 偏光蛍光角度分布法を用いた高分子固体の配向化・結晶化の解明

偏光蛍光角度分布 (PFR) 法は、フィルムを偏光で励起して発する偏光蛍光の強度を、励起光ビームに対するフィルムのセット角度を一定に変化させながら測定する方法で、現在、この方法でフィルム内の配列や配向結晶を追跡しているのは本研究室だけである。このアドバンテージを活かし、本年度は、SPS  $\delta$  包接型結晶のゲスト分子交換について PFR 法を適用した。ゲストになりにくいカルバゾールを SPS/ナフタレン  $\delta$  包接型結晶フィルムに蒸気暴露や溶液浸漬を行ったところ、エックス線構造解析では大差がなかったものの、PFR 法を用いるとゲスト分子の交換によって、配向性の度合いの減少を定量化することができた。また、SPS の蛍光性ゲスト分子の含量や配向を蛍光測定や PFR 測定で系統的に定量化する方法を確立するために、SPS 自体の特異な蛍光挙動を明らかにし、ポリスチレン誘導体としては異例であるが、SPS 固体の主蛍光が基底状態ダイマーであることを明らかにし、これを論文2として発表した。

### (4) 糖・タンパクなどバイオポリマーから合成する体積相転移ゲル

生体高分子鎖を用いて体積相転移ゲルを作製するために、カードラン・カラギーナン・メチルセルロースなどを化学架橋する方法と精製する方法を開発し、溶媒混合と pH で体積相転移するゲルシステムを複数創製することに成功し、一部は ACS の論文1に掲載された。さらに、ドラッグデリバリーを念頭に、アルカリ域以外で収縮する化学架橋カードランゲルに  $\kappa$ -カラギーナンを混合ゲル化することで収縮 pH 域を酸性にシフトさせたり、カードランとメチルセルロースを混合化学架橋ゲル化することで温度と pH という2つの外部刺激に応答するゲルシステムを作製したりすることができ、学会発表を1件行った。

### (5) 体積相転移ゲルによる汚染水の浄化システムの開発

ポリ(N-イソプロピルアクリルアミド) (PNIPAAm) ゲルとビニルイミダゾールの共重合ゲルで水銀(II)の捕捉効率を高める系を構築するとともに、その体積相転移を蛍光プローブ法で追跡し内部構造変化を明らかにした。更に、ゼオライトを包含する PNIPAAm ゲルシステムを開発した。

### 【今後の展開】

ここまでは、2015~17年度の科研費の計画通りに遂行できたので、これからはさらに応用性が高く、これまで全く試みられていなかった絶縁体のポリスチレンにコンポジットとして導入するポリアニリンに電気伝導性の機能を持たせ、ナノ導線の構築を目指す。更に、SPS ゲル化の成果をもとに、有用な SPS/イオン液体のシステムを構築・利用して、従来の体積相転移ゲルを含め、汚染水からの金属捕捉のプロジェクトを実用化レベルにしたいと考えている。SPS 関連の素材作製には成功してきたので、更に、ガス吸着や電導度測定などの機能の定量化を確立したい。バイオポリマーを利用した体積相転移ゲル創製は、糖鎖・タンパク鎖の改善とゼオライトなどの無機物とのハイブリッド化を進めており、温度・pHでの制御の他、光での制御を模索したい。測定系では、PFR 法を最大限に活用し、非晶領域における配向性検出と評価の汎用測定方法になるように研究例を増やしたいと考えている。

### 【学術論文・著書】

- 1) Hideyuki Itagaki,\* Takatsugu Koshino, Taiki Ito, Takumi Sano, Daiki Ito and Haruki Sugimura: Volume Phase Transition of Chemically Crosslinked Curdlan Hydrogels Dependent on pH. *ACS Biomaterials Science and Engineering* 2016, 2, 752-757 (April).
- 2) Takumi Sano, Akane Uchiyama, Tomohiro Sago, and Hideyuki Itagaki\*: Fluorescence behavior of syndiotactic polystyrene and its derivative: formation of a ground-state dimer in the solid state. *European Polym. J.* 2017, 90, 114-121 (May).

### 【国内学会発表件数】

- ・第65回高分子学会年次大会(神戸国際会議場) 2件、第65回高分子討論会(神奈川大学横浜キャンパス) 4件など 合計8件

## 高分解能分光法による短寿命分子種とクラスターの物理化学的研究

兼担・教授 岡林 利明 (OKABAYASHI Toshiaki)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：理学部 化学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 化学コース)  
専門分野： 高分解能分光、短寿命分子種、量子化学  
e-mail address: sctokab@ipc.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/%7Esetokab/Okab.htm>



### 【 研究室組織 】

教 員：岡林 利明

修士課程：M2 (2名)

### 【 研究目標 】

我々は、高分解能分光法を用いて化学反応中間体、星間分子、プラズマ中の活性種など、短寿命活性種の基礎的な物理化学的性質を明らかにする研究を行っている。現在は、特にスパッタリング反応時などに現れる含遷移金属短寿命活性種に注目して、その性質と反応性を明らかにする研究を行っている。現在の研究目標を以下に列記する。

- (1) スパッタリング反応時にプラズマ中で生成する含遷移金属短寿命活性種の性質とその反応
- (2) 放電支援レーザー蒸発法により生成する含遷移金属短寿命活性種の性質とその反応
- (3) 高温化学反応時に生成する含遷移金属短寿命活性種の性質とその反応
- (4) 星間空間進化における遷移金属の役割

### 【 主な研究成果 】

#### (1) フーリエ変換マイクロ波分光による $\text{H}_2\text{S-CuSH}$ 分子の分光学的検出

チオラートによる金属クラスターの安定化に対する一次モデルのひとつ  $\text{H}_2\text{S-CuSH}$  をフーリエ変換マイクロ波分光を用いて検出した。5つの重水素置換体のデータと合わせて、 $\text{H}_2\text{S-CuSH}$  の分子構造を明らかにした。得られた結果を、既報の  $\text{H}_2\text{S-AuSH}$ ,  $\text{H}_2\text{S-AgSH}$  の結果と比較して、それらの安定性について議論した。

#### (2) マイクロ波分光による流化銀 ( $\text{AgS}$ ) の回転スペクトルの検出

放電プラズマ中に生成した流化銀 ( $\text{AgS}$ ) の回転スペクトルを初めて検出した。スペクトルの解析から、 $\text{AgS}$  の電子基底状態は  ${}^2\Pi_i$  であることを明らかにした。また、得られた分子定数から  $\text{AgS}$  の平衡核間距離を精度よく決定した。(*J. Mol. Spectrosc.*, **329**, 13-19 (2016))

### 【 今後の展開 】

我々は上記のように高分解能分光法を用いて、含遷移金属短寿命活性種の物理化学的性質の解明を行っている。最近、放電支援レーザー蒸発装置を組み込んだFTMW分光器を研究の中心に据えており、今後より複雑な系における挙動について詳しい研究を行う予定である。また、本研究で得られた情報を元に、スパッタリングや高温化学反応などのリアルタイム制御などより応用的方面にも研究を展開する。

【 学術論文・著書 】

- 1) “Rotational Spectrum of the AgS Radical in the X  $^2\Pi_i$  State”, T. Okabayashi, A. Oya, T. Yamamoto, D. Mizuguchi, and M. Tanimoto, *J. Mol. Spectrosc.*, **329**, 13-19 (2016)

【 国内学会発表件数 】

- ・ 第 10 回分子科学討論会 2016 2 件

## 超分子化学に基づく物質創製と機能化

兼任・教授 小林 健二 (KOBAYASHI Kenji)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：理学部 化学科及び  
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: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~skkobay/welcome.htm>



### 【 研究室組織 】

教 員：小林 健二

博士課程：高木 裕太 (D3)

修士課程：M2 (3名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

我々は、超分子化学と有機構造化学を基盤として、新規物質の合成とその分子集合性について研究を行い、ナノサイエンス・材料科学へ展開することを目的としている。現在の研究目標を以下に列記する。

- (1) 水素結合、配位結合、動的共有結合等に基づく分子集合カプセルの構築と機能化
- (2) 新規拡張パイ共役分子の合成と分子デバイスへの展開

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 動的共有結合に基づく分子集合カプセル

当研究室では、テトラホウ酸キャビタンド2分子とビス(カテコール)リンカー4分子から成る動的ホウ酸エステル結合カプセルの構築に成功している。本年度は、非常に高い発光特性を示すがより不安定になるビス(アリールエチニル)アントラセン誘導体ならびにそのオリゴマーを本カプセルに包接させることに成功し、包接(カプセル化)によって本ゲスト群の、1) 光に対する大幅な安定性の向上、2) 固体中での濃度消光による蛍光量子収率の低下を抑制することを見出した。また、種々のビス(カテコール)リンカーから成る動的ホウ酸エステル結合カプセルの構築に成功し、リンカーサイズに応じたゲスト包接選択性を見出した。

#### (2) 水素結合に基づく分子集合ヘテロカプセル

当研究室で見出した水素結合性分子集合ヘテロカプセルが、包接ゲストの性質に応じて包接会合定数を  $10^3 \sim 10^9 \text{ M}^{-1}$  に制御できること、水素結合カプセルとしては異常な熱力学的安定性を示すことを見出した。現在、本成果を基盤に超分子カプセルポリマーへ展開している。

#### (3) ジボリルアセン

当研究室で見出した2,8-及び2,9-ジボリルテトラセンを合成鍵中間体として用い、鈴木-宮浦クロスカップリングによって種々の可溶性パイ共役拡張テトラセンの合成に成功し、その有用性を示した。今後、溶液塗布法による OFET デバイスの作成と評価を行う。また、当研究室で見出した2,7-ジボリルアントラセンを合成鍵中間体として用い、大環状アントラセンオリゴマーの合成に成功した。ナノワイヤデバイスとして期待される。

#### (4) ストラップ保護アントラセン

発光材料として有名な 9, 10-ジフェニルアントラセン (DPA) にストラップを架けることに成功し、これが、DPA よりはるかに光に安定であること、蛍光量子収率は、溶液中では DPA と同じであるが、固体中では DPA よりも高いことを見出した。不朽発光材料として期待される。

#### 【 今後の展開 】

超分子化学と有機構造化学をベースに、新規物質群を分子設計・合成し、分子集合させることで、ボトムアップ型ナノテクノロジー&サイエンスに貢献したい。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Efficient Triplet-Triplet Annihilation Upconversion in Binary Crystalline Solids Fabricated by Solution Casting and Operated in Air., K. Kamada,\* Y. Sakagami, T. Mizokuro, Y. Fujiwara, K. Kobayashi\*, K. Narushima, S. Hirata, M. Vacha, *Mater. Horiz.* **2017**, *4*, 83-87.
- 2) Soluble 2,6-Bis (4-pentylphenylethynyl) anthracene as a High Hole Mobility Semiconductor for Organic Field-Effect Transistors., Y. Takaki, Y. Wakayama,\* Y. Ishiguro, R. Hayakawa, M. Yamagishi, T. Okamoto, J. Takeya, K. Yoza, K. Kobayashi\*, *Chem. Lett.* **2016**, *45*, 1403-1405.
- 3) Effects of Supramolecular Encapsulation on Photophysics and Photostability of a 9,10-Bis (arylethynyl) anthracene-Based Chromophore Revealed by Single-Molecule Fluorescence Spectroscopy., M. Mitsui,\* K. Higashi, Y. Hirumi, K. Kobayashi, *J. Phys. Chem. A* **2016**, *120*, 8317-8325.
- 4) Synthesis and Self-Assembly of Cyclic 2,7-Anthrylene Ethynylene 1,3-Phenylene Ethynylene Trimer with a Planar Conformation., Y. Takaki, R. Ozawa, T. Kajitani, T. Fukushima, M. Mitsui, K. Kobayashi\*, *Chem. Eur. J.* **2016**, *22*, 16760-16764.
- 5) Self-Assembled Molecular Gear: a 4:1 Complex of Rh(III)Cl Tetraarylporphyrin and Tetra (*p*-pyridyl) cavitan., M. Nakamura, K. Kishimoto, Y. Kobori,\* T. Abe, K. Yoza, K. Kobayashi\*, *J. Am. Chem. Soc.* **2016**, *138*, 12564-12577.

#### 【 特許等 】

- 1) 光アップコンバージョン材料、鎌田賢司、小林健二、特願2017-040031、提出日：2017.3.3

#### 【 国内学会発表件数 】

- ・日本化学会、基礎有機化学討論会など 12 件



## 新しい機能性金属錯体の合成研究

兼任・教授 近藤 満 (KONDO Mitsuru)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：グリーン科学技術研究所  
グリーンケミストリー研究部門)  
専門分野： 金属錯体合成  
e-mail address: kondo.mitsuru@shizuoka.ac.jp  
homepage: [http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~scmkond/Kondo\\_Lab](http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~scmkond/Kondo_Lab)



### 【 研究室組織 】

教 員：近藤 満

修士課程：M2 (3名)、M1 (2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により、新しい機能を発現する金属錯体の合成を展開していく。有害性がありながら高い溶解性を示す陰イオンを水溶液中から選択的に捕捉-除去できるカプセル分子の開発や、金属酵素が示すような温和な条件で、酸素分子を活性化し、炭素-炭素結合を開裂する金属錯体の合成と反応メカニズムの解明を進める。

- (1) 金属酵素の活性中心をモデルとした新しい動的金属錯体触媒の開発
- (2) 超分子カプセルを利用した小分子の高選択的認識と捕捉
- (3) 酸素分子を活性化するポルフィリン錯体の合成

### 【 主な研究成果 】

- (1) 硫酸イオン、塩化物イオン、および過塩素酸イオンをそのケージの内部と外部に有する  $M_2L_4$  型のカプセル分子を種々合成し、ケージ骨格がこれらの陰イオンを捕捉するメカニズムを検討した。ケージの中に硫酸イオン、ケージの外に過塩素酸イオンを有するカプセル分子  $[SO_4 \subset Cu_2(m\text{-bbitr}b)_4](ClO_4)_2$  ( $m\text{-bbitr}b = 1,3\text{-bis(benzimidazol-1-ylmethyl)-2,4,6-trimethylbenzene}$ ) はアセトニトリル中で、その構造を維持する一方、水を添加してその親水性を向上させると、ケージの内と外に存在している 2 種類の陰イオンの交換反応が進行することが分かった。ケージの外に硫酸イオンや塩化物イオンを有するカプセル分子は水中で高い過塩素酸イオン捕捉活性を示すが、これは、それらの空間の疎水性が高いことに由来することが明らかになった。また、ケージの内に塩化物イオンや臭化物イオンを捕捉した  $[Cl \subset Cu_2(m\text{-bbitr}b)_4]^{3+}$  は、硫酸イオンや過塩素酸イオンを捕捉したケージに比べて骨格の安定性が低いことがマスペクトルより示された。
- (2) 螺旋骨格は、自己集合で形成される高分子構造の中で、非常に高い注目をあつめてきた。4- [(4-Hydroxyphenyl)(phenyl)methylene]-2,5-cyclohexadien-1-one (hpmc) は強い発色を示す基本骨格として知られ、種々の色素や指示薬に利用されている。chrome pure blue BX ( $Na_2cpb$ ) は、これらの化合物の骨格を有する指示薬で、カルボン酸を 2 つ有する。この  $Na_2cpb$  を  $MCl_2$  ( $M = Zn, Ni, Co, Mg$ ) と反応させることで、ナノサイズの螺旋チューブ骨格を有する配位高分子を合成することに成功した。

### 【 今後の展開 】

これまでに見出した金属錯体の機能発現について、そのメカニズムの詳細な解明と機能制御に焦点を絞った研究を展開していく。それぞれの化合物の構造は単結晶構造解析により決定し、発現した活性との相関関係を解明して行く。また、高分子骨格を有する配位高分子を合成し、その

高次構造を利用した有害イオン除去剤の開発を進める。とくに、多孔性構造をもつ配位高分子を合成し、その空間内部にゲスト分子と相互作用できる官能基を導入した化合物の合理的設計と合成を進めて行く。

【 学術論文・著書 】

- 1) E. Sone, M. Sato, M. Mochizuki, C. Kamio, K. Yamanishi, M. Kondo\* “Cationic  $M_2L_4$  Cages for Perchlorate Removal from Aqueous Solutions and Preferential Perchlorate Incorporation in Hydrophilic Solutions” *CrystEngComm*. **2016**, *18*, 5004-5011.
- 2) A. Sohmiya, T. Okuyama, R. Suzuki, K. Yamanishi, K. Sugimoto, M. Kondo\* “Coordination Helical Nano-tubes Constructed by Metal(II) Ions with the Indicator Chrome Pure Blue BX” *Chem. Lett.* **2017**, *46*, 485-488.

【 国際学会発表件数 】

- 1) ○M. Kondo “Perchlorate removals from aqueous solutions by  $M_2L_4$  type cage complexes” 42st International Conference on Coordination Chemistry (ICCC42) (2016.7) フランス、ブレスト
- 2) ○Kana Ishii, Shiori Koike, Moeko Sato, and Mitsuru Kondo “Syntheses and crystal structures of new  $M_2L_4$  cage type complexes constructed by bis-imidazole type ligands” 42st International Conference on Coordination Chemistry (ICCC42) (2016.7) フランス、ブレスト
- 3) ○Chihiro Kamio, Eriko Sone, Moeko Sato, and Mitsuru Kondo “Self-assembly synthesis of sheet-type coordination polymer bearing cationic  $M_2L_4$  cage type complexes” 42st International Conference on Coordination Chemistry (ICCC42) (2016.7) フランス、ブレスト
- 4) ○Yusuke Sugiyama, Shiori Koike, Moeko Sato, and Mitsuru Kondo “Syntheses and crystal structures of 1D coordination polymers constructed by bis-imidazole type ligands” 42st International Conference on Coordination Chemistry (ICCC42) (2016.7) フランス、ブレスト

【 国内学会発表件数 】

- 1) ○宗宮晃子・中山栄希・近藤 満、1Ab-09 空配位サイトを細孔内に有する配位高分子の合成と構造、錯体化学会第 66 回討論会 (The 66th JSCC Symposium, 2016.9.10-12、福岡大学)
  - 2) ○鈴木良平・井上達成・栗島美樹・近藤 満、3Aa-02 クラウンエーテルを骨格に組み込んだカプセル分子の合成と構造、錯体化学会第 66 回討論会 (The 66th JSCC Symposium, 2016.9.10-12、福岡大学)
  - 3) ○佐藤萌子・鈴木良平・近藤 満、3Aa-03 尿素基を骨格に組み込んだ配位高分子の合成と構造、錯体化学会第 66 回討論会 (The 66th JSCC Symposium, 2016.9.10-12、福岡大学)
  - 4) ○石井香那・宗宮晃子・近藤 満、1PA-027 アミノ基を細孔内部に有する配位高分子の合成、錯体化学会第 66 回討論会 (The 66th JSCC Symposium, 2016.9.10-12、福岡大学)
  - 5) ○杉山優介・早川友梨・本田淳子・山西克典・近藤 満、2PA-011 コバルトセニウムジカルボン酸を架橋配位子に用いた酸化還元活性な配位高分子の合成、錯体化学会第 66 回討論会 (The 66th JSCC Symposium, 2016.9.10-12、福岡大学)
  - 6) ○神尾千洋・佐藤萌子・近藤 満、2PA-010 非対称な内部空間を有するカプセル分子の合成、錯体化学会第 66 回討論会 (The 66th JSCC Symposium, 2016.9.10-12、福岡大学)
  - 7) ○成川 遼・宗宮晃子・近藤 満、1PA-057 ビスイミダゾール型架橋配位子を用いた配位高分子の合成と構造、錯体化学会第 66 回討論会 (The 66th JSCC Symposium, 2016.9.10-12、福岡大学)
- 他 2 件

## 非古典述語論理、Kripke 意味論

兼任・教授 鈴木 信行 (SUZUKI Nobu-Yuki)  
情報科学専攻 (主担当: 理学部 数学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 数学コース)  
専門分野: 数理論理学 (非古典論理)  
e-mail address: smnsuzu@ipc.shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員: 鈴木 信行  
博士課程: 矢崎 大志 (創造科技院 D1)  
修士課程: M2 (1名)、M1 (3名)

### 【 研究目標 】

非古典論理、特に、非古典述語論理の意味論的研究。

様相論理 (非古典論理) は、数理論理学のみならず、計算機科学・社会科学等の応用においても、重要性を増してきている。こうした動きを取り込み、様相論理の数学的理論の開発を目指す。また、ゲーム理論は、理論経済学や社会科学の周辺分野・計算機科学などの広汎な分野に影響を与えており、数理論理学とゲーム理論の融合的研究を目指している。現在の目標は以下の2つである。

- (1) クリプキ層 (Kripke sheaf) タイプの意味論の構築
- (2) 認識論理 (epistemic logic) のゲーム理論 (社会科学の数学的基礎理論) への応用

### 【 主な研究成果 】

#### (1) クリプキ層 (Kripke sheaf) タイプの意味論の構築

プログラム理論やゲーム理論等の応用を考えたとき、これまで (多) 様相論理の定義に入れてきた代入閉性 (substitution-closedness) を除いた方が自然であることが解ってきた。この広義の多様相論理に対応する数学的理論は、未だ整備されていない。クリプキ層 (Kripke sheaf) タイプの意味論は、古典論理の第1階構造を値を持つ前層の構造を持つ。(例えば、アーベル群の層は、特別なクリプキ層とみなせる。) クリプキ層の底空間を圏に取り替えてやると、第1階構造の分だけ内容が十分に豊かで、同時に代入閉でない意味論を与える。

#### (2) 認識論理 (epistemic logic) のゲーム理論 (社会科学の数学的基礎理論) への応用

ゲーム理論で近年精力的に研究されている「限定合理性」(bounded rationality) の考え方に注目している。限定合理性とは、ゲームのプレイヤーは合理的であろうと意図するけれども、諸般の限界によってその合理性が限定されているということである。上記のクリプキ層において、底空間を高さ有限の tree (を圏に見立てたもの) に取り替えてやる。これは、自然にゲーム理論に応用可能な認識論理の意味論を与える。

#### 【 今後の展開 】

数理論理学とゲーム理論は、まったく異なる分野と考えられているが、歴史的に深い関係がある。ゲーム理論の「嚆矢」とされる von Neumann は、数理論理学でもパイオニアの一人であり、Zermelo (集合論) も先駆的な研究をしている。その後は長らく、数学から見たゲーム理論と言えは「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 】

1) Nobu-Yuki Suzuki, “Some weak variants of the existence and disjunction properties in intermediate predicate logics”, Bulletin of the Section of Logic, to appear Vol.46 (2017).

#### 【 国際会議発表件数 】

1) Logic Colloquium 2016 (2016.8)

#### 【 国内学会発表件数 】

1) 2016 年度秋季総合分科会 (数学基礎論分科会) (2016.9)

2) 第 51 回 MLG 数理論理学研究集会 (2016.10)

他 2 件

## 無機材料の構造・物性・反応性の理論的解明

兼任・教授 関根 理香 (SEKINE Rika)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：理学部 化学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 化学コース)  
専門分野： 計算化学、理論化学、量子化学  
e-mail address: scrseki@ipc.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~scrseki/>



### 【 研究室組織 】

教 員：関根 理香  
協力研究員：仲上 祐斗、婦木 正明

### 【 研究目標 】

我々は、計算化学（量子化学計算、分子動力学計算）、理論化学（グラフ理論）を用いて、無機化合物・無機材料の構造・物性・反応性を解明することを目的としている。触媒、有害イオンの処理などを念頭に、現在は次の研究を展開している。

- (1) 金属スモールクラスターの構造と安定性の起源についてのグラフ理論的研究
- (2) 水溶液中のイオンの水和状態についての分子動力学法による研究
- (3) 固体表面への小さい分子の吸着エネルギー計算の見積もり方法についての理論構築

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 金属スモールクラスターの構造と安定性の起源についてのグラフ理論的研究

1 価の金属クラスターの 3 量体から 8 量体についてのすべての異性体について、グラフ理論的な手法で研究を行った。クラスターの結合の数  $[n]$  に対してヒュッケルエネルギー (HE) をプロットすると極大値を示すことがわかった。この極大値はそれぞれのクラスターサイズ  $[m]$  における最小の  $n (=m+1)$  と、最大の  $n (=m(m+1)/2)$  の平均値付近にあることがわかった。以上の知見を用いると、任意のサイズのクラスターに対して、最安定な HE を示す構造の結合数を簡単に予測できるように思えるのだがそう簡単にはいかない。5 量体の完全グラフ (5 つの点がすべて結合を作る構造) が 3 次元空間で実現不可能であることから容易に類推できるように、辺の数を増やすのには限界がある。ところが与えられた頂点に対する辺の数の上限についての問題は調べつくされていない。

#### (2) 水溶液中のイオンの水和状態についての分子動力学法による研究

#### (3) 固体表面への小さい分子の吸着エネルギー計算の見積もり方法についての理論構築

上記 2 テーマについては、準備中



## 作用素半群の生成と微分方程式系の適切性

兼任・教授 田中 直樹 (TANAKA Naoki)  
情報科学専攻 (主担当: 理学部 数学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 数学コース)  
専門分野: 作用素半群と発展方程式  
e-mail address: tanaka.naoki@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員: 田中 直樹

博士課程: 佐野 弘貴 (創造科技院 D2)

修士課程: M2 (5名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

研究目的は、解の初期値に関する連続的依存性に着目して、バナッハ空間における微分方程式に対する適切性の研究を、距離を用いて方程式の消散構造を捉える研究へと発展させ、さらに、新たな方向性であるベクトル空間にとらわれない適切性理論の枠組みを提出することである。

- (1) 時間に依存する単調作用素、劣微分作用素により支配される発展方程式の枠組みの拡張
- (2) 加藤の準線形理論の拡張—距離空間における微分方程式の適切性理論の構築に向けて—
- (3) AGS 理論の深化を目指して—距離空間における勾配流に対する適切性の考察—

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 一般的な消散条件のもとでの距離空間における微分方程式の適切性定理

距離空間  $(X, d)$  における微分方程式に対する適切性を、transition を安定にするような  $d$  と同値な距離族による消散条件、及び、劣接線条件により特徴づけた。本研究は、先行研究と異なり、コンパクト性条件を利用しないことに特色がある。与えられた準線形方程式に対する適切性の考察は、重要な研究テーマの1つである。関数空間における準線形方程式への組織的な取り扱いとして、加藤により展開されたバナッハ空間における準線形理論がある。応用として、この加藤の時間局所的適切性定理を導出した。(Israel J. Math. (in press))

#### (2) サイズ構造モデルへ適用可能な半線形関数微分方程式に関する研究

積分方程式を利用した近似解の構成を提示し、initial history space での消散条件の発見を通して近似解の差の評価を確立した。さらに、潜伏期間を考慮したサイズ構造モデルへ応用した。(Differential Integral Equations (in press))

### 【 今後の展開 】

#### (1) 距離空間における勾配流に対する適切性の考察

Brezis により展開された、非線形放物型方程式へ豊富な応用をもつ、ヒルベルト空間における劣微分作用素の理論を距離空間へと一般化する。単独の汎関数に付随する勾配流だけでなく、汎関数の摂動—Boltzmann entropy, Renyi entropy などと potential energy の汎関数の2つの和で表現される汎関数—に付随する勾配流への組織的な取り扱いを模索する。

## (2) 単調作用素、劣微分作用素により支配される発展方程式理論の深化

発展方程式の解の初期値に関する連続的依存性は、与えられた2つの関数をそれぞれ初期値とする方程式のシステムを考え、リアプノフ汎関数を用いる安定性解析により得られると解釈できる。この新たな解釈のもとに、方程式を支配する作用素族に関する生成条件として、劣接線条件を組み入れた安定性条件を提案する。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Hiroki Sano and Naoki Tanaka, Well-posedness and flow invariance for semilinear functional differential equations governed by non-densely defined operators, *Differential Integral Equations* (in press).
- 2) Yoshikazu Kobayashi and Naoki Tanaka, Well-posedness for mutational equations under general type of dissipativity conditions, *Israel J. Math.* (in press).

### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 1 件

### 【 国内学会発表件数 】

- ・ 2 件



## 場の量子論と超弦理論の非摂動的研究

兼任・教授 土屋 麻人 (TSUCHIYA Asato)  
情報科学専攻 (主担当：理学部 物理学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 物理学コース)  
専門分野： 素粒子論  
e-mail address: [tsuchiya.asato@shizuoka.ac.jp](mailto:tsuchiya.asato@shizuoka.ac.jp)  
homepage: <https://wpp.shizuoka.ac.jp/tsuchiya/>



### 【 研究室組織 】

教 員：土屋 麻人

博士課程：畠山 洸太 (創造科技院 D1)、松浦 夏穂 (創造科技院 D1)

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 行列模型の赤外正則化の研究

超弦理論の非摂動論的定式化と期待される IIB 行列模型における赤外正則化の問題を研究した。フェルミオンの寄与を近似して単純化した VDM 模型において、赤外カットオフの入れ方に 1 つのパラメータを導入し、モンテカルロシミュレーションを行った。すると、パラメータのある範囲で結果が普遍的になり、かつカットオフの効果が無限体積極限で消えていく傾向を発見した。これにより、模型をどのように正則化して定義すべきかの指針が得られた。

#### (2) ファジー球面上のエンタングルメントエントロピー

近年、量子エンタングルメントと (量子) 重力の関係が盛んに研究されている。一方、以前から非可換幾何と量子重力の関係が示唆されていた。ここでは、非可換幾何と量子エンタングルメントとの関係を調べ、量子重力への知見を得るために、非可換空間の典型例であるファジー球面上のスカラー場の理論におけるエンタングルメントエントロピーをモンテカルロシミュレーションにより研究した。理論は行列模型により実現される。相互作用がない場合は、エンタングルメントエントロピーは着目する領域の境界の面積の 2 乗に比例することを見出した。これは行列による正則化を行っていることから理解できる。さらに、相互作用がある場合に、領域の体積を大きくしていくと、面積 2 乗則を積分して得られる一般化された体積則から面積 2 乗則への転移が観測された。これはファジー球面上では相互作用が非局所的であることから理解できる。このように、エンタングルメントエントロピーを求めることにより、系の重要な性質を抽出することができた。

#### (3) ファジー球面上の場の理論における相関関数とくりこみ

非可換空間上の場の理論が通常の場の理論とどれくらい異なるのかを知るために、特にここ

ではファジー球面上のスカラー場理論におけるくりこみを調べた。ブロッホコヒーレント状態を用いて、行列から場を定義し、球面上での場の2点相関関数と4点相関関数をモンテカルロシミュレーションで計算した。理論の1つのパラメータを微調整することにより、相関関数が理論の紫外カットオフである行列サイズに依らなくなることを見出した。これにより、この理論は通常の場合の理論と同じ意味でくりこみ可能であることが強く示唆される。

#### 【 今後の展開 】

IIB 行列模型の大きな行列サイズでのモンテカルロシミュレーションを行うために、並列版のコードの開発を行う。これを用いて、まず赤外正則化に関して、近似なしの元の模型でも同様の普遍性が成り立つかを調べ、元の模型での正則化の仕方を確立する。それから、行列模型から得られる時空の構造を研究していきたい。ファジー球面上のスカラー場の理論においては、上記の(3)とは異なる極限とったときに得られるより非可換性が強い理論において、同様なくくりこみができるかを調べたい。ファジー球面上の量子エンタングルメントについては、相互情報量などの他の量が、通常の場合の上における対応する量と比較して、どのような異なる振る舞いをするかを調べたい。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Y. Ito, J. Nishimura and A. Tsuchiya, “Large-scale computation of the exponentially expanding universe in a simplified Lorentzian type IIB matrix model,” PoS LATTICE 2015, 243, 1-7 (2016). 査読有
- 2) A. Tsuchiya, “Exponential and power-law expansion of the Universe from the type IIB matrix model,” PoS CORFU {bf 2015}, 112 (2016). 査読有
- 3) M. Suzuki and A. Tsuchiya, “A generalized volume law for entanglement entropy on the fuzzy sphere,” Prog. Theor. Exp. Phys. **2017**, 043B07, 1-14. 査読有
- 4) Y. Ito, J. Nishimura and A. Tsuchiya, “Universality and the dynamical space-time dimensionality in the Lorentzian type IIB matrix model,” Journal of High Energy Physics に掲載決定済

#### 【 国際会議発表件数 】

- 1) 土屋麻人：“Entanglement Entropy on the fuzzy sphere”, East Asia Joint Workshop on Fields and Strings, USTC, 合肥, 中国 (2016.5.29)
- 2) 土屋麻人：“Entanglement Entropy on the fuzzy sphere”, International Workshop on “Theoretical Particle Physics 2016”, 大阪大学 (2016.11.3)
- 3) 土屋麻人：“Entanglement Entropy on the fuzzy sphere”, 国際研究集会「Progress in Quantum Field Theory and String Theory II」、大阪市立大学 (2017.3.31)

他2件

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 土屋麻人：“Entanglement Entropy on the fuzzy sphere”, 「離散的手法による場と時空のダイナミクス」研究会 2016, 静岡労政会館 (2016. 9. 17)

他2件

#### 【 招待講演件数 】

・「国際会議発表件数」1)・2)・3)、「国内学会発表件数」1) 計4件

#### 【 受賞・表彰 】

- 1) 土屋麻人：静岡大学研究フェロー（第3期平成28年度～平成30年度）

## ナノ構造光学媒質中での光の伝播現象

兼任・教授 富田 誠 (TOMITA Makoto)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当: 理学部 物理学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 物理学コース)  
専門分野: 量子エレクトロニクス、量子光学  
e-mail address: tomita.makoto@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~sptomiti/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 富田 誠

修士課程: M2 (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  $\mu\text{m}$  の大きさの誘電体微小球、リング共振器、ランダム光学構造を対象として以下のような研究を進めている。

- (1) 超光速の光伝播と因果律を満たす情報速度
- (2) 結合した微小球共振器にあらわれるエキゾチックな分散構造; 「速い光」、「遅い光」
- (3) 金属薄膜における表面プラズモン伝搬
- (4) 黒体輻射のナノ光学構造による制御

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 超光速伝播現象と情報速度

「速い光」とは、異常分散媒質の中で、光の伝播速度が、見かけ上、真空中の光速  $c$  よりも速く伝播する現象、さらには伝播速度が、“負”になる現象を意味する。本研究の目的は、制御性の高い独自の分散システムを新しく提案し、その特徴を最大限に生かして、「速い光」における情報速度、その物理的な意味を明らかにすることである。

H28年度は、「速い光」の中で非解析点の振る舞いに対する入射光パルスのスペクトル幅の影響を調べた。スペクトル幅は非解析点の先鋭さを決定する。時間的にガウス型の光パルスを用いてLN変調器をもちい非解析点をエンコードする。バンド幅が広く先鋭化した非解析点は、「速い光」の媒質中でも光速  $c$  で伝播する。非解析点は情報としての意味を持ち、このことは、相対性理論的な因果律とよい整合性を示す。入射パルスのバンド幅を制限するにつれて、非解析点はなだらかなものになるとともに、対応する群速度(超光速)で伝播するようになる。波形のTaylor展開に基づいて、非解析点を越えた未来のパルス波形の予言性についても調べた。入射光のスペクトル幅が制限された場合、展開は非解析点を越えたルス波形を予言することができることが示された。

#### (2) サイズバランスの崩れた結合共振器におけるコヒーレント $0\pi$ パルス

第一のリングが非常に大きく、第二のリングのサイズが小さいというバランスの崩れた結合共振器において、透過スペクトルとコヒーレント光パルスの伝播について調べた。第一のリング共振器をフィードバックループとみなすことで、この系は直列配置された共振器列とみなすことができる。CROW (coupled resonator optical waveguide) と称される導波路構造の開発が進んでいるが、CROWと比較した場合、ここでの構造は全く同一の共鳴周波数とQ値をもった直列配列を作り出すことができることに特徴がある。この系は、2つの共振器の干渉によって

楕型のスペクトル構造を示した。そしてこの系に任意の形状をもったコヒーレントパルスを入射したとき、振動構造をもった連続する出射パルス列が現れた。このパルス列はコヒーレント  $0\pi$  パルスに進展することが示された。

### (3) 金属—誘電体—金属 (MIM) 多層膜構造におけるプラズモン誘起透明化現象

減衰全反射分光法に基づいて、金属—誘電体—金属 (MIM) 多層膜構造においてプラズモン誘起透明化現象を実現した。ここで、MIM 構造における導波路モードと表面プラズモポラリトンは、それぞれ高 Q 値と低 Q 値にモードとして働く。共鳴角度の入射光の周波数依存性は 2 つのモードで異なっており、入射光波長によって 2 つのモードの結合条件を制御可能である。2 つの共鳴角度が一致した場合には減衰全反射スペクトルは対称的なプラズモン誘起透明化現象の構造を示す。一方、2 つの共鳴角度が離調した場合には、鋭い非対称性をもったファノ方のスペクトル構造が現れる。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) “Development of weak coherent  $0\pi$  optical pulses in a ring resonator with a dynamic recurrent loop”, Yukari Suzuki and Makoto Tomita, **Journal of Optical Society of America B**, 34, 489-496 (2017).
- 2) “Comb spectra and coherent optical pulse propagation in a size-imbalanced coupled ring resonator”, Ryuta Suzuki and Makoto Tomita, **Opt Communications** 396, 44-48 (2017).
- 3) “Plasmon-induced interference in planar metalinsulator-metal multilayered structure and analysis using electric circuit model”, Y. Neo, T. Watanabe, H. Mimura, T. Matsumoto and M. Tomita, submitted (2017).
- 4) “Influence of finite bandwidth on the propagation of information in fast- and slow-light media”, Heisuke Amano and Makoto Tomita, **Physical Review A** 93, 063854 (2016).
- 5) “Attenuated total reflection response to wavelength tuning of plasmon-induced transparency in a metal-insulator-metal structure”, Kouki Matsunaga, Takeshi Watanabe, Yoichiro Neo, and Takahiro Matsumoto and Makoto Tomita, **Optics Letters** 22, 5274 (2016).
- 6) “Transform from induced transparency to induced absorption through the control of coupling strength in metal-insulator-metal structure”, Y. Neo, T. Matsumoto, T. Watanabe, M. Tomita, and H. Mimura, **Opt. Express** 24, 26201-26208 (2016).

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 「金属—誘電体—金属多層膜構造に現れるプラズモン誘導透明化現象の波長依存性」松永晃樹、渡辺豪志、根尾陽一郎、松本貴裕、富田誠、日本物理学会
- 2) 「動的帰帰ループをもったリング共振器における微小面積コヒーレント  $0\pi$  光パルスの発展」鈴木友加里、富田誠、日本物理学会
- 3) 「MIM 構造による結合共振器反射スペクトルの観察」渡辺豪志、根尾陽一郎、富田誠、松本貴、三村秀典、応用物理学会

#### 【 外部資金 】

- 1) 科研費 基盤研究 (B) 代表 (平成 26 年～平成 29 年) 1,478 万円、「速い光」と情報速度

#### 【 外国人研究者受け入れ 】

- 1) Talukder Aminul Islam (ダッカ大学・理学部・物理学科、教授) 創造大学院客員教授 2015.4.1～2017.3.31

## 液体系と生体分子系のダイナミクス・機能と相互作用の理論的解析

兼任・教授 鳥居 肇 (TORII Hajime)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当: 教育学部 理科教育講座 化学及び  
大学院教育学研究科学校教育研究専攻 理科教育専修)  
専門分野: 理論化学  
e-mail address: torii.hajime@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://reve.ed.shizuoka.ac.jp/>  
<http://reve2.ed.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 鳥居 肇

### 【 研究目標 】

液体系と生体分子系のダイナミクス・機能と相互作用について、特に振動スペクトルに表れる特徴との関係を中心に、理論的解析を行っている。当面は、(1) 水素結合系のテラヘルツスペクトルを特徴付ける分子間相互作用とダイナミクスの解明、(2) ペプチド基の振動モードの諸性質とペプチド基間・分子間相互作用の関係の解明、(3) ハロゲン結合など分子間相互作用の基礎論、(4) その他の関連諸課題、について研究を進める。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) ペプチド基の振動モードの諸性質がもつペプチド鎖 2 次構造および溶媒和構造への依存性の理論的解明

ペプチド基には、幾つかの特徴的な振動モードが知られており、その諸性質がペプチド基の置かれた状況とどのように関係しているかの詳細を明らかにすることが求められている。本研究では、アミド I モードの振動数・赤外強度に対する溶媒水分子の影響を理論的に解析し、従来の十種以上の理論モデルで表現できていなかった「溶媒水分子角度位置への依存性」を的確に表現するための理論モデル構築方針を示し、数値計算によってその妥当性を実証した。さらに、同様のことが水素結合系だけでなく、ハロゲン結合系にも成り立つことを具体的に示した。また、アミド II モードの赤外強度のペプチド鎖 2 次構造への依存性と水和効果についても解析を行い、これがペプチド基間に誘起される電荷フラックスと静電分極に由来するものであることを示した。[*Phys. Chem. Chem. Phys.* **18**, 10081–10096 (2016); *J. Phys. Chem. B* **120**, 1624–1634 (2016); *J. Phys. Chem. Lett.* **6**, 727–733 (2015)]

#### (2) ニトリル基と溶媒の相互作用による CN 伸縮振動と NMR 化学シフトの変化の相関の解析

ニトリル基など幾つかの官能基の伸縮振動と NMR 化学シフトは、生体分子系における静電環境のプローブとして、しばしば用いられる。しかし、変化を引き起こすメカニズムの詳細は明らかになっておらず、実測値から静電環境を導く過程には推測に基づく部分が含まれている。本研究では、ニトリル基を対象に、水分子との水素結合の角度配置と伸縮振動数や NMR 化学シフトの変化の相関を理論的に解析し、従来から静電相互作用以外の寄与によるとされていた部分が、実は静電相互作用の空間的不均一性によるものであることを、定量的に示した。[*J. Phys. Chem. A* **120**, 7137–7144 (2016)]

#### (3) リチウムイオン二次電池の電解液における選択的溶媒和構造の偏光ラマン分光法による解明

分子間の振動カップリングに由来する偏光ラマンスペクトル上の現象「ノンコインシデンス効果 (NCE)」の測定と解析などから、 $\text{Li}^+$ の選択的溶媒和構造を解析した。この手法により、 $\text{Li}^+$ 周囲に存在する 2 種の溶媒分子の数の情報を、(強度軸ではなく) 振動数軸方向の量から得ることができる。propylene carbonate (PC) と diethyl carbonate (DEC) の 1:1 混合溶媒に  $\text{LiClO}_4$  を溶解した系を対象とした測定と計算の結果から、 $\text{Li}^+$ の第 1 溶媒和層に PC が 3 分子以上存在すると結論され、他手法で十分に解明できていなかった選択的溶媒和の状況を解明した。[*J. Phys. Chem. Lett.* **6**, 3296–3302 (2015)]

#### (4) 液体状態の水のテラヘルツスペクトルを的確に計算するシミュレーション法の開発

液体状態の水のテラヘルツスペクトルには、標準的な古典 MD では再現できない特徴的なバンドが存在することが知られている。本研究では、液体のダイナミクスに伴って起こる水素結合を介した分子間電荷移動を効果的に取り込むことによって、これが再現できることを示した。[*J. Chem. Theory Comput.* **10**, 1219–1227 (2014); *J. Phys. Chem. B* **115**, 6636–6643 (2011)]

#### (5) ハロゲン結合の諸性質の理論的解明

ハロゲン結合形成に寄与する静電相互作用の起源が、ハロゲン原子内の電子分布の偏りによる電気四重極子であること、ハロゲン結合形成に伴う分子振動数と赤外強度の変化がハロゲン結合の幾何学的特徴と良い相関を示し、このうち後者は分子間の電荷フラックスに由来すること、などを明らかにした。[*Phys. Chem. Chem. Phys.*, in press; *J. Comput. Chem.* **31**, 107–116 (2010); *J. Chem. Phys.* **133**, 034504/1–10 (2010)]

#### 【今後の展開】

上の「主な研究成果」に記したのは、最近の研究成果の例であり、「研究目標」欄に記した研究分野には、重要な未解決課題が多く存在する。これらの中から特に重要なものを厳選して、ひとつひとつ解決していきたいと考えている。

#### 【学術論文・著書】

- 1) H. Torii and S. Noge, “Roles of the scalar and vector components of the solvation effects on the vibrational properties of hydrogen- or halogen-bond accepting stretching modes”, *Phys. Chem. Chem. Phys.* **18** (15), 10081–10096 (2016).
- 2) H. Torii, “Unified electrostatic understanding on the solvation-induced changes in the CN stretching frequency and the NMR chemical shifts of a nitrile”, *J. Phys. Chem. A* **120** (36), 7137–7144 (2016).

#### 【国際会議発表件数】

- 1) H. Torii, “New twist in the theories on the electrostatic vibrational response of peptides and related systems”, Protein Electrostatics Berlin 2016, Berlin (Freie Universität Berlin), July 19, 2016.
- 2) H. Torii, “Intramolecular polarizations, intermolecular charge fluxes, and infrared intensities of bio-related molecules and related systems”, Annual Meeting of the European Molecular Liquids Group (EMLG) and the Japanese Molecular Liquids Group (JMLG), Chania (Minoa Palace Hotel), September 14, 2016.

#### 【国内学会発表件数】

- 1) 第 19 回理論化学討論会
- 2) 第 39 回溶液化学シンポジウム
- 3) 日本化学会第 97 春季年会

## 光機能物質によるエネルギー変換・環境浄化

兼担・教授 前田 康久 (MAEDA Yasuhisa)  
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： 光電気化学、工業物理化学、材料化学  
e-mail address: tymaeda@ipc.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~tykouno/maeda/>



### 【 研究室組織 】

教 員：前田 康久、河野 芳海 (総合科学技術研究科工学専攻化学バイオ工学コース准教授)

博士課程：柳川 美恵子 (創造科技学院 D3)

修士課程：M2 (4名)、M1 (4名)

学部4年：10名

### 【 研究目標 】

光機能物質によるエネルギー変換・環境浄化を目的として、二酸化チタン、酸化亜鉛、ヘマタイト、酸化銅等の光機能物質の作製とその光触媒・光電極としての特性および応用に関する研究を行っている。また、ポロンドープのダイヤモンド薄膜を電極とした溶液処理・計測および電解合成への応用研究を行っている。光機能膜の作製は陽極酸化やパルス電析等の電気化学的手法により行い、ナノポーラス構造の均質な二酸化チタン膜、高い量子効率を有する酸化亜鉛膜、可視光応答型のヘマタイトおよび酸化銅膜の調製を試みている。これより、(1) 作製した光機能物質のキャラクタリゼーション、(2) 紫外光照射下の二酸化チタンおよび酸化亜鉛光触媒・光電極による水溶液中の有機物の光酸化プロセス解析と水の浄化、(3) ヘマタイトおよび酸化銅の可視光照射下での光触媒・光電極反応性と人工光合成への展開、(4) ダイヤモンド電極を用いた有機電解合成および水浄化システムの開発を目標としている。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) ヘマタイト膜の作製と可視光照射下での有機物の光酸化反応

鉄イオン(II)を含有する水溶液中での電流および電位パルス電析によるチタン基板上への酸化鉄膜の析出および析出膜の空気下での熱酸化により、ヘマタイト膜を調製した。可視光照射下でのヘマタイト光電極による水溶液中の有機物(ヒドロキシ酸、ベラトリルアルコール)の光酸化挙動を、照射光波長依存性に注目して検討した。紫外光照射下のヘマタイト電極上では、有機物の光酸化と溶媒の水の光酸化が共に進むが、可視光照射下ではほぼ100%の電流効率で有機物の光酸化が進行した。

#### (2) 有機物の光酸化における酸化亜鉛光電極と二酸化チタン光電極の応答性比較

紫外光照射下の酸化亜鉛電極と二酸化チタン電極において、水溶液中の有機物(ベラトリルアルコール、乳酸、リンゴ酸等)の光酸化生成物に明確な違いが確認され、両電極上では異なるプロセスで光酸化が進むことを明らかにした。さらに、塩基性水溶液中の酸化亜鉛電極では亜鉛の光溶解が抑えられ、繰り返し有機物の光酸化を行うことが可能であった。

#### (3) p型酸化銅膜の作製と光還元特性

銅(Ⅱ)イオンと乳酸を含有する塩基性水溶液中での電位パルス電析により、チタン基板への結晶性酸化銅(Cu<sub>2</sub>O)膜の析出を行った。作製した酸化銅電極は、p型半導体電極/溶液界面の特徴を表わすMott-Schottkyの関係を示すとともに、可視光に対し明瞭な光還元電流応答を示した。可視光照射下の酸化銅電極上では、水溶液中のベンゾキノンがヒドロキノンに光還元されることを確認した。これより、酸化銅の人工光合成への応用の可能性が示唆された。

#### (4) ダイヤモンド電極上での水溶液中の有機物の酸化挙動

ボロンをドーパした導電性ダイヤモンド(BDD)電極上での芳香族化合物(p-ニトロフェノール、ベンジルアルコールおよびベラトリルアルコール)の酸化挙動を検討した。水溶液中のダイヤモンド電極上では水の酸化が抑えられるため、白金電極やカーボン電極では困難な電位制御による酸化生成物のコントロールが可能となり、ダイヤモンド電極を用いた新しい有機電解合成プロセスへの展開が期待される。

#### 【今後の展開】

種々の光機能材料を用いた水の浄化システムの構築および、可視光応答型の光機能材料を用いた人工光合成への展開を目指す。さらに、光機能材料とダイヤモンド電極を組み合わせた新しい有機物の酸化還元プロセスおよび合成手法の開拓を目指す。

#### 【学術論文・著書】

- 1) Photoanodic response of hematite electrode to citric acid in aqueous solution, (Yasuhisa Maeda, Yuki Itoh, Daiyu Kodama and Yoshiumi Kohno) *J. Electroanal. Chem.*, 785, 166-171 (2017)
- 2) Growth of p-type ZnOS films by pulse laser deposition, (Kenkichiro Kobayashi, Tohru Ohtsuki, Yasumasa Tomita, Yoshiumi Kohno, Yasuhisa Maeda, Shigenori Matsushima) *J. Cryst. Growth.*, 457, 289-293 (2017)
- 3) A simple method to make composites of hydrophobic plant-derived dye with organo-modified hydrotalcite, (Yoshiumi Kohno, Nana Ooka, Masashi Shibata, Choji Fukuhara, Yasumasa Tomita and Yasuhisa Maeda) *J. Jpn. Soc. Colour Mater.*, 89 [12], 414-419 (2016)
- 4) Effect of Oxidation on Charge-Discharge Property of Iron Fluoride for Li-ion Secondary Battery, (Yasumasa Tomita, Jinta Kato, Naoki Kamiya, Yoshiumi Kohno, Yasuhisa Maeda and Kenkichiro Kobayashi), *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.*, 41, 375-378 (2016)

#### 【国内学会発表件数】

- ・電気化学会第84回大会、第40回電解技術討論会、日本化学会第97回春季年会など9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: <http://www.msys.eng.shizuoka.ac.jp/~miyazaki/>



### 【 研究室組織 】

教 員: 宮崎 倫子  
博士課程: 横井 伸行 (創造科技院 D1)  
修士課程: M2 (3名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

常微分方程式の解の挙動に対する時間遅れの影響を解析すること。また、そのような解析手法が応用分野の研究者が使いやすいようにその手順・スキームを開発することを目的としている。

### 【 主な研究成果 】

- ・ 発展方程式系のあるスペクトルの性質の解明 (JKMS2016)。
- ・ D1 年学生が修士の研究において、未解決であった命題の証明を完了した。
- ・ M2 年学生が修士論文において、倒立振子の遅延フィードバック安定化可能性について、数値計算を補助的に用いることで証明した。

### 【 今後の展開 】

- ・ 上記 D1 学生の研究成果を専門誌に投稿する。
- ・ 上記 M2 学生の成果を寄り発展させ、数学的な証明に取り組む。
- ・ Pyragas タイプの遅延フィードバック制御法で未解決部分に取り組む。
- ・ 遅延フィードバック方程式の解に対して、フーリエスペクトル解析を実施する。
- ・ 周期系遅延フィードバック方程式の特性乗数の数値的な導出手がける。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) D. Kim, R. Miyazaki, T. Naito and J. S. Shin, Normal eigenvalues in evolutionary process, Journal of the Korean Mathematical Society, 53, 895-908, 2016.
- 2) K. Sugiura, A. Hosoda, R. Miyazaki, Y. Kanoh, and K. Tainaka, Population dynamics for freshwater species with cyclic relation, Far East Journal of Applied Mathematics, 94, 247-260, 2016.
- 3) D. Kim, R. Miyazaki, T. Naito and J. S. Shin, Solutions of Higher Order Inhomogeneous Periodic Evolutionary Process, Journal of the Korean Mathematical Society (accepted).

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) International Conference for the 70th Anniversary of Korean Mathematical Society, Boundedness of

Solutions in Periodic Continuous Linear Systems. (2016.10.22)

【 国内学会発表件数 】

- 1) 常微分方程式の定性的理論ワークショップ  
他 1 件

【 招待講演件数 】

- 1) 北陸応用数理研究会 2017

## 非可換代数幾何学

兼担・教授 毛利 出 (MORI Izuru)  
情報科学専攻 (主担当: 理学部 数学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 数学コース)  
専門分野: 環論  
e-mail address: mori.izuru@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~simouri/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 毛利 出

研 究 員 : 板場 綾子 (学術研究員)

修士課程 : 小野塚 亮 (M1)、ECCLES JAMES ROBERT (M1)

学 部 生 : 岡崎 久弥 (B4)、中西 陸夫 (B4)

### 【 研究目標 】

非可換代数幾何学という研究分野は 1990 年代に始まった大変新しい数学の分野で、現在欧米を中心に活発に研究されています。代数幾何学における重要な研究課題のひとつは低次元代数多様体を分類することです。同様に非可換代数幾何学においても低次元非可換代数多様体を分類することが最重要課題となっています。実際非可換代数幾何学は量子射影平面の斉次座標環であるところの 3 次元 AS-regular 代数を分類したことに始まったといつてよいでしょう。その後非可換射影曲線は分類が完成されましたので、次なる目標は高次元量子射影空間や非可換射影曲面を分類することです。私は特に (1) 量子射影空間の斉次座標環である AS-regular 代数のホモロジー代数的性質の研究と分類問題、(2) 非可換射影曲面の重要な研究対象である量子線織曲面の幾何学的性質の研究と分類問題を主要な研究目標としています。

### 【 主な研究成果 】

平成 28 年度の主な研究成果は次の通りです。(1) 3 次元 quadratic AS-regular 代数は多様体と、それ上の自己同型との組と、1 対 1 に対応することが Artin-Tate-Van den Bergh によって知られています。その幾何的組を分類することで 3 次元 quadratic AS-regular 代数を分類するという研究課題を長年指導学生達と取り組んでおりますが、平成 28 年度も大きく研究成果を伸ばすことができました。(2) Calabi-Yau である AS-regular 代数はある potential の Jacobi 代数としてかけることが知られており、3 次元 quadratic AS-regular 代数の場合は S. P. Smith 氏との共同研究でそれらの potential を完全に分類することに成功しました。その継続として平成 28 年度は弘前大学の上山健太氏との共同研究で 3 次元 cubic AS-regular 代数の場合にも同様の分類を完成させることができました。この研究成果は 9 月にカナダの Banff International Research Station で開催された Workshop “Bridges between Noncommutative Algebras and Algebraic Geometry” で招待講演をする機会が与えられるなど国際的にも高い評価を得ることができました。(3) 東京大学の植田一石氏と大阪大学の川新之介氏との共同研究で、射影直線上の量子線織曲面として定義される非可換 Hirzebruch 曲面のモジュライ空間の研究を行い、成果を上げました。

#### 【 今後の展開 】

今後の研究課題として次のようなものがあります。(1) 弘前大学の上山健太氏との共同研究として、量子射影空間の圏論的特徴づけを与える研究をする。(2) 東京大学の植田一石氏と大阪大学の大川新之介氏との共同研究で、射影直線上の量子線織曲面として定義される非可換 Hirzebruch 曲面のモジュライ空間の研究を継続する。(3) 名古屋大学の伊山修氏と大阪府立大学の源泰之氏との共同研究で、量子射影平面の導来圏はある有限次元多元環の導来圏と三角圏として同値であることが知られているが、その有限次元多元環の構造、特に regular module と regular component の構造を決定する。

#### 【 学術論文・著書 】

- 1) Izuru Mori with S. P. Smith, “The Classification of 3-Calabi-Yau Algebras with 3 Generators and 3 Quadratic Relations”, *Math. Z.*, 掲載確定 (2017) 査読有
- 2) Izuru Mori with K. Ueyama, “Stable Categories of Graded Maximal Cohen-Macaulay Modules over Noncommutative Quotient Singularities”, *Adv. Math.*, **297**, 54-92 (2016) 査読有
- 3) Izuru Mori, “m-Koszul AS-regular Algebras and Twisted Superpotentials” Proceedings of the 49th Symposium on Ring Theory and Representation Theory (Osaka, 2016), 92-95 (2017) 査読無

#### 【 国際会議発表件数 】

- ・ 3 件

#### 【 国内学会発表件 】

- ・ 1 件

#### 【 招待講演件数 】

- 1) Izuru Mori, “m-Koszul AS-regular Algebras and Twisted Superpotentials”, Bridges between Noncommutative Algebras and Algebraic Geometry, Banff International Research Station, Banff, AB, Canada (2016.9)
- 2) Izuru Mori, “McKay Correspondence and Beilinson Correspondence for AS-regular Algebras”, RIMS workshop “Non-commutative Crepant Resolutions, Ulrich Modules and Generalizations of the McKay Correspondence” Research Institute for Mathematical Sciences, 京都大学 京都 (2016.6)

## 有機化学、生命機能物質合成

兼任・教授 依田 秀実 (YODA Hidemi)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当: 工学部 化学バイオ工学科及び  
大学院総合科学技術研究科工学専攻 化学バイオ工学コース)  
専門分野: 有機化学、天然物合成化学  
e-mail address: tchyoda@ipc.shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~tchyoda>



### 【 研究室組織 】

教 員: 依田 秀実、仙石 哲也 (工学部准教授)

修士課程: M2 (5名)、M1 (4名)

学 部: B4 (6名)

### 【 研究目標 】

- (1) 未知で精密な生体系の営みをモデル化して解明 (Research) するとともに、
- (2) 生命活動に欠かせないバイオフィンケミカルズ (抗生物質、抗 HIV 作用物質、ビタミン類など) やバイオメディカル (フェロモン類など) の設計 (Design)、
- (3) さらにそれらの全合成と機能化を目指した応用 (Produce)、を目標にしている (RDP)。すなわち、未知な【生命・生体】反応の探求と解明を目指しつつ、優れたバイオマテリアルの設計・構築を行い、それらを利用した新しい機能性物質の開発を行っている。

#### <具体的な研究課題>

- (1) 優れたファインケミカルズ (医薬品、薬理、生理活性物質、香料等) の全合成
- (2) 精密有機合成 (立体選択的不斉合成法の開発と応用)
- (3) 新しい化学酵素反応の開発と応用
- (4) 新しい機能性有機材料の開発と応用
- (5) 有機分子触媒による不斉有機反応の開発と生理活性物質合成への応用

### 【 主な研究成果 】

- (1)  $\beta$ -アミドアリルすずを用いた隣接ジカルボニル化合物に対する触媒的不斉アリル化反応は、光学活性な  $\alpha$ -メチレン- $\gamma$ -ブチロラクトン化合物を定量的かつほぼ完全なエナンチオ選択性にて合成する有用な手法である。我々は、これを  $\alpha$ -イミノアミドへと適用した光学活性  $\alpha$ -メチレン- $\gamma$ -ブチロラクタムの合成法について検討を試みた。(S)-BINOL 誘導体より調製したインジウム触媒と塩化亜鉛共存下 *M*-フェニル-ベンゾイルホルムアミドから誘導した  $\alpha$ -イミノアミドへのアミドアリル化反応を試みたところ、対応するホモアリルアミンが高収率かつ高エナンチオ選択的に生成した。さらに、この化合物に対し環化反応を行うことで、光学純度を維持しつつ対応する  $\alpha$ -メチレン- $\gamma$ -ブチロラクタムへと誘導できた。また、誘導体の X 線構造解析により、ホモアリルアミン生成物の絶対立体配置が *S* 体であることが明らかとなった。これまで我々は、 $\beta$ -アミドアリルすずによるカルボニル化合物のアリル化反応について検討を行い、キラルインジウム触媒によるアルデヒドへの付加反応が光学活性  $\alpha$ -メチレン- $\gamma$ -ブチロラクトンの合成に有効であることを明らかとした。また、この反応を隣接ジカルボニル化合物に対し適用することで、定量的かつほぼ完全なエナンチオ選択性にて抗腫瘍性スピロ型メチレンラクトンへ誘導できることも明らかにした。また、直近の研究成果では、本手法がイミド誘導体からの特異なスピロラクタムの合成においても適用でき、その過程において、 $ZnCl_2$  がアリル化を加速させる役割を果たすことを見出している。このような背景のもと、本研究では、 $\alpha$ -イミノアミドを基質とした触媒的不斉アミドアリル化反応につ

いて検討を行うとともに、得られた生成物から光学活性  $\alpha$ -メチレン- $\gamma$ -ブチロラクタムへの誘導化についても合わせて試みた。その結果、 $\alpha$ -イミノアミドと  $\beta$ -アミドアリルすずのアリル化反応において、キラル Lewis 酸触媒  $\text{InCl}_3/(\text{S})-3,3'-(\text{p-tolyl})_2\text{-BINOL}$  と反応促進剤  $\text{ZnCl}_2$  を用いることで、光学活性なホモアリルアミンを高エナンチオ選択的 (96% ee) に合成できた。この化合物に対する環化反応は、光学純度を低下させることなく進行し、 $\alpha$ -メチレン- $\gamma$ -ブチロラクタムを生成した。また、この化合物の単結晶 X 線構造解析の結果から、その前駆体であるホモアリルアミンの不斉中心は *S* 配置であることが明らかとなった。  
(*Organic & Biomolecular Chemistry*, 2017, 15, 320-323.)

- (2) これまで我々は、 $\beta$ -アミドアリルすずによるアルデヒドへのアリル化において、インジウム-pybox 触媒の使用により良好なエナンチオ選択性を発現することを見出した。さらに、このアリル付加体からの分子内環化で光学活性  $\alpha$ -メチレン- $\gamma$ -ブチロラクトンへの変換が可能であることも明らかにした。一方で、このアミドアリル化を、 $\alpha$ -ケトカルボニル化合物に適用した場合、極めて高い収率 (99%) かつほぼ完全なエナンチオ選択性 (99% ee) で  $\alpha$ -メチレン- $\gamma$ -ブチロラクトンへと誘導可能であることも明らかにしている。これらの手法は、簡便な処理により高度な不斉発現を実現できる点で合成的に有用であるものの、有機すず試薬を使用するため改良の余地が残る。そこで本研究では、アミドアリル化の環境調和型反応への改良を目的に、 $\beta$ -アミドアリルボロン酸エステルを開発するとともに、これを用いた触媒的不斉アリル化について検討した。その結果、触媒量のジエチル亜鉛とキラルアミノフェノール誘導体の使用により高エナンチオ選択的な合成が可能であることが明らかとなった。  
(*European Journal of Organic Chemistry* 2017, in press.)

#### 【今後の展開】

これまでのアルカロイド系生理活性天然物の化学合成を継続する。さらに化学酵素触媒反応の開発を行うとともに、新しく取り組んでいて興味深い骨格と有用な生理活性を持つテトラミン酸系の化学を発展させたい。

#### 【学術論文・著書】

- 1) Indium-catalysed Amide Allylation of  $\alpha$ -Iminoamide: Highly Enantioselective Synthesis of Amide Functionalised  $\alpha$ -Methylene- $\gamma$ -butyrolactams, Tetsuya Sengoku, Kana Kokubo, Masami Sakamoto, Masaki Takahashi and Hidemi Yoda, *Organic & Biomolecular Chemistry*, 2017, 15, 320-323.
- 2) Use of  $\beta$ -Amido Allylboronate as a Nucleophilic Reagent in Catalytic Enantioselective Addition to Isatins, Tetsuya Sengoku, Akihiro Sugiyama, Yuta Kamiya, Ryunosuke Maegawa, Masaki Takahashi and Hidemi Yoda, *European Journal of Organic Chemistry* 2017, in press.

#### 【国内学会発表件数】

- 1) 日本化学会第 96 春季年会 3 件
- 2) 2016 年光化学討論会 1 件
- 3) 第 45 回複素環化学討論会 2 件
- 4) 第 40 回電解技術討論会 1 件
- 5) 第 46 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会 1 1 件

#### 【特記事項等】

- 1) 有機合成化学協会 常任幹事
- 2) 複素環化学討論会 学生講演賞選考委員
- 3) 有機合成化学協会東海支部 VIP 賞、優秀賞選考委員
- 4) 企業専任技術アドバイザー

## 強相関係物質の単結晶育成と物性開拓

兼任・准教授 海老原 孝雄 (EBIHARA Takao)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当: 理学部 物理学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 物理学コース)  
専門分野: 固体電子物性  
e-mail address: ebihara.takao@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.sci.shizuoka.ac.jp/~phys/staffs/ebihara.html>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 海老原 孝雄

修士課程 : M2 (1名)、M1 (2名)

### 【 研究目標 】

我々は次世代の超伝導体や熱電材料等の設計指針を得るための学理を追求するため、強相関電子系化合物の単結晶を育成して電子状態を実験的に解明する。

- (1) 希土類金属間化合物の新規物質探索
- (2) 低温・強磁場・高圧等の極端条件を用いた新規物性探索
- (3) 強相関電子系化合物の電子状態解明

### 【 主な研究成果 】

- (1) CeAgSb<sub>2</sub> 純良単結晶を作成し、光電子分光測定により電子状態を詳細に観測した。(JPSJ **85** (2016) 114713)
- (2) 重い電子系反強磁性体典型物質 CeAl<sub>2</sub> の強磁場電位抵抗・比熱・磁化率測定を行なって、臨海磁場近傍での電子状態を詳細に観測した。(J. Phys.: Conf. Ser. **592** (2015) 012079.)

### 【 今後の展開 】

我々は様々な結晶育成手法を用いて良質の単結晶をえており、極端条件測定では外部機関との連携を取りながら電子状態研究を推進してきた。最近 4 鏡赤外線イメージング炉の運用を本格化させたおり、新たな結晶育成手法の開発とともに、純良単結晶を作成して電子状態研究をさらに進めていく。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Y. Saitoh, H Fujiwara, T. Yamaguchi, Y Nakatani, T. Mori, H. Fuchimoto, T. Kiss, A. Yasui, J. Miyawaki, S. Imada, H. Yamagami, T. Ebihara, A. Sekiyama: Electronic Structures of Ferromagnetic CeAgSb<sub>2</sub>: Soft X-ray Absorption, Magnetic Circular Dichroism, and Angle-Resolved Photoemission Spectroscopies, JPSJ **85** (2016) 114713.
- 2) T. Ebihara, M. Tsuchiya, Y. Saitoh, J. Jatmika, M. Tsujimoto, Y. Shimura, Y. Matsumoto and S. Nakatsuji, Specific heat and electrical resistivity at magnetic fields in antiferromagnetic heavy fermion CeAl<sub>2</sub>, Journal of Physics: Conference Series **807** (2017) 012011

【 国際会議発表件数 】

1) International conference on strongly correlated electron systems (2016.5.8-13)

【 国内学会発表件数 】

・ 日本物理学会 7 件



## 核融合炉システム中でのトリチウム挙動

兼担・准教授 大矢 恭久 (OYA Yasuhisa)  
環境・エネルギーシステム専攻 (主担当: 理学部 放射科学教育研究  
推進センター及び大学院総合科学技術研究科理学専攻 化学コース)  
専門分野: トリチウム理工学、核融合工学、放射化学  
e-mail address: oya.yasuhisa@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://fusion.sci.shizuoka.ac.jp/>



### 【 研究室組織 】

教 員 : 大矢 恭久  
研 究 員 : 周 啓来 (学術研究員)  
博士課程 : 宮澤 俊義 (創造科技院 D3、社会人)  
修士課程 : M2 (1名)、M1 (1名)  
学 部 生 : 2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する。  
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) 核融合炉環境下における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高エネルギー粒子照射等によりプラズマ対向壁であるタングステンに種々の照射欠陥が導入されるため、非照射材とはトリチウム滞留挙動が大きく異なる。そのため、種々の照射損傷を導入したタングステンにおける水素同位体滞留・透過挙動を明らかにするとともに、シミュレーションにより水素挙動メカニズムについて検討した。(Fusion Eng. Des., 113 (2016) 211-215., Nucl. Mater. Energy, 9 (2016) 84-88.)

#### (2) 酸化銅を用いたトリチウム回収効率評価に関する研究

実験装置から排出されるトリチウムガスを酸化銅を用いて効率的にトリチウム水にして回収するがその際のトリチウム除去効率を触媒温度、ガス流量をパラメータとして評価した。(Fusion Eng. Des., 113 (2016) 313-317.)

### 【 今後の展開 】

我々は核融合炉プラズマ対向壁中のトリチウム挙動を照射欠陥やヘリウム滞留及び炭素混合層形成等と関連づけて滞留・拡散・再放出を含めて評価し、そのメカニズムを明らかにすることを目標としている。今後、中性子照射や高エネルギーイオン照射により照射欠陥分布を考慮したタングステン中の滞留・透過挙動を系統的に明らかにし、トリチウム移行モデルを構築する計画である。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Satoshi Fukada, Yasuhisa Oya, Yuji Hatano, "Review of recent Japanese activities on tritium accountability in fusion reactors", Fusion Engineering and Design 113 (2016) 231-235.
- 2) Yasuhisa Oya, Yuji Hatano, Masashi Shimada, Dean Buchenauer, Robert Kolasinski, Brad Merrill, Sosuke Kondo, Tatsuya Hinoki, Vladimir Kh. Alimov, "Recent progress of hydrogen isotope behavior studies for neutron or heavy ion damaged W", Fusion Engineering and Design, 113 (2016) 211-215.
- 3) Cui Hu, Yuki Uemura, Kenta Yuyama, Hiroe Fujita, Shodai Sakurada, Keisuke Azuma, Akira Taguchi, Masanori Hara, Yuji Hatano, Takumi Chikada, Yasuhisa Oya, "Dependence of CuO particle size and diameter of reaction tubing on tritium recovery for tritium safety operation", Fusion Engineering and Design, 113 (2016) 313-317.

- 4) Hai-Shan Zhou, Yu-Ping Xu, Ning-Bo Sun, Ying-Chun Zhang, Yasuhisa Oya, Ming-Zhong Zhao, Hong-Min Mao, Fang Ding, Feng Liu, Guang-Nan Luo, EAST contributors, “Deuterium retention in molten salt electrodeposition tungsten coatings”, Fusion Engineering and Design, 113 (2016) 265-268.
- 5) Y. Hatano, K. Ami, V.Kh. Alimov, S. Kondo, T. Hinoki, T. Toyama, M. Fukuda, A. Hasegawa, K. Sugiyama, Y. Oya, M. Oyaidzu, T. Hayashi, “Deuterium retention in W and W-Re alloy irradiated with high energy Fe and W ions: Effects of irradiation temperature”, Nuclear Materials and Energy, 9 (2016) 93-97.
- 6) Y. Oya, H. Fujita, C. Hu, Y. Uemura, S. Sakurada, K. Yuyama, X. Li, Y. Hatano, N. Yoshida, H. Watanabe, Y. Nobuta, Y. Yamauchi, M. Tokitani, S. Masuzaki and T. Chikada, “Effect of impurity deposition layer formation on D retention in LHD plasma exposed W”, Nuclear Materials and Energy, 9 (2016) 84-88.
- 7) Takumi Chikada, Teruya Tanaka, Kenta Yuyama, Yuki Uemura, Shodai Sakurada, Hiroe Fujita, Xiao-Chun Li, Kanetsugu Isobe, Takumi Hayashi, Yasuhisa Oya, “Crystallization and deuterium permeation behaviors of yttrium oxide coating prepared by metal organic decomposition”, Nuclear Materials and Energy, 9 (2016) 529-534.
- 8) S. Sakurada, K. Yuyama, Y. Uemura, H. Fujita, C. Hu, T. Toyama, N. Yoshida, T. Hinoki, S. Kondo, M. Shimada, D. Buchenauer, T. Chikada, Y. Oya, “Annealing effects on deuterium retention behavior in damaged tungsten”, Nuclear Materials and Energy, 9 (2016) 141-144.
- 9) Cui Hu, Hiroe Fujita, Miyuki Yajima, Shodai Sakurada, Yuji Uemura, Keisuke Azuma, Masayuki Tokitani, Suguru Masuzaki, Naoaki Yoshida, Takumi Chikada, Yasuhisa Oya, “Influence of carbon-dominated layer on He retention in W exposed in LHD during 2014 plasma experimental campaign”, Fusion Engineering and Design, 112 (2016) 117-122.
- 10) Robert Kolasinski, Zak Fang, Raymond Friddle, Russell Doerner, Katsuyoshi Michibayashi, Bernice Mills, Dean Buchenauer, Chai Ren, Yasuhisa Oya, “High-flux plasma exposure of ultra-fine grain tungsten”, International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, 60 (2016) 28-36.
- 11) Dean A. Buchenauer, Richard A. Karnesky, Zhigang Zak Fang, Chai Ren, Yasuhisa Oya, Teppei Otsuka, Yuji Yamauchi, Josh A. Whaley, “Gas-driven permeation of deuterium through tungsten and tungsten alloys”, Fusion Engineering and Design, 109-111 (2016) 104-108.
- 12) Hiroe Fujita, Kenta Yuyama, Xiaochun Li, Yuji Hatano, Takeshi Toyama, Masayuki Ohta, Kentaro Ochiai, Naoaki Yoshida, Takumi Chikada and Yasuhisa Oya, “Effect of neutron energy and fluence on deuterium retention behaviour in neutron irradiated tungsten”, Physica Scripta, T167 (2016) 014067.
- 13) Yasuhisa Oya, Misaki Sato, Xiaochun Li, Kenta Yuyama, Hiroe Fujita, Shodai Sakurada, Yuki Uemura, Yuji Hatano, Naoaki Yoshida, Naoko Ashikawa, Akio Sagara and Takumi Chikada, “Impact of temperature during He+ implantation on deuterium retention in tungsten, tungsten with carbon deposit and tungsten carbide”, Physica Scripta, T167 (2016) 014037.
- 14) Yasuhisa Oya, Xiaochun Li, Misaki Sato, Kenta Yuyama, Makoto Oyaidzu, Takumi Hayashi, Toshihiko Yamanishi and Kenji Okuno, “Deuterium permeation behavior for damaged tungsten by ion implantation”, Journal of Nuclear Science and Technology, 53 (2016) 402-405.

【 国際会議発表件数 】

- 1) 11th International Conference on Tritium Science and Technology, (Tritium2016) “Development of H, D, T simultaneous TDS measurement system and H, D, T retention behavior for DT gas exposed tungsten installed in LHD plasma campaign”, USA, (2016.4)
- 他 6 件

【 国内学会発表件数 】

- ・ 日本原子力学会、プラズマ・核融合学会など 7 件

【 受賞・表彰 】

- 1) 藤田啓恵 (M2)、Young Researcher Award, 13th China-Japan Symposium on Materials for Advanced Energy Systems and Fission & Fusion Engineering (CJS-13) 「The damage depth profile effect on hydrogen isotope retention behavior in heavy ion irradiated tungsten」

## 人工放射性核種の環境動態

兼担・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

学士課程：B4 (2名)

### 【 研究目標 】

2011年3月に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故に関連し、農地の除染、農作物の安全性の確保、放射性廃棄物の減容化を目標としている。現在の主な課題は以下の通りである。

- (1) 農地、特に田の土壌の化学除染後のイネ生育への影響調査のための基礎的データの収集
- (2) 田の土壌の新規除染方法の開発
- (3) 放射性セシウムの農作物への移行抑制方法の検討

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 農地、特に田の土壌の化学除染後のイネ生育への影響調査のための基礎的データの収集

福島第一原発事故により放出された放射性セシウムの除染を行った際に影響を受けることが予想される生体必須元素その他の少量及び微量元素の挙動の基礎データを得ることを目的として、福島市内山間部の水田地帯において継続的に用水及び田水の採取を行い、PIXE分析法により微量元素の分析を行った。また、田の土壌及び出穂後のイネを採取し、土壌、イネの葉及び穂に含まれる微量元素の多元素同時分析を行った。これにより、当該地域における放射性セシウムの移行係数を求めるとともに、他のアルカリ金属やその他の元素の移行係数と比較することができた。

#### (2) 田の土壌の新規除染方法の開発

放射性セシウムにより汚染された水田土壌に、安定同位体セシウムを添加して稲作を行うと、土壌に固着した放射性セシウムと安定同位体との間の同位体イオン交換が起こり、イネへの放射性セシウムの吸収が増加した。しかし、玄米中の放射能濃度は基準値よりはるかに低く、このことから稲作を行いながら土壌除染ができる可能性が見いだされた。

#### (3) 放射性セシウムの農作物への移行抑制方法の検討

炭素化したペーパースラッジ (PSC) は多孔質であり、保水性や通気性に優れている。この性質を利用して原発事故由来の放射性セシウムの除去及び田畑土壌から農作物への放射性セシウムの移行抑制を目的とし、まず、炭素化したペーパースラッジの有効性を確認するために、水溶液中の Cs-137 の吸着実験を PSC について、また、PSC に重量比で 1% となるようにヘキサシアノ鉄 (II) 酸カリウムをしみ込ませて乾燥させた PFC-PSC について行った。その結果、PFC-PSC については、実験の濃度範囲内ではほぼ 100% のセシウムが吸着され、水溶液から高効

率で放射性セシウムを除去するために有用であることが示された。(J. Radioanal. Nucl. Chem., 308 (2016))

#### 【 今後の展開 】

当面の今後の研究展開としては、安定同位体セシ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) A. Van Tran and M. Yanaga, “Adsorption behavior of a carbonized paper sludge toward  $^{137}\text{Cs}$ ”, J. Radioanal. Nucl. Chem., 308 (2016) pp.857-863.
- 2) 大矢恭久編、瓜谷眞裕、大矢恭久、大吉崇文、岡田利晴、近田拓未、矢永誠人 共著、「放射線計測と安全取扱—Practice of Radiation measurements and safe handling—」、静岡学術出版 (2016.8) (執筆担当部分：第1章 サーベイメータの取扱法 pp.5~14、第4章 Ge 半導体検出器を用いた  $\gamma$  線スペクトロメトリー pp.34~37、Chapter 1 Radiation measurement using survey meters, pp. 80-87, Chapter 4 Usage and characteristics of high purity Ge (HP Ge) semiconductor detector, pp. 105-108) .

#### 【 国内学会発表件数 】

- 1) 矢永誠人、三好弘一、桧垣正吾、森 一幸、西澤邦秀、後藤祥子、世良耕一郎、「水田土壌およびイネの微量元素の分析(第2報)」、第22回 NMCC 共同利用研究成果発表会、2016. 5. 13~14、岩手医科大学附属循環器医療センター (盛岡市)。
- 2) 矢永誠人、三好弘一、桧垣正吾、森 一幸、西澤邦秀、後藤祥子、世良耕一郎、「イネ中の微量元素及び放射性セシウムの分析」、2016 日本放射化学会年会・第60回放射化学討論会、2016. 9. 10~12、新潟大学五十嵐キャンパス (新潟市)。
- 3) 矢永誠人、三好弘一、桧垣正吾、森 一幸、西澤邦秀、後藤祥子、世良耕一郎、「イネおよび田水中の微量元素の分析(III)」、第15回日本放射線安全管理学会、2016. 11. 30~12. 2、岡山大学津島キャンパス (岡山市)。

## 有機合成化学を基盤とした超分子集合体の創製

兼任・准教授 山中 正道 (YAMANAKA Masamichi)  
光・ナノ物質機能専攻 (主担当：理学部 化学科及び  
大学院総合科学技術研究科理学専攻 化学コース)  
専門分野： 有機合成化学、超分子化学  
e-mail address: yamanaka.masamichi@shizuoka.ac.jp  
homepage: <http://www.ipc.shizuoka.ac.jp/~smyaman/welcome.html>



### 【 研究室組織 】

教 員：山中 正道

修士課程：M2 (3名)、M1 (1名)

### 【 研究目標 】

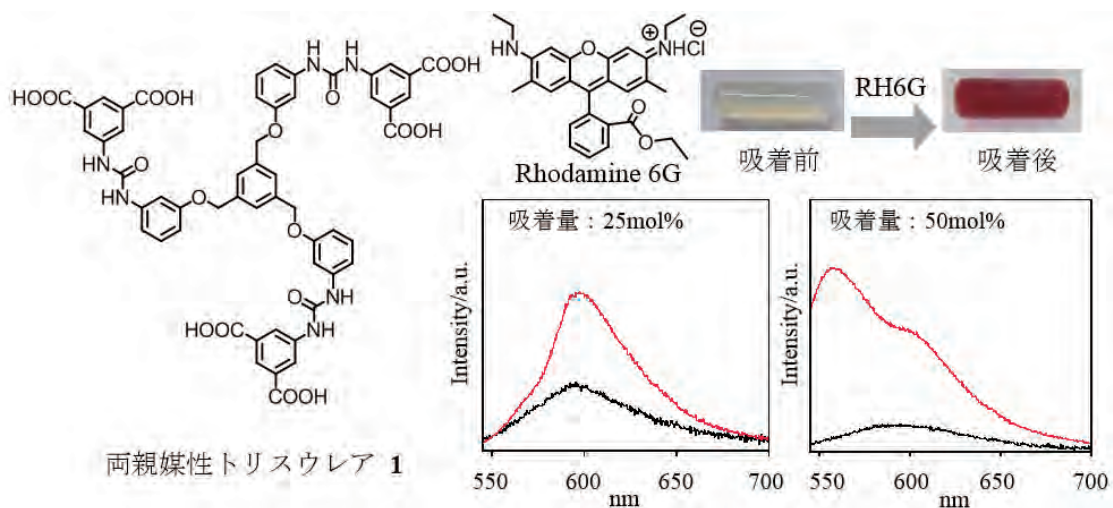
規格化された低分子化合物の自己集合による超分子集合体の創生は、ボトムアップ型ナノテクノロジーの重要な研究課題である。閉塞した超分子集合体は内部に空孔を有する超分子カプセル、発散した超分子集合体は超分子ポリマーを与え、これらは新規機能性材料としての多方面への応用が期待されている。我々は、有機合成化学を基盤とし、標的化合物の設計、合成による超分子集合体の構築に取り組んでおり、ゲスト分子の動的挙動の制御が可能な超分子カプセルの創生と、機能性低分子ゲル化剤化合物の開発を目指している。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 両親媒性トリスウレアの自己集合により形成する超分子ヒドロゲルの色素吸着

物質吸着は、有害物質の除去法として広く研究がなされてきた。低分子化合物の自己集合により形成する超分子ゲルにおいても、これまで色素分子などの吸着が報告されている。ところが、超分子ゲルによる分子吸着の報告例の多くは、低分子ゲル化剤に対して数%程度の吸着量に留まる。本研究では、両親媒性トリスウレア 1 より形成する超分子ヒドロゲルが、色素分子を効率的に吸着することを見出した。さらに、超分子ヒドロゲルへの色素分子吸着挙動を、種々の分光分析を用いて調査し、吸着のメカニズムを考察した。

両親媒性トリスウレア 1 より形成したゲルは、カチオン性色素分子ローダミン 6G (RH6G) を 1 に対して当モル量 (0.95 モル量) 吸着した。他のカチオン性色素も同様に、1 より形成したゲルに効率的に吸着された。吸着のメカニズムを調査するため、様々な量の RH6G を吸着した超分子ヒドロゲルを調整し、それらの蛍光スペクトルを測定した。RH6G を 0.25 モル量吸着したゲルでは、水溶液の RH6G (555 nm) とは異なる 600 nm に発光が観測された。一方、RH6G を 0.50 モル量吸着したゲルでは 600 nm に加え、555 nm にも発光が観測された。これらの結果から、吸着メカニズムを以下のように考察した。水溶液とは異なる発光波長を示すことから、RH6G はまず、ゲルを構成する繊維状集合体との相互作用により吸着される。この吸着が飽和すると、ゲル内の水中への吸着が進行する。その結果、水溶液中の RH6G と同じ 555 nm の発光が観測されるようになる。



### 【 今後の展開 】

さらなる高機能な超分子ゲルを開発する。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Effect of sodium dodecyl sulfate concentration on supramolecular gel electrophoresis, Shohei Tazawa, Kazuhiro Kobayashi, Masamichi Yamanaka, *ChemNanoMat*, 2016, 2, 423–425.
- 2) Development of  $C_3$ -symmetric tris-urea low-molecular-weight gelators, Masamichi Yamanaka, *The Chemical Record*, 2016, 16, 768–782.
- 3) 低分子ゲルの開発と応用（共著）、シーエムシー出版（2016）

### 【 国内学会発表件数 】

・ 日本化学会、基礎有機化学討論会、日本 MRS 年次大会、高分子討論会、など 16 件

### 【 招待講演件数 】

・ 第 47 回 中部化学関係学協会支部連合秋季大会など 4 件

## 先進エネルギーシステム用機能性材料研究開発

兼担・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: 先進エネルギー化学、核融合炉工学、放射化学  
e-mail address: chikada.takumi@shizuoka.ac.jp



### 【 研究室組織 】

教 員: 近田 拓未

修士課程: M1 (2名)

### 【 研究目標 】

環境・エネルギー問題解決の鍵となる先進エネルギープラントにおいては、水素を高温、高圧で利用する場面が多く存在する。このような環境では、水素は鉄鋼材料などに固溶し強度を低下させる水素脆化、また高温における透過漏洩による燃料損失といった、安全性や高効率性の懸念材料となりうる水素と材料の特殊な相互作用が発現する。そこで、構造材料やシステムを大幅に変えずに機能性被覆を施すことで水素脆化や透過漏洩を低減させる技術開発に取り組んでいる。具体的には、水素不透過性のセラミックス被覆を用いて、被覆中の詳細な水素透過メカニズムの解明を目標として研究を進めると同時に、水素透過低減性能に加えて、高温、強還元性、放射線環境などで要求される機能を発揮する耐環境性被覆を開発している。さらに、特に水素同位体の取り扱いが重要な核融合炉における三重水素 (トリチウム) の挙動解明に向けて、プラズマ対向材料およびブランケット材料中の水素同位体移行・滞留挙動の解析を進めている。

### 【 主な研究成果 】

#### (1) 水素透過低減被覆中の水素移行挙動に対する重イオン照射効果

核融合炉で想定される中性子照射損傷の模擬として、これまで多くの知見が蓄積されている酸化エルビウム被覆にタンデム加速器を用いて鉄イオンを照射し、微細構造分析と水素同位体透過挙動の関係について明らかにした。(Fusion Engineering and Design, in press, doi: 10.1016/j.fusengdes.2017.01.016)

#### (2) 実験およびモデリングによる多層構造被覆中の水素移行挙動の解明

多機能性の付与が期待される多層構造を有する水素透過低減被覆について、水素同位体透過試験、被覆中の水素濃度分布測定、および被覆結晶のモデル化を通して、多層構造中の水素同位体の挙動を明らかにした。(Fusion Engineering and Design, in press, doi: 10.1016/j.fusengdes.2017.03.123)

### 【 今後の展開 】

機能性被覆研究開発においては、これまで詳細な特性が明らかにされている酸化エルビウムに加えて、酸化イットリウム、酸化ジルコニウムといった金属酸化物やそれらを用いた多層構造を有する被覆についても作製と分析に取り組んでおり、水素同位体透過機構と並行して液体金属や熔融塩中の化学挙動を解明し、機能性被覆の先進エネルギープラントへの応用に向けた利用範囲の拡大に努めていく。

さらに、放射線照射環境下における核融合炉材料中の水素同位体透過挙動について、世界に先駆けて重要な物理現象が観測されており、その機構解明と新技術の検討を進める。

### 【 学術論文・著書 】

- 1) Jumpei Mochizuki, Seira Horikoshi, Yasuhisa Oya, Takumi Chikada, “Deuterium permeation behavior of tritium permeation barrier coating containing carbide nanoparticles”, Fusion Engineering and Design, in press (2017). doi: 10.1016/j.fusengdes.2017.03.154
- 2) Seira Horikoshi, Jumpei Mochizuki, Yasuhisa Oya, Takumi Chikada, “Deuterium permeation and retention behaviors in erbium oxide-iron multilayer coatings”, Fusion Engineering and Design, in press (2017). doi: 10.1016/j.fusengdes.2017.03.123
- 3) Takumi Chikada, Hikari Fujita, Moeki Matsunaga, Seira Horikoshi, Jumpei Mochizuki, Cui Hu, Freimut Koch, Masayuki Tokitani, Yoshimitsu Hishinuma, Kiyohiro Yabuuchi, Yasuhisa Oya, “Deuterium permeation behavior in iron-irradiated erbium oxide coating”, Fusion Engineering and Design, in press (2017). doi: 10.1016/j.fusengdes.2017.01.016
- 4) K. Katayama, Y. Someya, K. Tobita, S. Fukada, Y. Hatano, T. Chikada, “Influence of hydrogen addition to a sweep gas on tritium behavior in a blanket module containing Li<sub>2</sub>TiO<sub>3</sub> pebbles”, Fusion Engineering and Design 113 (2016) 221-226.
- 5) Wei Mao, Markus Wilde, Takumi Chikada, Shohei Ogura, Katsuyuki Fukutani, Takayuki Terai, Hiroyuki Matsuzaki, “Fabrication and Hydrogen Permeation Properties of Epitaxial Er<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Films Revealed by Nuclear Reaction Analysis”, Journal of Physical Chemistry C 120 (2016) 15147-15152.
- 6) Y. Oya, H. Fujita, C. Hu, Y. Uemura, S. Sakurada, K. Yuyama, X. Li, Y. Hatano, N. Yoshida, H. Watanabe, Y. Nobuta, Y. Yamauchi, M. Tokitani, S. Masuzaki, T. Chikada, “Effect of impurity deposition layer formation on D retention in LHD plasma exposed W”, Nuclear Materials and Energy 9 (2016) 84-88.
- 7) S. Sakurada, K. Yuyama, Y. Uemura, H. Fujita, C. Hu, T. Toyama, N. Yoshida, T. Hinoki, S. Kondo, M. Shimada, D. Buchenauer, T. Chikada, Y. Oya, “Annealing effects on deuterium retention behavior in damaged tungsten”, Nuclear Materials and Energy 9 (2016) 141-144.
- 8) Takumi Chikada, Teruya Tanaka, Kenta Yuyama, Yuki Uemura, Shodai Sakurada, Hiroe Fujita, Xiao-Chun Li, Kanetsugu Isobe, Takumi Hayashi, Yasuhisa Oya, “Crystallization and deuterium permeation behaviors of yttrium oxide coating prepared by metal organic decomposition”, Nuclear Materials and Energy 9 (2016) 529-534.
- 9) Cui Hu, Yuki Uemura, Kenta Yuyama, Hiroe Fujita, Shodai Sakurada, Keisuke Azuma, Akira Taguchi, Masanori Hara, Yuji Hatano, Takumi Chikada, Yasuhisa Oya, “Dependence of CuO particle size and diameter of reaction tubing on tritium recovery for tritium safety operation”, Fusion Engineering and Design 113 (2016) 313-317.

### 【 国際会議発表件数 】

- 1) 29th Symposium on Fusion Technology (2016.9.5-9)  
他 2 件

### 【 国内学会発表件数 】

- 1) プラズマ・核融合学会第 33 回年会、宮城県仙台市 (2016. 11. 30-12. 2)  
他 2 3 件

### 【 招待講演件数 】

- 1) Second International Workshop on Models and Data for Plasma-Material Interaction in Fusion Device
- 2) The Energy, Materials, and Nanotechnology Meeting on Energy and Sustainability 2016

### 【 受賞・表彰 】

- 1) 望月惇平 (M1)、日本原子力学会 2017 年春の年会 学生ポスターセッション アイディア賞  
「有機金属分解法で作製した酸化エルビウム-酸化ジルコニウム複合被覆中の重水素透過挙動」



## 5. 特別教育研究経費等

平成 28 年度教育研究推進特別経費及び特別研究経費で採択され、以下の通り実施した。

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 事業名     | 戦略的環境リーダー育成拠点形成<br>「生態系保存と人間の共生・共存社会の高度化設計に関する環境リーダー育成」                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| プロジェクトリーダー | 鈴木 款(環境サイエンス部門)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| サブリーダー     | カサレト ベアトリス (環境サイエンス部門)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 創造科学技術大学院  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 責任者        | 吉村 仁(環境・エネルギーシステム専攻長)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 配分額        | 教育研究推進特別経費 21,610 千円                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 実施組織       | 創造科学技術大学院事業担当教員、事業協力者(JICA、三菱商事、国連大学、いであ(株)、アースウオッチ、鹿島建設)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 事業計画期間     | 平成 22 年度～26 年度(文部科学省・JST 研究開発と社会改革の一体化予算と学長裁量経費:科学技術振興調整費)<br>平成 27 年度～29 年度 9 月 30 日(学長裁量経費:教育研究推進特別経費)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 概要         | アジア・アフリカ諸国においては、開発に伴う生態系の破壊や環境汚染、地球温暖化等による急激な環境変化(海面水位の上昇、異常気象等)により、社会システムが大きなダメージを受けている。生活や産業の成長の重要な基盤は、環境と生態系の安定的維持が不可欠である。プログラムは、3 年間の博士課程における特別研究指導、90 時間のフィールドの実習指導、環境マイスター取得に関連した環境リーダー関係の講義を英語で行うことにより国際的に活躍するリーダーを育成することを目的としている。さらに学生自身が実践的な英語力や企画力や技術解析能力を身につけるための英語での討論会や学生企画のセミナー・インターンシップ・国際シンポジウムでの発表等を実施する。                                                                                                                                                        |
| 進捗状況       | 28 年度は学内予算による継続である。予算の大部分は学生支援である。長期コースの学生(28 年度までに留学生 23 名、日本人 7 名)が環境リーダー事業に関係し博士の学位を取得し修了した。環境リーダーの学内の継続実施のため、入学者の試験等の実施専攻委員会を 6 月に実施した。環境マイスター授与に関係した授業である、地球環境システム工学論、物質循環論、海洋生態系論、気候変動と炭素循環、環境分析論、環境倫理等の科目の講義を英語で行った。「アジア・アフリカ環境プラットホーム」の構築・運営のため、環境リーダー修了生との交流を 11 月に東京で実施した。フェ科学大学と遠隔マーケティング講義システムを使用してセミナー等を継続して進めている。現場対応実践型のフィールド授業を実施した。主に国内で沖縄、藤枝での実習調査を実施した。環境調査、分析技術、環境 CSR、環境修復技術に関連する企業との連携による博士課程の学生の技術向上プログラムとして、三菱商事、いであ株式会社、鹿島建設で、インターンシップ実施し、学生と企業との交流を図った。 |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. 事業名     | <p><b>超領域分野における国際的若手人材育成プログラム</b><br/> <b>中東欧・ベンガル湾岸諸国学術機関との強調・連携による国際教育ハブの構築</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| プロジェクトリーダー | 脇谷 尚樹(ナノマテリアル部門)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 配分額        | 特別研究経費 14,310 千円<br>経費 4,000 千円(平成 28 年度)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 事業計画期間     | 平成 26 年度～28 年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 研究組織       | 創造科学技術大学院総務委員、超領域分野に関係する創造科学技術大学院の教員、事務補佐(2 名)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 目的         | 海外の連携大学、先端拠点大学との間の共同研究指導、共同教育(インターンシップ、セミナー、講義等)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人材を育成する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 実施状況       | <p>共同研究実績を有する国際共同研究組織の人的ネットワーク構築を促進するために、合計 53 件、派遣(41 名・253 日)、招聘(12 名・69 日)を実施した。</p> <p>ベンガル湾 7 カ国との教育研究連携の強化のためのプラットフォーム形成事業として、平成 29 年 3 月 6 日インド・インド工科大学ハイデラバード校(IIT-H)と大学間交流協定を締結した。</p> <p>研究を強化し、研究に基盤を置く国際化を推進する目的で国際シンポジウム「2017 International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University ～ Joint International Workshops on Advanced Nanovision Science / Advanced Green Science / Promotion of Global Young Researchers in Shizuoka University～」を、研究分野毎に、2 月静岡キャンパス 3 月浜松キャンパスにおいて開催した。同シンポジウムでは、『静岡大学における研究将来ビジョンとグローバル化ならびに次世代を担う研究者の育成』を共通のテーマとし、両日で合計 177 名が参加、海外から合計 29 名の研究者と学生を招へいし、静岡大学の研究力を示し、活発な研究・学生交流が促進され、グローバル人材育成教育を推進した。</p> <p>中東欧の協定校との国際会議「第 15 回 Inter-Academia 2016」が、ポーランドのワルシャワ工科大学で開催され、本学から 32 名の教員と学生を派遣した。3 日間を通して 40 件以上の口頭による研究発表、大学院生を中心とした若手発表者によるポスター及びショートプレゼンテーションが行われ、本プログラムは創造科学技術大学院生の発表を支援した。</p> <p>インドネシア大学との国際会議 The 3rd International Conference on Nano Electronics Research and Education(ICNERE2016)が、インドネシアで開催され、9 名の教員と学生を派遣した。</p> <p>アジアの協定校との国際会議インターアカデミア・アジア(IAA)第 3 回会議が、インド・チャンナイのスリ・ラマサミー・メモリアル(SRM)大学で開催され、本学学生 12 名を派遣した。</p> <p>DDP(ダブルディグリー)協定については、新たに 2 件、タラス・シャフチェン</p> |

コ大学(ウクライナ)と、ガジャ・マダ大学(インドネシア共和国)と覚書を締結した。平成 28 年度創造科学技術大学院に DDP 学生 3 名が入学、1 名が修了し学位を取得した。国際会議と国際シンポジウム開催時、修士・博士学生の招聘・派遣を実施し、修士・博士学生の発表を行った。

超領域研究推進において、浜松キャンパス開催の「超領域研究推進本部第 6 回国際シンポジウム」に、本プログラムより海外から研究者 2 名を招き、研究と教育の連携によるグローバル化に積極的な取り組みを実施した。

本プログラムの検証として、創造科学技術大学院総務委員会が運営の主体となり、全専攻を対象として、本プログラム専用ウェブサイトを平成 26 年に立ち上げを行っており、平成 28 年度も引き続き海外大学教員との交流や国際会議、国際シンポジウム開催勧告を随時ウェブサイトに掲載している。平成 28 年度は、「超領域分野における国際的若手人材育成プログラム－国際的に卓越した教育拠点機能の充実－平成 26 年～平成 27 年度特別研究経費プログラム(プロジェクト分)報告書」を作成し、本ウェブサイト(<http://gsst.shizuoka.ac.jp/torikumi/wakate/docs/f-report.pdf>)に公開した。

## 6. 学生教育研究活動支援

### (1) 学生公募プロジェクト助成申請一覧

| 専攻名      | 申請者氏名                  | 指導教員名 | プロジェクト研究名                                                                                                                                     |
|----------|------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ナノビジョン工学 | 梅原 直己                  | 原 和彦  | 抵抗加熱式CVD装置を用いたサファイア基板上への六方晶窒化ホウ素薄膜の作製とその高品質化                                                                                                  |
| ナノビジョン工学 | Keskinova Maria        | 原 和彦  | Search of novel silicate phosphors                                                                                                            |
| ナノビジョン工学 | 中川 央也                  | 青木 徹  | 化合物半導体を用いた中性子検出器の開発                                                                                                                           |
| ナノビジョン工学 | Yash Sharma            | 猪川 洋  | Quantum Efficiency Improvement for SOI MOSFET Single-Photon Detector                                                                          |
| ナノビジョン工学 | Mohamad Amin Al-Tabich | 川田 善正 | Imaging of ZnO crystal internal defects with 2-photon fluorescence microscopy                                                                 |
| ナノビジョン工学 | Anna Statsenko         | 川田 善正 | Laser trapping for elastic and dynamic analyses of biological cells                                                                           |
| ナノビジョン工学 | Hanulia Taras          | 川田 善正 | The measuring of lifetime fluorescence using enhance surface plasmon resonance in deep ultraviolet                                            |
| ナノビジョン工学 | Hu Rui                 | 永津 雅章 | DCアーク放電による官能基修飾金属ナノ微粒子のワンステップ合成法の開発                                                                                                           |
| ナノビジョン工学 | 山下 尚見                  | 池田 浩也 | ナノ構造における熱伝導測定技術の構築                                                                                                                            |
| ナノビジョン工学 | Veluswamy Pandiyarasan | 池田 浩也 | Fabrication of wearable thermoelectric device with UV Protection                                                                              |
| ナノビジョン工学 | 鈴木 悠平                  | 池田 浩也 | イオン注入法を用いたSiナノワイヤサーモパイルの作製とKFMを用いた熱電特性評価                                                                                                      |
| ナノビジョン工学 | Selvaraj Shanthi       | 池田 浩也 | Construction of a novel characterization technique of nanostructured thermoelectric materials for thermopile infrared photodetector           |
| ナノビジョン工学 | 木下 聖也                  | 井上 翼  | カーボンナノチューブの効率的合成法確立に向けたミスト触媒化学気相堆積法の新規開発                                                                                                      |
| ナノビジョン工学 | 鳥山 誠也                  | 小野 篤史 | ポリイミドフィルム内3次元銀ナノ配線作製技術の確立                                                                                                                     |
| 光・ナノ物質機能 | Md. Abul Kalam         | 三重野 哲 | Measurement of temperature variation of the anode during the production of single-walled carbon nanotubes by the bipolar arc discharge method |
| 光・ナノ物質機能 | S. M. Al Imran Hossain | 三重野 哲 | Production, analysis and applications of metal-particle-encapsulated carbon nanoparticles by the bipolar pulsed arc discharge method          |
| 光・ナノ物質機能 | Siarhei Barsukou       | 近藤 淳  | Investigation interaction shear surface acoustic wave with managed electroinduced domain structures                                           |
| 光・ナノ物質機能 | Debnath Nipa           | 脇谷 尚樹 | Preparation and characterization of spontaneously formed superlattice thin film using PLD                                                     |
| 光・ナノ物質機能 | 伊藤 大樹                  | 板垣 秀幸 | 体積相転移ゲルによる有害金属汚染水浄化システムの構築                                                                                                                    |
| 光・ナノ物質機能 | 佐野 匠                   | 板垣 秀幸 | 立体規則性ポリスチレンと有機・無機機能性分子との共結晶化機構解明に基づく新規高分子材料の開発                                                                                                |
| 光・ナノ物質機能 | 袁 佩玲                   | 立岡 浩一 | Synthesis of Si-based nanostructures by extraction of Ba atoms from BaSi <sub>2</sub>                                                         |

| 専攻名          | 申請者氏名                                     | 指導教員名 | プロジェクト研究名                                                                                                                                    |
|--------------|-------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 光・ナノ物質機能     | Mani Sabarinathan                         | 早川 泰弘 | Synthesis and characterization of MoS <sub>2</sub> nanostructures for photocatalytic applications                                            |
| 光・ナノ物質機能     | Tarini Murugesan                          | 早川 泰弘 | Investigation of SnO <sub>2</sub> nanostructures for application of dye sensitized solar cell                                                |
| 光・ナノ物質機能     | Santhana krishnan Harish                  | 早川 泰弘 | Synthesis of ZnO/TiO <sub>2</sub> core-shell nanostructures for the application in Dye-sensitized solar cell                                 |
| 光・ナノ物質機能     | Ibrahim Khaleelullah Mohamed Mathar Sahib | 早川 泰弘 | Synthesis of core-shell upconversion NaGdF <sub>4</sub> :Yb:Er@metal@NaGdF <sub>4</sub> :Y:Ho nanoparticles for multimodal imaging           |
| 光・ナノ物質機能     | Ramaraj Sankar ganesh                     | 早川 泰弘 | Efficient Carbonate doped TiO <sub>2</sub> mesoporous nanospheres for Dye sensitizer solar cells                                             |
| 光・ナノ物質機能     | 欧陽 東彦                                     | 平川 和貴 | がん治療用新規光増感剤による酵素活性阻害機構の解明                                                                                                                    |
| 光・ナノ物質機能     | 鈴木 研志                                     | 二又 裕之 | 微生物生態系における種の共存機構解明                                                                                                                           |
| 光・ナノ物質機能     | Albertus Bramantyo                        | 村上 健司 | Fabricating Perovskite Solar Cells on Zinc Oxide Nanorods Samples                                                                            |
| 光・ナノ物質機能     | Manoj Ranasinghe                          | 村上 健司 | Fabrication and mechanoluminescent property of novel organic-based mechanoluminescence thin film on Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> substrate |
| 光・ナノ物質機能     | Edvins Dauksta                            | 村上 健司 | Laser induced phase conversion from TiO <sub>2</sub> rutile to anatase                                                                       |
| 光・ナノ物質機能     | A.M.S.L.B. Attanayake                     | 村上 健司 | Preparation of aluminum doped zinc oxide nano rods using spray pyrolysis method and their applications on DSSCs.                             |
| 光・ナノ物質機能     | Subramanian Ramanathan                    | 李 洪譜  | Characterization of a phase-shifted helical long-period fiber grating based on its near-field diffraction pattern                            |
| 情報科学         | 荒井 大輔                                     | 西垣 正勝 | IoT/M2Mの本格普及を見据えた無線区間の輻輳制御技術に関する応用研究                                                                                                         |
| 情報科学         | 堀川 博史                                     | 西垣 正勝 | セキュリティ事故の再発を防止するための標準手順・標準手法(デルタ ISMS モデル)の確立に関する研究                                                                                          |
| 情報科学         | 藤田 真浩                                     | 西垣 正勝 | 人間の微細生体領域を利用した生体認証に関する研究                                                                                                                     |
| 情報科学         | 二村 和明                                     | 西垣 正勝 | IoTデバイスとクラウドサービスとを簡単に結びつけるためのミドルウェアの研究                                                                                                       |
| 情報科学         | 小野 佑樹                                     | 桑原 義彦 | マイクロ波マンモグラフィ                                                                                                                                 |
| 情報科学         | 山下 昭裕                                     | 峰野 博史 | 組込み型リアルタイム制御システムの高性能化方式の研究                                                                                                                   |
| 情報科学         | 尾崎 友哉                                     | 峰野 博史 | エネルギーマネジメントシステムの研究                                                                                                                           |
| 環境・エネルギーシステム | 村松 浩也                                     | 齋藤 隆之 | 超音波を用いた新規粒子分離・分級装置の開発                                                                                                                        |
| 環境・エネルギーシステム | Maica Krizna A. Gavina                    | 吉村 仁  | 変動環境に対する生物の適応進化                                                                                                                              |

| 専攻名          | 申請者氏名                  | 指導教員名                         | プロジェクト研究名                                                                                                                                                  |
|--------------|------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 環境・エネルギーシステム | Vu Manh Hung           | Casareto<br>Beatriz<br>Estela | Demersal zooplankton and their role in the food web of seagrass bed at Bise - Okinawa                                                                      |
| 環境・エネルギーシステム | Md. Shafiul Alam       | Casareto<br>Beatriz<br>Estela | Role of urea in marine nitrogen cycle and food web in Suruga Bay                                                                                           |
| 環境・エネルギーシステム | Laddawan Sangsawang    | Casareto<br>Beatriz<br>Estela | Expressing of microsporine-like amino acids (MAAs) in endolithic algae layer associated with <i>Porites</i> corals                                         |
| 環境・エネルギーシステム | Nguyen Duc The         | Casareto<br>Beatriz<br>Estela | Effect of predators on the bacteria communities associated with corals: looking of the possibility to transfer White Syndrome on <i>Montipora digitata</i> |
| 環境・エネルギーシステム | Kanwara Sangmanee      | Casareto<br>Beatriz<br>Estela | Grazing behavior of <i>Montipora digitata</i> on pico- and nano-phytoplankton in Sesoko lagoon, Okinawa                                                    |
| 環境・エネルギーシステム | 宮澤 俊義                  | 大矢 恭久                         | 緩歩動物クマムシのガンマ線による間接作用の効果                                                                                                                                    |
| 環境・エネルギーシステム | 松下 慎                   | 木村 浩之                         | 付加体の地下圏生物による窒素ガスおよび亜酸化窒素生成プロセスの解明                                                                                                                          |
| 環境・エネルギーシステム | 佐藤 悠                   | 木村 浩之                         | 昼夜で激しく温度変動する砂漠の塩湖や塩田から単離された好塩性アーキア <i>Haloarcula</i> 属菌株の温度適応戦略の解明                                                                                         |
| バイオサイエンス     | Muhammad Arifur Rahman | 丑丸 敬史                         | ヌクレオファジーにおける特異的核小体分解に機構の解析                                                                                                                                 |
| バイオサイエンス     | Md. Golam Mostofa      | 丑丸 敬史                         | rDNAがヌクレオファジーから逃避する機構の解析                                                                                                                                   |
| バイオサイエンス     | 松崎 信生                  | 河岸 洋和                         | フェアリーリング惹起物質の植物体内での代謝に関する化学的研究                                                                                                                             |
| バイオサイエンス     | 王 軍                    | 徳元 俊伸                         | 遺伝子変異メダカを用いたプロゲスチン膜受容体(mPR)の生理機能解析                                                                                                                         |
| バイオサイエンス     | Wanlada Klangnurak     | 徳元 俊伸                         | Investigation of ovulation inducing gene in Zebrafish                                                                                                      |
| バイオサイエンス     | Sabrina Sharmin        | 山崎 昌一                         | Mechanism for the translocation of antimicrobial peptide buforin II across lipid bilayer and its entry into <i>E. coli</i>                                 |
| バイオサイエンス     | Farliza Parvez         | 山崎 昌一                         | The mechanism of PGLa-induced pore formation in lipid membranes and in bacteria                                                                            |
| バイオサイエンス     | Hasan Moynul           | 山崎 昌一                         | Effects of mutation on magainin 2 induced pore formation in lipid membranes                                                                                |
| バイオサイエンス     | Liu Litong             | 茶山 和敏                         | マウス新生仔の腸内細菌叢形成に対するCCL28の役割に関する研究                                                                                                                           |

(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 | 福田 真大                                     | 川田 善正 | 2016.7.25  | Label-free cellular structure imaging with 82 nm lateral resolution using an electron-beam excitation-assisted optical microscope                                  | M. Fukuta, Y. Masuda, W. Inami, Y. Kawata                                                                            | Optics Express                 |
| ナノビジョン工学 | 望月 風太                                     | 川人 祥二 | 2016.2.19  | Single-event transient imaging with an ultra-high-speed temporally compressive multi-aperture CMOS image sensor                                                    | F. Mochizuki, K. Kagawa, S. Okihara, M-W. Seo, B. Zhang, T. Takasawa, K. Yasutomi, S. Kawahito                       | Optics Express                 |
| ナノビジョン工学 | Lioe De Xing                              | 川人 祥二 | 2016.4.13  | A Stimulated Raman Scattering CMOS Pixel Using a High-Speed Charge Modulator and Lock-in Amplifier                                                                 | D-X. Lioe, K. Mars, S. Kawahito, K. Yasutomi, K. Kagawa, T. Yamada, M. Hashimoto                                     | MDPI Sensors                   |
| ナノビジョン工学 | Tomy Abuzairi                             | 永津 雅章 | 2016.7.6   | Maskless localized patterning of biomolecules on carbon nanotube microarray functionalized by ultrafine atmospheric pressure plasma jet using biotin-avidin system | Tomy Abuzairi, Mitsuru Okada, Retno Wigajatri Purmaningsih, Nji Raden Poespawati, Futoshi Iwata, and Masaaki Nagatsu | Applied Physics Letters        |
| ナノビジョン工学 | Viswan Anchu                              | 永津 雅章 | 2016.6.30  | Surface modification of graphite-encapsulated iron nanoparticles by RF excited Ar/NH3 gas mixture plasma and their application to Escherichia coli capture         | Anchu Viswan, Han Chou, Kuniaki Sugiura, and Masaaki Nagatsu                                                         | J.Phys. D. Appls.              |
| ナノビジョン工学 | Hu Rui                                    | 永津 雅章 | 2016.7.4   | Copper induced hollow carbon nanospheres by arc discharge method: controlled synthesis and formation mechanism                                                     | Rui Hu, Mihai Alexandru Ciolan, Xiangke Wang, Masaaki Nagatsu                                                        | Nanotechnology 27              |
| 光・ナノ物質機能 | Harinarayan Das                           | 脇谷 尚樹 | 2016.2.8   | Impact of acidic catalyst to coat superparamagnetic magnesium ferrite nanoparticles with silica shell via sol-gel approach                                         | Harinarayan Das, Takashi Arai, Nipa Debnath, Naonori Sakamoto, Kazuo Shinozaki, Hisao Suzuki, Naoki Wakiya           | Advanced Powder Technology     |
| 光・ナノ物質機能 | 高木 裕太                                     | 小林 健二 | 2016.10.13 | Synthesis and Self-Assembly of Cyclic 2,7-Anthrylene Ethynylene 1,3-Phenylene Ethynylene Trimer with a Planar Conformation.                                        | Yuta Takaki, R. Ozawa, T. Kajitani, T. Fukushima, M. Mitsui, Kenji Kobayashi                                         | Chemistry – A European Journal |
| 光・ナノ物質機能 | Ibrahim Khaleelullah Mohamed Mathar Sahib | 早川 泰弘 | 2016.10.31 | Size controlled synthesis of silver sulfide nanostructures by multi-solvent thermal decomposition method                                                           | I K Mohamed Mathar Sahib, D. Thangaraju, Y. Masuda, W. Inami, Y. Kawata, and Y. Hayakawa                             | J. Crystal Growth              |

| 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 | Santhanakrishnan<br>Harish | 早川 泰弘 | 2016.9.13  | Enhanced visible light induced photocatalytic activity on the degradation of organic pollutants by SnO nanoparticle decorated hierarchical ZnO nanostructures                              | S.Harish, J.Archana, M.Navaneethan, A.Silambarasan, K.D.Nisha, S.Ponnusamy, C.Muthamizhchelvan, H.Ikeda, D.K.Aswal and Y.Hayakawa | RSC Advances                                 |
| 光・ナノ物質機能 | Natarajan<br>Prakash       | 早川 泰弘 | 2016.8.10  | UV-visible and near-infrared active NaGdF <sub>4</sub> :Yb:Er/Ag/TiO <sub>2</sub> nanocomposite for enhanced photocatalytic applications                                                   | Natarajan Prakash, Dheivasigamani Thangaraju, Rajan Karthikeyan, Mukannan Arivanandhan, Yosuke Shimura and Yasuhiro Hayakawa      | RSC Advances                                 |
| 光・ナノ物質機能 | Velu Nirmal<br>Kumar       | 早川 泰弘 | 2016.6.15  | Investigation of directionally solidified InGaSb ternary alloys from Ga and Sb faces of GaSb(111) under prolonged microgravity at the International Space Station                          | V. Nirmal Kumar, M. Arivanandhan, G. Rajesh, T.Koyama, Y. Momose, K. Sakata, T. Ozawa, Y. Okano, Y. Inatomi and Y. Hayakawa       | nature partner journal<br>- npj Microgravity |
| 光・ナノ物質機能 | Mani<br>Sabarinathan       | 早川 泰弘 | 2016.11.10 | Controlled exfoliation of monodispersed MoS <sub>2</sub> layered nanostructures by ligand-assisted hydrothermal approach for the realization of ultrafast degradation of organic pollutant | M.Sabarinathan, S. Harish, M. Navaneethan, J. Archana, H. Ikeda and Y. Hayakawa                                                   | RSC Advances                                 |
| 光・ナノ物質機能 | Ramaraj<br>Sankar Ganesh   | 早川 泰弘 | 2016.12.15 | Influence of Al doping on the structural, morphological, optical, and gas sensing properties of ZnO nanorods                                                                               | R. Sankar ganesh, M. Navaneethan, Ganesh Kumar Mani, S. Ponnusamy, K. Tsuchiya, C. Muthamizhchelvan, S. Kawasaki and Y. Hayakawa  | J. Alloys and<br>Compounds                   |
| 光・ナノ物質機能 | 欧陽 東彦                      | 平川 和貴 | 2016.5.3   | Tetrakis (N -methyl- <i>p</i> -pyridinio) porphyrin and its zinc complex can photosensitize damage of human serum albumin through electron transfer and singlet oxygen generation          | Dongyan Ouyang, Shiori Inoue, Shigetoshi Okazaki, and Kazutaka Hirakawa                                                           | Journal of Porphyrins<br>and Phthalocyanines |
| 情報科学     | 齊藤 智樹                      | 熊野 善介 | 2016.4.1   | A Look at Relationships (Part I): Supporting Theories of STEM Integrated Learning Environment in a Classroom - A Historical Approach                                                       | Tomoki Saito, Ilman Anwari, Lely Mutakinati, Yoshisuke Kumano                                                                     | K-12 STEM<br>Education                       |



| 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 | 村松 浩也                             | 齋藤 隆之 | 2015.12.6 | A novel particle separation technique using 20-kHz-order ultrasound irradiation in water                                                                           | Hiroya Muramatsu, Takayuki Saito                                                                                                                                   | Journal of Physics: Conference Series       |
| 環境・エネルギーシステム | Rabajante<br>Jomar Fajardo        | 吉村 仁  | 2016.3.4  | Host-parasite Red Queen dynamics with phase-locked rare genotypes                                                                                                  | Jomar F. Rabajante, Jerrold M. Tubay, Hiromu Ito, Takashi Uehara, Satoshi Kakishima, Satoru Morita, Jin Yoshimura, Dieter Ebert                                    | Science Advances                            |
| 環境・エネルギーシステム | Le Doan Dung                      | 塚越 哲  | 2016.3.22 | Ontogenetic changes of the maxillula in <i>Loxocoelha</i> (Crustacea, Ostracoda, Podocopida), with a description of a new species from the Okinawa Islands (Japan) | Le Doan Dung, Akira Tsukagoshi, Hayato Tanaka                                                                                                                      | Zoologischer Anzeiger                       |
| 環境・エネルギーシステム | 鈴木 溪                              | 二又 裕之 | 2016.2.10 | Comparison of electrochemical and microbiological characterization of microbial fuel cells equipped with SPEEK and Nafion membrane electrode assemblies            | Kei Suzuki, Rubaba Owen, Joann Mork, Hiroki Mochihara, Takuya Hosokawa, Hiroko Kubota, Hisatoshi Sakamoto, Atsunori Matsuda, Yosuke Tashiro, and Hiroyuki Futamata | J. Bioscience Bioeng                        |
| 環境・エネルギーシステム | 鈴木 研志                             | 二又 裕之 | 2016.8.2  | Draft genome sequence of <i>Pseudomonas</i> sp. LAB-08 isolated from trichloroethene contaminated aquifer soil                                                     | Kenshi Suzuki, Fatma A. A. Aziz, Yuma Inuzuka, Yosuke Tashiro, Hiroyuki Futamata                                                                                   | Genome Announcement                         |
| 環境・エネルギーシステム | 松下 慎                              | 木村 浩之 | 2016.7.8  | Regional variation of CH <sub>4</sub> and N <sub>2</sub> production processes in the deep aquifers of an accretionary prism                                        | Makoto Matsushita, Shugo Ishikawa, Kazushige Nagai, Yuichiro Hirata, Kunio Ozawa, Satoshi Mitsunobu, Hiroyuki Kimura                                               | Microbes and Environments                   |
| バイサイエンス      | Muhammad<br>Waliullah<br>Talukdar | 丑丸 敬史 | 2016.8.25 | Rim15 and Sch9 kinases are involved in induction of autophagic degradation of ribosomes in budding yeast                                                           | Talukdar Muhammad Waliullah, Akter MST Yeasmin, Atsuki Kaneko, Naoki Koike, Mashu Terasawa, Takaya Totsuka & Takashi Ushimaru                                      | Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry |
| バイサイエンス      | 邱 伟涛                              | 河岸 洋和 | 2016.9.29 | Plant growth regulators from the fruiting bodies of <i>Tricholoma flavovirens</i>                                                                                  | Qiu, W., Kobori, H., Wu, J., Choi - H., Hira, H., and Kawagishi, H.,                                                                                               | Biosci. Biotechnol. Biochem.                |

| 専攻名      | 投稿者名                 | 指導教員名 | 掲載(受理)年月日  | 論文名                                                                                                                                                                       | 著者名                                                                                                                                                                  | 雑誌名                          |
|----------|----------------------|-------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| バイオサイエンス | 松崎 信生                | 河岸 洋和 | 2016.7.4   | Plant growth regulatory compounds from the mushroom <i>Russula vinosa</i>                                                                                                 | Nobuo Matsuzaki, Jing Wu, Misaki Kawaide, Jae-Hoon Choi, Hirofumi Hirai, Hirokazu Kawagishi                                                                          | Mycoscience                  |
| バイオサイエンス | Mst. Afroza Akhter   | 徳元 俊伸 | 2016.1.23  | Generation of Transparent Zebrafish with Fluorescent Ovaries: a Living Visible Model for Reproductive Biology                                                             | Mst. Afroza Akhter, Ryo-ichi Kumagai, Shimi Rani Roy, Sanae Ii, Mika Tokumoto, Md. Babul Hossain, Jun Wang, Wanlada Klagnurak, Takehiro Miyazaki, Toshinobu Tokumoto | Zebrafish                    |
| バイオサイエンス | Shimi Rani Roy       | 徳元 俊伸 | 2016.12.8  | Characterization of membrane progesterin receptor $\alpha$ (mPR $\alpha$ ) of the medaka and role in the induction of oocyte maturation                                   | Shimi Rani Roy, Jun Wang, Md. Rubel Rana, Mikiko Nakashima, Toshinobu Tokumoto                                                                                       | Biomedical Research (Tokyo)  |
| バイオサイエンス | 中谷 昌央                | 轟 泰司  | 2016.6.13  | Synthesis and herbicidal activity of 3-[[[(hetero)aryl]methanesulfonyl]-4,5-dihydro-1,2-oxazole derivative]; Discovery of the novel pre-emergence herbicide pyroxasulfone | Masao Nakatani, Minoru Ito, Takumi Yoshimura, Masahiro Miyazaki, Ryohei Ueno, Hiroshi Kawasaki, Satoru Takahashi and Yasushi Todoroki                                | Journal of Pesticide Science |
| バイオサイエンス | Sabrina Sharmin      | 山崎 昌一 | 2016.7.15  | Effects of Lipid Composition on the Entry of Cell-Penetrating Peptide Oligoarginine into Single Vesicles                                                                  | Sabrina Sharmin, Md. Zahidul Islam, Sayem Mohammad Karal, Sayed Ul Alam Shibly, Dohra Hideo, and Masahito Yamazaki                                                   | Biochemistry                 |
| バイオサイエンス | Sayed Ul Alam Shibly | 山崎 昌一 | 2016.11.15 | Experimental Estimation of Membrane Tension Induced by Osmotic Pressure                                                                                                   | Sayed Ul Alam Shibly, Chiranjib Ghatak, Mohammad Abu Sayem Karal, Md. Moniruzzaman, and Masahito Yamazaki                                                            | Biophysical Journal          |

(3) 国際会議発表支援申請一覧

| 専攻名      | 発表者名             | 指導教員名 | 出張期間            | 国際会議名                                                                                                                                                                                                                            | 開催地                    | 発表題目                                                                                                                                                                                              |
|----------|------------------|-------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ナノビジョン工学 | 梅原 直己            | 原 和彦  | 2016.10.1～10.14 | 2016 International Workshop on Nitride Semiconductors (IWN 2016)                                                                                                                                                                 | Orlando, U.S.A         | Film Formation Process of Hexagonal Boron Nitride on a c-Plane Sapphire Substrate Grown by Low Pressure Chemical Vapor Deposition                                                                 |
| ナノビジョン工学 | 王 同喜             | 川人 祥二 | 2016.5.23～5.26  | 2016 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I <sup>2</sup> MTC 2016)                                                                                                                          | Taipei, Taiwan         | A Variable-Threshold Voltage Technique to Enhance the Linearity of Folding-Integration/Cyclic Cascaded ADCs                                                                                       |
| ナノビジョン工学 | Lioe De Xing     | 川人 祥二 | 2016.7.30～8.3   | The 2nd Taiwan and Japan Conference on Circuits and Systems (TJCAS 2016)                                                                                                                                                         | Tainan, Taiwan         | A Stimulated Raman Scattering CMOS Image Sensor Using a High-Speed Charge Modulator and Lock-in Amplifier                                                                                         |
| ナノビジョン工学 | Tomy Abuzairi    | 永津 雅章 | 2016.9.4～9.10   | 6 <sup>th</sup> International Conference on Plasma Medicine (ICPM6)                                                                                                                                                              | Bratislava, Slovakia   | Patterning of biomolecules onto carbon nanotube array via atmospheric pressure plasma jet                                                                                                         |
| ナノビジョン工学 | Lia Aprilia      | 三村 秀典 | 2016.10.29～11.3 | the 3rd International Conference on Nano Electronics Research Education 2016 (ICNERE 2016) and 8th International Conference on Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics System 2016 (EECCIS 2016) | Malang, Indonesia      | Response of Microcantilever Vibration Due to CO gas In Vacuum condition                                                                                                                           |
| 光・ナノ物質機能 | Siarhei Barsukou | 近藤 淳  | 2016.9.25～9.29  | 15th International Conference on Global Research and Education (Inter-Academia 2016)                                                                                                                                             | Warsaw, Poland         | Phononic crystals with domain structure induced by crossed electrodes                                                                                                                             |
| 光・ナノ物質機能 | Harinarayan Das  | 脇谷 尚樹 | 2016.5.21～5.27  | 2016 TechConnect World Innovation Conference, Expo and National Innovation Summit                                                                                                                                                | Washington D.C., U.S.A | Optimization of synthesis conditions to prepare desired shell thickness of superparamagnetic MgFe <sub>2</sub> O <sub>4</sub> @SiO <sub>2</sub> core-shell nanosphere for biomedical applications |
| 光・ナノ物質機能 | Debnath Nipa     | 脇谷 尚樹 | 2016.9.25～9.30  | 15th International Conference on Global Research and Education (Inter-Academia 2016)                                                                                                                                             | Warsaw, Poland         | Effect of in-situ magnetic field on structural and magnetic properties of manganese ferrite thin film grown by PLD technique                                                                      |

| 専攻名          | 発表者名  | 指導教員名 | 出張期間             | 国際会議名                                                                                   | 開催地               | 発表題目                                                                                                                                                                                                      |
|--------------|-------|-------|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 情報科学         | 藤田 真浩 | 西垣 正勝 | 2016.7.19～7.24   | HCI International 2016                                                                  | Toronto, Canada   | Implementation and initial evaluation of game in which password enhancement factor is embedded                                                                                                            |
| 情報科学         | 堀川 博史 | 西垣 正勝 | 2016.8.27～9.2    | International Workshop on Informatics (IWIN2016)                                        | Riga, Latvia      | Delta ISMS model to enhance company-wide information security management using accident database: The concept                                                                                             |
| 情報科学         | 奥村 仁一 | 熊野 善介 | 2016.10.19～10.23 | The International Science, Mathematics and Technology Education Conference (ISMTEC2016) | Bangkok, Thailand | An Action-Research on the Achievement of the Scientific and Engineering Processes at the High School Students in the Learning of the Embryonic Outbreak Experiment with PBL based on Bio-STEM Perspective |
| 情報科学         | 齊藤 智樹 | 熊野 善介 | 2016.10.18～10.23 | The International Science, Mathematics and Technology Education Conference (ISMTEC2016) | Bangkok, Thailand | Some Findings from the Students' Learning and Its Reflections through STEM Tour to Institutes and Corporations                                                                                            |
| 情報科学         | 高久 新吾 | 立蔵 洋介 | 2016.11.27～12.4  | 5th ASA/ASJ Joint Meeting                                                               | Honolulu, U.S.A   | Effect of hardening piano hammer felt on piano sound                                                                                                                                                      |
| 環境・エネルギーシステム | 鈴木 研志 | 二又 裕之 | 2016.8.16～8.31   | 16 <sup>th</sup> International Symposium on Microbial Ecology (ISME16)                  | Montreal, Canada  | Coexisting system in a synthetic microbial ecosystem                                                                                                                                                      |
| バイオサイエンス     | 三村 尚毅 | 轟 泰司  | 2016.6.21～6.25   | 22nd International Conference on Plant Growth Substances                                | Toronto, Canada   | Structure-based development of novel potent antagonists of soluble ABA receptors                                                                                                                          |

#### (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  | 六方晶BN薄膜の高品質化                        | ナビジョン工学  | 梅原 直己                    | 原 和彦    |
| 2  | 放射線検出器とその応用に関する研究                   | ナビジョン工学  | 中川 央也                    | 青木 徹    |
| 3  | 高分解能光学顕微鏡のための数値解析法の開発および実験による検証     | ナビジョン工学  | 福田 真大                    | 川田 善正   |
| 4  | 高分解能光学顕微鏡のための生物試料のマニピュレーション法の開発     | ナビジョン工学  | 益田 有里子                   | 川田 善正   |
| 5  | 全空乏化基板を用いたSOIピクセル量子線検出器に関する研究       | ナビジョン工学  | 亀濱 博紀                    | 川人 祥二   |
| 6  | 全空乏化基板SOIピクセルによるイベント駆動型量子線検出器に関する研究 | ナビジョン工学  | Sumeet Shrestha          | 川人 祥二   |
| 7  | 高近赤外感度高ダイナミックレンジイメージセンサに関する研究       | ナビジョン工学  | Lee Minho                | 川人 祥二   |
| 8  | イメージセンサ信号検出・変換回路に関する研究              | ナビジョン工学  | 王 同喜                     | 川人 祥二   |
| 9  | 赤外線イメージセンサのための共ドーブシリコンナノ構造材料の研究     | ナビジョン工学  | 鈴木 悠平                    | 池田 浩也   |
| 10 | シリコンナノワイヤ赤外線イメージセンサの研究              | ナビジョン工学  | Veluswamy Pandiyarasan   | 池田 浩也   |
| 11 | カーボンナノチューブ応用に向けた新規合成技術の開発           | ナビジョン工学  | 木下 聖也                    | 井上 翼    |
| 12 | 2光子励起光還元法による金属ナノ構造体作製手法の確立          | ナビジョン工学  | 鳥山 誠也                    | 小野 篤史   |
| 13 | 超高時間分解撮像デバイスに関する研究                  | ナビジョン工学  | Sivakumar Panneer Selvam | 香川 景一郎  |
| 14 | 新規ナノ粒子の合成と分析                        | 光・ナノ物質機能 | Hossain S M Al Imran     | 三重野 哲   |
| 15 | PLD法によるセラミックス薄膜の作製                  | 光・ナノ物質機能 | Debnath Nipa             | 脇谷 尚樹   |

| No | 研究プロジェクト等名                                   | 専攻名      | 氏名                          | RA受入教員名 |
|----|----------------------------------------------|----------|-----------------------------|---------|
| 16 | 体積相転移ゲルの内部構造解明と機能化                           | 光・ナノ物質機能 | 伊藤 大樹                       | 板垣 秀幸   |
| 17 | 有機薄膜における高次構造形成過程に関する研究                       | 光・ナノ物質機能 | 曇 艶                         | 久保野 敦史  |
| 18 | 大環状アントラセン6量体の合成と機能特性                         | 光・ナノ物質機能 | 高木 裕太                       | 小林 健二   |
| 19 | 色素吸着酸化亜鉛ナノ粒子を用いたフレキシブル色素増感太陽電池の高効率化          | 光・ナノ物質機能 | 張 亮                         | 昆野 昭則   |
| 20 | 熱電半導体への応用を目的としたシリサイド系ナノ構造の作製                 | 光・ナノ物質機能 | Yuan Peiling                | 立岡 浩一   |
| 21 | 色素増感太陽電池に関する研究                               | 光・ナノ物質機能 | Santhanakrishnan<br>Harish  | 早川 泰弘   |
| 22 | 光触媒の開発に関する研究                                 | 光・ナノ物質機能 | Natarajan Prakash           | 早川 泰弘   |
| 23 | 熱電材料の開発に関する研究                                | 光・ナノ物質機能 | Mani<br>Sabarinathan        | 早川 泰弘   |
| 24 | バイオイメーjingに関する研究                             | 光・ナノ物質機能 | Mohamed Mathar<br>Sahib I K | 早川 泰弘   |
| 25 | 低侵襲がん光治療技術の開発                                | 光・ナノ物質機能 | 欧陽 東彦                       | 平川 和貴   |
| 26 | 金属材料設計のための原子間相互作用計算プログラムの開発と合金系への応用          | 光・ナノ物質機能 | 劉 暢                         | 藤間 信久   |
| 27 | ナノ構造金属酸化膜の形成とその応用に関する研究                      | 光・ナノ物質機能 | A.M.S.L.B.<br>Attanakyake   | 村上 健司   |
| 28 | ナノ構造透明導電層の開発と色素増感太陽電池への応用                    | 光・ナノ物質機能 | H.M.U.G. Ajith<br>Bandara   | 村上 健司   |
| 29 | 有機応力発光材料の開発と応用                               | 光・ナノ物質機能 | Manoj Ranasinghe            | 村上 健司   |
| 30 | As-S(Se) ナノファイバを用いた螺旋状長周期ファイバグレーティングの開発とその応用 | 光・ナノ物質機能 | Subramanian<br>Ramanathan   | 李 洪譜    |

| No | 研究プロジェクト等名                             | 専攻名      | 氏名               | RA受入教員名          |
|----|----------------------------------------|----------|------------------|------------------|
| 31 | 光ナノファイバによる全光学的信号処理及び高感度センシングデバイスへの応用   | 光・ナノ物質機能 | 王 鵬              | 李 洪譜             |
| 32 | 光誘起電子移動反応における電荷分離状態の構造と電子的相互作用の解析      | 光・ナノ物質機能 | 婦木 正明            | 小堀 康博<br>(関根 理香) |
| 33 | 違和感画像CAPTCHA:3DCGを用いた究極のチューリングテストとその応用 | 情報科学     | 藤田 真浩            | 西垣 正勝            |
| 34 | STEM教育の欧米における実証的調査研究と日本でのモデル開発研究       | 情報科学     | 齊藤 智樹            | 熊野 善介            |
| 35 | STEM教育の欧米における実証的調査研究と日本でのモデル開発研究       | 情報科学     | 坂田 尚子            | 熊野 善介            |
| 36 | デバッグ手法の学習支援に関する研究                      | 情報科学     | 山本 頼弥            | 小西 達裕            |
| 37 | 時相認識論理のモデル論の構築                         | 情報科学     | 矢崎 大志            | 鈴木 信行            |
| 38 | HAIにおけるエージェンシー認知解析プロジェクト               | 情報科学     | Ellina Rienovita | 竹内 勇剛            |
| 39 | HAIにおけるエージェンシー認知解析プロジェクト               | 情報科学     | 坂本 孝丈            | 竹内 勇剛            |
| 40 | HAIにおけるエージェンシー認知解析プロジェクト               | 情報科学     | 吉岡 源太            | 竹内 勇剛            |
| 41 | マルチモーダル認知症コーパスに関する研究                   | 情報科学     | 神谷 直輝            | 竹林 洋一            |
| 42 | 非線形関数微分方程式の初期値問題に対する適切性について            | 情報科学     | 佐野 弘貴            | 田中 直樹            |
| 43 | バングラデシュの救急医療のためのシステム開発                 | 情報科学     | Das Pratap       | 前田 恭伸            |
| 44 | 対数型美的曲線によるパラメトリックデザイン                  | 情報科学     | 鈴木 晶             | 三浦 憲二郎           |
| 45 | 遅延フィードバック制御による安定化の仕組みの解明               | 情報科学     | 横井 伸行            | 宮崎 倫子            |

| No | 研究プロジェクト等名                                 | 専攻名          | 氏名                        | RA受入教員名                 |
|----|--------------------------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------|
| 46 | 認知症ケア高度化に向けた介護スタッフと家族の気づきを促す多職種連携システムの開発   | 情報科学         | 柴田 健一                     | 桐山 伸也                   |
| 47 | スパイクトラフィックを抑える次世代M2M通信制御アーキテクチャの確立         | 情報科学         | Chinchu Viswan            | 峰野 博史                   |
| 48 | 好塩性アーキアの脱窒遺伝子クラスター中に存在する機能未知遺伝子に関する研究      | 環境・エネルギーシステム | 荒木 琢磨                     | 藤原 健智                   |
| 49 | 生物進化の個体ベースシミュレーション                         | 環境・エネルギーシステム | Maica Krizna Areja Gavina | 吉村 仁                    |
| 50 | 環境ストレス(温暖化・海洋酸性化等)による生態系ストレス因子の探索と解明       | 環境・エネルギーシステム | Nguyen Duc The            | Casareto Beatriz Estela |
| 51 | サンゴ礁におけるピコ・ナノプランクトンの食物網での役割解明と有機物・栄養塩循環の解明 | 環境・エネルギーシステム | Sangmanee Kanwara         | Casareto Beatriz Estela |
| 52 | ナノ流体および磁性流体の伝熱特性に関する研究                     | 環境・エネルギーシステム | 張 文浩                      | 中山 顕                    |
| 53 | 内部改質方式固体電解質形燃料電池用の炭素析出耐性電極に関する研究           | 環境・エネルギーシステム | 川崎 亘                      | 福原 長寿                   |
| 54 | バイオミネラリゼーションに基づく新規有用物質生成に関する研究             | 環境・エネルギーシステム | 鈴木 溪                      | 二又 裕之                   |
| 55 | 微生物生態系における動的平衡機構の解明                        | 環境・エネルギーシステム | 鈴木 研志                     | 二又 裕之                   |
| 56 | 陸水湖沼の水質汚濁の原因解明と有効な対策立案を行うための方法論の確立を目指す     | 環境・エネルギーシステム | 余 倩                       | 二又 裕之                   |
| 57 | マイクロブーディン応力計による地質応力解析                      | 環境・エネルギーシステム | 松村 太郎次郎                   | 増田 俊明                   |
| 58 | 異なるスケールでの植物生理と反射特性に関する研究                   | 環境・エネルギーシステム | Gu Daxing                 | 王 権                     |
| 59 | 土壌呼吸に関する研究                                 | 環境・エネルギーシステム | 劉 剛                       | 王 権                     |
| 60 | 温度変動に適応する好塩性アーキアの生理・生態学的研究                 | 環境・エネルギーシステム | 佐藤 悠                      | 木村 浩之                   |



| No | 研究プロジェクト等名                                         | 専攻名          | 氏名                | RA受入教員名          |
|----|----------------------------------------------------|--------------|-------------------|------------------|
| 61 | 地下圏微生物によるメタン生成および脱窒、物質循環に関する研究                     | 環境・エネルギーシステム | 松下 慎              | 木村 浩之            |
| 62 | 植物病原Pseudomonas属細菌の分類同定と特性評価                       | バイオサイエンス     | 達 瑞枝              | 瀧川 雄一            |
| 63 | フェアリーリング惹起物質の生合成過程を解明する。                           | バイオサイエンス     | 松崎 信生             | 河岸 洋和            |
| 64 | 死産の思想・文化的背景を踏まえたケア理論の構築                            | バイオサイエンス     | 河端 久美子            | 竹之内 裕文           |
| 65 | 遺伝子変異メダカを用いたプロゲスチン膜受容体(mPR)の機能解析                   | バイオサイエンス     | 王 軍               | 徳元 俊伸            |
| 66 | TILLING法によるプロゲスチン膜受容体(mPR)サブタイプ群の遺伝子変異メダカ系統の樹立     | バイオサイエンス     | Shimi Rani Roy    | 徳元 俊伸            |
| 67 | アブシジン酸の細胞質受容体PYLの阻害剤を用いた化学遺伝学的手法による膜局在アブシジン酸受容体の探索 | バイオサイエンス     | 三村 尚毅             | 轟 泰司             |
| 68 | 大腸発酵と回腸ブレーキによる食欲調節機構に関する研究                         | バイオサイエンス     | 源田 知美             | 森田 達也            |
| 69 | 難消化性縮合糖の脂質・糖質代謝への影響に関する研究                          | バイオサイエンス     | 近藤 位旨             | 森田 達也            |
| 70 | 細胞透過ペプチドと生体膜の相互作用の研究                               | バイオサイエンス     | Md. Moniruzzaman  | 山崎 昌一            |
| 71 | 抗菌ペプチドと生体膜の相互作用の研究                                 | バイオサイエンス     | Farliza Parvez    | 山崎 昌一            |
| 72 | 巨大リポソームの力学特性とその膜機能に対する効果の研究                        | バイオサイエンス     | Sayed Shibly Alam | 山崎 昌一            |
| 73 | アカハライモリにおけるBCNEセンターの存在の証明と機能解析                     | バイオサイエンス     | 古川 知世             | 黒田 裕樹<br>(塩尻 信義) |
| 74 | 新生児の成長及び免疫機能発達に対する乳汁中免疫情報伝達物質の役割                   | バイオサイエンス     | Liu Litong        | 茶山 和敏            |
| 75 | ワサビ軟腐病菌とその溶菌性バクテリオファージの特性解析                        | バイオサイエンス     | 柏原 美紗子            | 平田 久笑<br>(瀧川 雄一) |

#### (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  | 3D画像センサの開発(Phase III)                                   | ナビジョン工学  | Lee Sang Gwon           | 川人 祥二   |
| 2  | ウェアラブル熱電発電材料の研究                                         | ナビジョン工学  | Khan Faizan             | 池田 浩也   |
| 3  | 螺旋状ファイバグレインティングによる全光学的信号処理及び高感度センシングデバイスへの応用            | 光・ナノ物質機能 | 朱 程亮                    | 李 洪譜    |
| 4  | リチウムイオン二次電池における高エネルギー密度を持つ正極活物質の合成と物性評価                 | 光・ナノ物質機能 | 木村 憲尚                   | 富田 靖正   |
| 5  | 1. 静岡STEMジュニアプロジェクト 2. インドネシア・日本およびアメリカにおける次世代型STEM教育研究 | 情報科学     | Lely Mutakinati         | 熊野 善介   |
| 6  | 環境ストレスがエピジェネティック作用に及ぼす影響に関する研究                          | バイオサイエンス | Sapon Md. Ashrafuzzaman | 山内 清志   |
| 7  | 高免疫応答型多価ウイルス様粒子を用いた原虫感染症治療用ワクチン開発基盤技術の構築                | バイオサイエンス | Suhaimi Noor Hamizah    | 朴 龍洙    |
| 8  | ホルモン合成の分子機構および内分泌腺の新機能                                  | バイオサイエンス | 坂本 丞                    | 鈴木 雅一   |

## 7. 主催・共催シンポジウム等

### (1)第 15 回インターアカデミア(Inter-Academia 2016)国際会議

“The 15th International Conference on Global Research and Education”

日時 平成 28 年 9 月 26 日～28 日

場所 ワルシャワ工科大学 ポーランド

世話人 静岡大学インターアカデミア実行委員会

分野 工学・情報系分野

参加者 副学長、木村雅和理事(研究・社会産学連携担当)をはじめ教職員、博士課程・修士課程学生・ポスドクなどの若手研究者 44 名を含む、海外の教員・研究者、博士課程学生、企業の研究者・技術者など 140 名

### (2)2017 International Symposium toward the Future of Advanced Researches in Shizuoka University

～Joint International Workshops on Advanced Nanovision Science / Advanced Green Science / Promotion of Global Young Researchers in Shizuoka University～ 国際シンポジウム

共催 創造科学技術大学院 電子工学研究所 グリーン科学技術研究所

日時 平成 29 年 2 月 27 日

場所 静岡大学 静岡キャンパス 農学総合棟 306・309 号室

世話人 三部局共催国際シンポジウム静岡実行委員会

分野 Energy and Environment, Food and Nutrition, Green Science and Technology, Nano Biotechnology

参加者 副学長、木村雅和理事(研究・社会産学連携担当)をはじめ教職員・学生合計 103 名参加 (海外からの参加 25 人含む)

日時 平成 29 年 3 月 8 日

場所 静岡大学 浜松キャンパス S-port 3階 大会議室

世話人 三部局共催国際シンポジウム浜松実行委員会

分野 Imaging, Nanomaterials、Information Science を中心とする分野

参加者 副学長、木村雅和理事(研究・社会産学連携担当)をはじめ教職員・学生合計 74 名参加 (海外からの参加 3 名含む)

## 8. 大学間交流協定等

(1) インド工科大学ハイデラバード校 (IITH) との大学間交流協定締結 (平成 29 年 2 月 27 日)

(2) ガジャ・マダ大学 (インドネシア) とのダブルディグリープログラム (DDP) 覚書締結 (平成 29 年 3 月 6 日)



# 資 料 編



## 1. 入学状況

大学院自然科学系教育部

| 専攻名          | 区分    | 一般 | 社会人 | 私費留学生 | 国費留学生 | 合計 |
|--------------|-------|----|-----|-------|-------|----|
| ナノビジョン工学     | 4月入学  | 5  | 1   | 0     | 0     | 6  |
|              | 10月入学 | 0  | 1   | 4     | 3     | 8  |
|              | 計     | 5  | 2   | 4     | 3     | 14 |
| 光・ナノ物質機能     | 4月入学  | 1  | 0   | 2     | 0     | 3  |
|              | 10月入学 | 1  | 0   | 1     | 4     | 6  |
|              | 計     | 2  | 0   | 3     | 4     | 9  |
| 情報科学         | 4月入学  | 5  | 3   | 0     | 0     | 8  |
|              | 10月入学 | 0  | 1   | 0     | 0     | 1  |
|              | 計     | 5  | 4   | 0     | 0     | 9  |
| 環境・エネルギーシステム | 4月入学  | 0  | 0   | 4     | 0     | 4  |
|              | 10月入学 | 0  | 1   | 1     | 0     | 2  |
|              | 計     | 0  | 1   | 5     | 0     | 6  |
| バイオサイエンス     | 4月入学  | 3  | 0   | 0     | 0     | 3  |
|              | 10月入学 | 0  | 0   | 1     | 1     | 2  |
|              | 計     | 3  | 0   | 1     | 1     | 5  |
| 合 計          |       | 15 | 7   | 13    | 8     | 43 |



2. 競争的資金獲得状況  
(1) 科学研究費補助金

| 研究種目                 | 研究代表者       |     |       | 交付(予定)額    |            |            |            | 研究課題名                                     |        |
|----------------------|-------------|-----|-------|------------|------------|------------|------------|-------------------------------------------|--------|
|                      | 所属          | 職名  | 氏名    | 平成28年度     |            | 平成29年度     |            |                                           | 平成30年度 |
|                      |             |     |       | 直接経費       | 間接経費       | 直接経費       | 間接経費       |                                           | 直接経費   |
| 新学術領域研究<br>(研究領域提案型) | 電子工学研究所     | 教授  | 川人 祥二 | 15,300,000 | 4,590,000  | 13,100,000 | 0          | SOI技術を用いた極低ノイズ・高速イメージングデバイスの研究            |        |
| 新学術領域研究<br>(研究領域提案型) | 教育学部        | 教授  | 鳥居 肇  | 2,600,000  | 780,000    | 2,600,000  | 0          | 水とイオンと生体関連分子の複合相互作用系における構造形成・動的挙動とスペクトル   |        |
| 新学術領域研究<br>(研究領域提案型) | 農学部         | 准教授 | 大西 利幸 | 3,900,000  | 1,170,000  | 3,900,000  | 0          | 動物ステロイドホルモンが制御する植物の性分化ロジックの解明             |        |
| 新学術領域研究<br>(研究領域提案型) | 工学部         | 准教授 | 小野 篤史 | 5,500,000  | 1,650,000  | 6,200,000  | 0          | ワイドレンジプラズマモンフィルタ実装SOIPIXセリサによる可視近赤外イメージング |        |
| 基盤研究(S)              | 電子工学研究所     | 教授  | 川人 祥二 | 29,600,000 | 8,880,000  | 14,500,000 | 0          | ラテラル電界制御電荷変調素子による超高時間分解撮像デバイスと応用開発        |        |
| 基盤研究(S)              | 理学部         | 教授  | 道林 克禎 | 46,700,000 | 14,010,000 | 36,500,000 | 20,300,000 | 最上部マントルの構造とモホ面の形成過程の研究～海と陸からのアプローチ～       |        |
| 基盤研究(A)              | 創造科学技術大学院   | 教授  | 吉村 仁  | 6,000,000  | 1,800,000  | 5,700,000  | 5,200,000  | 周期生物の進化メカニズム                              |        |
| 基盤研究(A)              | 情報学部        | 教授  | 大島 純  | 8,900,000  | 2,670,000  | 6,500,000  | 8,800,000  | アクティブラーニングの形成的評価ツールの開発と検証                 |        |
| 基盤研究(A)              | 電子工学研究所     | 教授  | 小野 行徳 | 19,500,000 | 5,850,000  | 7,000,000  | 5,300,000  | シリコン中のドーパント原子を用いた単一フォトン制御                 |        |
| 基盤研究(A)              | 理学部         | 教授  | 加藤 憲二 | 7,500,000  | 2,250,000  | 4,700,000  | 0          | ロシアにおける放射性核種の地下水の挙動解析と拡散予測シミュレーションモデルの構築  |        |
| 基盤研究(A)              | グリーン科学技術研究所 | 教授  | 河岸 洋和 | 11,700,000 | 3,510,000  | 9,500,000  | 9,600,000  | 高等菌類の子実体発生物質の解明と応用展開                      |        |
| 基盤研究(A)              | グリーン科学技術研究所 | 教授  | 齋藤 隆之 | 4,900,000  | 1,470,000  | 3,700,000  | 0          | 高時間分解計測による超音波キャビテーションの時間領域での解明と粒子分級への応用   |        |

| 研究種目    | 研究代表者       |    |       | 交付(予定)額    |           |           |           |                                          | 研究課題名 |
|---------|-------------|----|-------|------------|-----------|-----------|-----------|------------------------------------------|-------|
|         | 所属          | 職名 | 氏名    | 平成28年度     |           | 平成29年度    | 平成30年度    |                                          |       |
|         |             |    |       | 直接経費       | 間接経費      |           |           | 直接経費                                     |       |
| 基盤研究(A) | 電子工学研究所     | 教授 | 永津 雅章 | 6,200,000  | 1,860,000 | 0         | 0         | 高選択性ウイルス検出システム開発のための先進的バイオ・プラズマ融合科学の基盤創成 |       |
| 基盤研究(A) | 工学部         | 教授 | 能見 公博 | 11,200,000 | 3,360,000 | 8,300,000 | 2,800,000 | 超小型衛星の宇宙実験による軌道上における宇宙エレベータの運動解析         |       |
| 基盤研究(A) | グリーン科学技術研究所 | 教授 | 朴 龍洙  | 7,600,000  | 2,280,000 | 7,900,000 | 7,900,000 | 高免疫応答型多価ウイルス様粒子を用いた原虫感染症治療用ワクチン開発基盤技術の構築 |       |
| 基盤研究(A) | 情報学部        | 教授 | 宮崎 真  | 10,700,000 | 3,210,000 | 8,400,000 | 8,100,000 | 変動性判断の神経機序－変動ある環境を克服する脳の仕組みの探究－          |       |
| 基盤研究(B) | 創造科学技術大学院   | 教授 | 西垣 正勝 | 2,500,000  | 750,000   | 2,500,000 | 0         | 遠和感画像CAPTCHA:3DCGを用いた究極のチューリングテストとその応用   |       |
| 基盤研究(B) | 創造科学技術大学院   | 教授 | 廣本 宣久 | 4,800,000  | 1,440,000 | 4,600,000 | 0         | 微細メソッド構造を用いた高感度アンテナ結合テラヘルツボロメータの研究       |       |
| 基盤研究(B) | 創造科学技術大学院   | 教授 | 吉村 仁  | 3,300,000  | 990,000   | 3,000,000 | 3,000,000 | 不確定な環境での動的行動の最適化とゲーム理論への拡張               |       |
| 基盤研究(B) | 創造科学技術大学院   | 教授 | 脇谷 尚樹 | 2,700,000  | 810,000   | 2,100,000 | 0         | 磁場印加PLD法による半導体/絶縁体超格子薄膜の自発的生成と巨大熱電特性     |       |
| 基盤研究(B) | 理学部         | 教授 | 浅芝 秀人 | 2,700,000  | 810,000   | 2,200,000 | 0         | 導来圏を中心とする環論・表現論の多角的研究                    |       |
| 基盤研究(B) | 工学部         | 教授 | 岩田 太  | 2,100,000  | 630,000   | 0         | 0         | ナノスケールプラズマジェット照射可能なプローブ顕微鏡微細加工システムの開発    |       |
| 基盤研究(B) | 工学部         | 教授 | 江上 力  | 3,200,000  | 960,000   | 2,900,000 | 2,400,000 | 超解像ベクトリアル偏光干渉レーザー顕微鏡による微粒子イメージング         |       |
| 基盤研究(B) | 電子工学研究所     | 教授 | 川田 善正 | 5,600,000  | 1,680,000 | 4,500,000 | 2,800,000 | フライング解像のための電子線励起発光顕微鏡の開発とその応用展開          |       |

| 研究種目    | 研究代表者       |    |       | 交付(予定)額   |           |           |           | 研究課題名                                  |
|---------|-------------|----|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------------------|
|         | 所属          | 職名 | 氏名    | 平成28年度    |           | 平成29年度    | 平成30年度    |                                        |
|         |             |    |       | 直接経費      | 間接経費      | 直接経費      | 直接経費      |                                        |
| 基盤研究(B) | 理学部         | 教授 | 北村 晃寿 | 2,400,000 | 720,000   | 0         | 0         | 南海トラフ東端における津波堆積物と地殻変動に関する研究            |
| 基盤研究(B) | 教育学部        | 教授 | 熊野 善介 | 5,700,000 | 1,710,000 | 3,900,000 | 3,700,000 | 日本およびアメリカにおける次世代型STEM教育の構築に関する理論的実践的研究 |
| 基盤研究(B) | 理学部         | 教授 | 塚越 哲  | 3,700,000 | 1,110,000 | 3,000,000 | 0         | 南西太平洋島嶼における間隙性動物相の解明と現在時間の砂浜環境記録の必要性   |
| 基盤研究(B) | 理学部         | 教授 | 徳元 俊伸 | 1,900,000 | 570,000   | 1,100,000 | 0         | モーリシャスサソゴ礁海水中に存在する天然ホルモン活性物質の同定        |
| 基盤研究(B) | 理学部         | 教授 | 富田 誠  | 2,100,000 | 630,000   | 1,900,000 | 0         | 「速い光」と情報速度                             |
| 基盤研究(B) | 工学部         | 教授 | 中本 正幸 | 2,300,000 | 690,000   | 2,000,000 | 0         | 量子ドットサイズ耐過酷環境性ナノ構造ハイパワージェンバースの研究       |
| 基盤研究(B) | 工学部         | 教授 | 中山 顕  | 2,400,000 | 720,000   | 0         | 0         | ナノ流体で満たされた発泡金属充填流路による革新的伝熱促進           |
| 基盤研究(B) | 工学部         | 教授 | 野口 敏彦 | 4,500,000 | 1,350,000 | 3,800,000 | 4,400,000 | 電力変換器におけるスイッチングアジスト技術の基盤確立と応用展開        |
| 基盤研究(B) | 工学部         | 教授 | 橋口 原  | 1,700,000 | 510,000   | 1,700,000 | 0         | カリウムイオンエレクトロド膜の長期信頼性評価と実デバイスによる検証      |
| 基盤研究(B) | 農学部         | 教授 | 平井 浩文 | 3,100,000 | 930,000   | 3,100,000 | 0         | 担子菌-細菌共生系におけるネオニコチノイド系殺虫剤完全分解系の構築      |
| 基盤研究(B) | 農学部         | 教授 | 平井 浩文 | 3,000,000 | 900,000   | 0         | 0         | 担子菌類-植物共生メカニズムの解明及び劣悪環境下における食糧生産への応用   |
| 基盤研究(B) | グリーン科学技術研究所 | 教授 | 二又 裕之 | 3,600,000 | 1,080,000 | 0         | 0         | 微生物により生成される新規蓄放電物質の生成機構の解明             |

| 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     | 平成28年度    |           | 平成29年度    | 平成30年度    |                                           |       |
|         |                 |     |        | 直接経費      | 間接経費      |           |           | 直接経費                                      |       |
| 基盤研究(B) | 工学部             | 教授  | 間瀬 暢之  | 1,800,000 | 540,000   | 1,800,000 | 0         | マイクロバブル・ナノバブル手法による次世代型気相-液相グリーン化学プロセスの開発  |       |
| 基盤研究(B) | 電子工学研究所         | 教授  | 三村 秀典  | 3,500,000 | 1,050,000 | 0         | 0         | MEMS技術を用いた300GHz帯FW-TWTの開発                |       |
| 基盤研究(B) | 農学部             | 教授  | 森田 達也  | 7,000,000 | 2,100,000 | 3,800,000 | 2,900,000 | 食物繊維摂取時のムチン分泌促進機序の全容解明と腸管バリア機能増強への応用      |       |
| 基盤研究(B) | 電子工学研究所         | 教授  | 山崎 昌一  | 4,300,000 | 1,290,000 | 2,400,000 | 0         | 単一巨大リソーム法による抗菌ペプチドと膜透過ペプチドの機能のメカニズムの解明    |       |
| 基盤研究(B) | 工学部             | 教授  | 横沢 正幸  | 2,400,000 | 720,000   | 1,800,000 | 0         | 異常気象による主要穀物の生産変動が世界の食料需給・食栄養人口に及ぼす影響の解明   |       |
| 基盤研究(B) | 農学部             | 教授  | 王 権    | 6,600,000 | 1,980,000 | 2,300,000 | 2,300,000 | 分光反射によるキャリビ機能特性評価:フアンダメンタルバイオシオグラブアイーへ    |       |
| 基盤研究(B) | 農学部             | 教授  | 王 権    | 1,700,000 | 510,000   | 0         | 0         | 乾燥地生態系はどこまで水不足に耐えられるのか? マルチスケールでの脆弱性評価    |       |
| 基盤研究(B) | 工学部             | 准教授 | 朝間 淳一  | 3,600,000 | 1,080,000 | 0         | 0         | 単一パワーモジュール駆動式磁気浮上モータシステムの基盤構築             |       |
| 基盤研究(B) | 工学部             | 准教授 | 石原 進   | 2,800,000 | 840,000   | 4,000,000 | 2,800,000 | 複数メディア併用とセンサデータ転送によるロバストな衝突防止車々間通信システム    |       |
| 基盤研究(B) | 工学部             | 准教授 | 香川 景一郎 | 4,600,000 | 1,380,000 | 2,800,000 | 0         | コンピュータシミュレーション超高速複眼撮像素子の開発と距離画像計測・光加工への応用 |       |
| 基盤研究(B) | グリーン科学技術研究所     | 准教授 | 木村 浩之  | 5,700,000 | 1,710,000 | 3,700,000 | 2,500,000 | 地下圏微生物による窒素循環:付加体の地下水流動と微生物脱窒のリンケージ解明     |       |
| 基盤研究(B) | イノベーション社会連携推進機構 | 准教授 | 清水 一男  | 4,800,000 | 1,440,000 | 5,600,000 | 4,100,000 | マイクロプラズマ照射による薬剤類経皮吸収促進の研究                 |       |

| 研究種目    | 研究代表者       |     |        | 交付(予定)額   |           |           |           | 研究課題名                                   |
|---------|-------------|-----|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------------------|
|         | 所属          | 職名  | 氏名     | 平成28年度    |           | 平成29年度    | 平成30年度    |                                         |
|         |             |     |        | 直接経費      | 間接経費      | 直接経費      | 直接経費      |                                         |
| 基盤研究(B) | 情報学部        | 准教授 | 峰野 博史  | 3,200,000 | 960,000   | 3,200,000 | 0         | モバイルデータ3Dオフローディングの研究                    |
| 基盤研究(B) | 理学部         | 准教授 | 山中 正道  | 1,900,000 | 570,000   | 1,900,000 | 1,900,000 | 超分子ヒドロゲルを用いた生体高分子の電気泳動                  |
| 基盤研究(B) | 工学部         | 准教授 | 渡邊 実   | 4,300,000 | 1,290,000 | 5,000,000 | 0         | 宇宙機器向けシーールドレス耐放射線線プログラムマブルデバイスの研究開発     |
| 基盤研究(C) | 工学部         | 教授  | 石田 明広  | 700,000   | 210,000   | 0         | 0         | バンド間及びサブバンド間遷移中・遠赤外線量子井戸レーザーの研究         |
| 基盤研究(C) | 教育学部        | 教授  | 板垣 秀幸  | 1,400,000 | 420,000   | 1,200,000 | 0         | 機能性ゲスト分子と共結晶化する耐熱性ポリマーの高秩序・高機能システムの創製   |
| 基盤研究(C) | 情報学部        | 教授  | 大島 律子  | 1,100,000 | 330,000   | 1,200,000 | 0         | 協調の認識論的主体性を評価するスクリプト完成課題の開発             |
| 基盤研究(C) | 工学部         | 教授  | 大橋 剛介  | 700,000   | 210,000   | 0         | 0         | スケッチ画像検索におけるクエリ予測機能の実現                  |
| 基盤研究(C) | 理学部         | 教授  | 岡林 利明  | 1,200,000 | 360,000   | 0         | 0         | 放電支援型レーザーアブレーション法が開く含遷移金属活性種研究の新たな扉     |
| 基盤研究(C) | 農学部         | 教授  | 木村 洋子  | 1,300,000 | 390,000   | 0         | 0         | エンゾームにおけるユビキチンホモオスタシス制御                 |
| 基盤研究(C) | 情報学部        | 教授  | 小西 達裕  | 700,000   | 210,000   | 700,000   | 600,000   | 協調的疑似学習者エージェントを有する日本語ディジタル学習支援システムの開発   |
| 基盤研究(C) | 工学部         | 教授  | 小林 健吉郎 | 900,000   | 270,000   | 0         | 0         | 狭いバンドギャップを持つZnOS量子ドット薄膜の新規合成と発光デバイスへの応用 |
| 基盤研究(C) | グリーン科学技術研究所 | 教授  | 近藤 満   | 1,000,000 | 300,000   | 1,000,000 | 0         | カプセル分子に変換する配位高分子の合成と機能                  |

| 研究種目    | 研究代表者 |    |        | 交付(予定)額   |         |           |           | 研究課題名                                    |
|---------|-------|----|--------|-----------|---------|-----------|-----------|------------------------------------------|
|         | 所属    | 職名 | 氏名     | 平成28年度    |         | 平成29年度    | 平成30年度    |                                          |
|         |       |    |        | 直接経費      | 間接経費    | 直接経費      | 直接経費      |                                          |
| 基盤研究(C) | 情報学部  | 教授 | 佐治 斉   | 800,000   | 240,000 | 0         | 0         | 時空間的異種情報の統合・連携予測による災害時変動下の道路交通情報解析       |
| 基盤研究(C) | 理学部   | 教授 | 塩尻 信義  | 1,200,000 | 360,000 | 1,200,000 | 1,400,000 | ユニークな肝再生モデル系における胆管増生とそのメカニズムの解明          |
| 基盤研究(C) | 理学部   | 教授 | 鈴木 信行  | 600,000   | 180,000 | 800,000   | 900,000   | 構成性を中間述語論理の観点から理解する                      |
| 基盤研究(C) | 理学部   | 教授 | 鈴木 雅一  | 1,100,000 | 330,000 | 0         | 0         | 両生類におけるアクアポリンの多様性と進化、および環境適応に関する分子生物学的研究 |
| 基盤研究(C) | 農学部   | 教授 | 竹之内 裕文 | 1,400,000 | 420,000 | 1,400,000 | 0         | 臨床現場との対話に基づくホスピス・緩和ケアの哲学の構築              |
| 基盤研究(C) | 工学部   | 教授 | 立岡 浩一  | 700,000   | 210,000 | 0         | 0         | 簡便な熱処理によるナノ構造の形態・形状制御と熱電発電への応用           |
| 基盤研究(C) | 工学部   | 教授 | 福岡 康雄  | 1,100,000 | 330,000 | 1,200,000 | 0         | 支援と組織の持続性に関する研究;生態系モデルの老舗企業への適用を通して      |
| 基盤研究(C) | 理学部   | 教授 | 田中 直樹  | 900,000   | 270,000 | 900,000   | 900,000   | 距離空間における微分方程式の適切性理論の構築—ベクトル空間の枠を超える挑戦—   |
| 基盤研究(C) | 理学部   | 教授 | 塚越 哲   | 1,800,000 | 540,000 | 1,300,000 | 700,000   | 貝形虫類にみられる閉殻感知システム—化石生物への展望と進化学的考察—       |
| 基盤研究(C) | 理学部   | 教授 | 土屋 麻人  | 900,000   | 270,000 | 900,000   | 0         | 解析および数値的手法を用いた行列模型による超弦理論の非摂動論的定式化の研究    |
| 基盤研究(C) | 理学部   | 教授 | 徳元 俊伸  | 2,200,000 | 660,000 | 900,000   | 700,000   | スチロイド膜受容体の機能・構造解析を中心とした卵成熟・排卵誘導機構の解明     |
| 基盤研究(C) | 教育学部  | 教授 | 鳥居 肇   | 1,800,000 | 540,000 | 1,000,000 | 1,000,000 | 水素結合系の外部電場応答と分子間相互作用による振動スペクトル変化の統一理解    |

| 研究種目    | 研究代表者 |    |                    | 交付(予定)額   |         |           |         |                                                    | 研究課題名 |
|---------|-------|----|--------------------|-----------|---------|-----------|---------|----------------------------------------------------|-------|
|         | 所属    | 職名 | 氏名                 | 平成28年度    |         | 平成29年度    | 平成30年度  | 研究課題名                                              |       |
|         |       |    |                    | 直接経費      | 間接経費    |           |         |                                                    |       |
| 基盤研究(C) | 情報学部  | 教授 | 中谷 広正              | 1,100,000 | 330,000 | 0         | 0       | 伝統モンゴル文字認識システムの構築                                  |       |
| 基盤研究(C) | 工学部   | 教授 | 福田 充宏              | 900,000   | 270,000 | 2,300,000 | 500,000 | 冷凍サイクルにおけるナノオイルの適用に関する基礎研究                         |       |
| 基盤研究(C) | 工学部   | 教授 | 藤間 信久              | 1,200,000 | 360,000 | 500,000   | 0       | 脱合金・陽極酸化Ti-Ni-Siアモルファス合金のナノポーラス構造と電子物性             |       |
| 基盤研究(C) | 工学部   | 教授 | 前田 恭伸              | 800,000   | 240,000 | 800,000   | 0       | ポラテンティア参加の機構解明とそれを活用したポラテンティア獲得の為の情報システム開発         |       |
| 基盤研究(C) | 理学部   | 教授 | 三重野 哲              | 900,000   | 270,000 | 500,000   | 0       | ガス銃衝突で発生する高温プラズマと有機分子合成過程の研究                       |       |
| 基盤研究(C) | 工学部   | 教授 | Mizeikis Vygantass | 2,400,000 | 720,000 | 800,000   | 0       | Infrared micro-sensor based on 3D photonic crystal |       |
| 基盤研究(C) | 工学部   | 教授 | 道下 幸志              | 2,600,000 | 780,000 | 500,000   | 500,000 | 電磁界観測に基づく高圧配電線雷害対策のための雷パラメータ評価手法の提案                |       |
| 基盤研究(C) | 工学部   | 教授 | 宮崎 倫子              | 700,000   | 210,000 | 900,000   | 0       | 遅延ファイバードバック制御における安定化理論の構築とその応用                     |       |
| 基盤研究(C) | 理学部   | 教授 | 毛利 出               | 1,200,000 | 360,000 | 1,600,000 | 700,000 | 代数幾何学・表現論を駆使した非可換代数曲面の分類                           |       |
| 基盤研究(C) | 農学部   | 教授 | 本橋 令子              | 1,400,000 | 420,000 | 2,000,000 | 500,000 | 病虫害応答に関する新規葉緑体機能の探索                                |       |
| 基盤研究(C) | 理学部   | 教授 | 森下 祐一              | 1,400,000 | 420,000 | 900,000   | 0       | SIMS分析による海底プラチナ資源生成環境の解明                           |       |
| 基盤研究(C) | 工学部   | 教授 | 守田 智               | 700,000   | 210,000 | 0         | 0       | リスク分散から見た複雑ネットワーク                                  |       |

| 研究種目    | 研究代表者 |     |        | 交付(予定)額   |         |           |           | 研究課題名                                   |        |
|---------|-------|-----|--------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------------------------------------|--------|
|         | 所属    | 職名  | 氏名     | 平成28年度    |         | 平成29年度    |           |                                         | 平成30年度 |
|         |       |     |        | 直接経費      | 間接経費    | 直接経費      | 直接経費      |                                         | 直接経費   |
| 基盤研究(C) | 理学部   | 教授  | 山本 歩   | 1,500,000 | 450,000 | 1,200,000 | 1,100,000 | LINC核膜複合体に依存した減数分裂期染色体の核内配置制御機構の解明      |        |
| 基盤研究(C) | 工学部   | 准教授 | 居波 渉   | 1,800,000 | 540,000 | 900,000   | 1,000,000 | 微分位相コントラスト超解像顕微鏡の開発とその応用                |        |
| 基盤研究(C) | 工学部   | 准教授 | 井上 翼   | 1,000,000 | 300,000 | 1,900,000 | 800,000   | 長尺配向カーボンナノチューブと熱可塑性樹脂による高電気・熱伝導材料の基礎研究  |        |
| 基盤研究(C) | 工学部   | 准教授 | 荻野 明久  | 800,000   | 240,000 | 0         | 0         | 半導体エミッタの活性化による高効率熱電子放出と光熱併用熱電子発電への応用    |        |
| 基盤研究(C) | 情報学部  | 准教授 | 木谷 友哉  | 1,200,000 | 360,000 | 0         | 0         | 二輪車車体運動センシングシステムの研究                     |        |
| 基盤研究(C) | 農学部   | 准教授 | 小谷 真也  | 1,200,000 | 360,000 | 1,200,000 | 1,200,000 | ゲノマイニングに基づく新規ラソソバペプチドの単離と構造決定           |        |
| 基盤研究(C) | 工学部   | 准教授 | 真田 俊之  | 1,700,000 | 510,000 | 1,000,000 | 1,000,000 | 自励振動による単分散液滴列の生成と表面での液膜生成機構の解明          |        |
| 基盤研究(C) | 理学部   | 准教授 | 鈴木 雄太郎 | 2,300,000 | 690,000 | 1,000,000 | 300,000   | 球体化防御姿勢の成立におけるボディープランの制約と生体生理特性の調整機構の解明 |        |
| 基盤研究(C) | 工学部   | 准教授 | 立蔵 洋介  | 1,000,000 | 300,000 | 1,000,000 | 0         | 逆フィードバックを用いた音響制御における残響の影響の効果的な除去        |        |
| 基盤研究(C) | 工学部   | 准教授 | 富田 靖正  | 900,000   | 270,000 | 0         | 0         | 遷移金属フッ化物の開発・評価と正極活物質への応用                |        |
| 基盤研究(C) | 工学部   | 准教授 | 庭山 雅嗣  | 700,000   | 210,000 | 0         | 0         | 皮膚接触不要の無意識・無拘束な心疾患検査を可能とする光センシングシステム    |        |
| 基盤研究(C) | 情報学部  | 准教授 | 宮崎 佳典  | 1,300,000 | 390,000 | 1,400,000 | 0         | チャタリング情報を考慮した例示型英文書作成支援Webアプリケーションの開発   |        |



| 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    | 平成28年度    |         | 平成29年度    | 平成30年度    |                                             |
|         |             |          |       | 直接経費      | 間接経費    |           |           |                                             |
| 基盤研究(C) | 理学部         | 准教授      | 矢永 誠人 | 800,000   | 240,000 | 0         | 0         | 生体抽出液を用いた田畑の土壌からの放射<br>性セシウム除去と微量元素の損失防止    |
| 基盤研究(C) | 情報学部        | 准教授      | 横山 昌平 | 1,100,000 | 330,000 | 1,000,000 | 0         | ジオン・シヤルデータに最適化された分析ア<br>ルゴリズムと実行プラットフォームの研究 |
| 基盤研究(C) | 工学部         | 准教授      | 和田 忠浩 | 1,800,000 | 540,000 | 1,000,000 | 900,000   | 低緯度地域における流星バースト通信の実証<br>実験                  |
| 基盤研究(C) | 情報学部        | 講師       | 岡田 昌也 | 1,200,000 | 360,000 | 1,100,000 | 1,200,000 | 「実世界における学び方」の学習のための学<br>習分析方法論の開発           |
| 基盤研究(C) | 理学部         | 講師       | 岡田 令子 | 1,200,000 | 360,000 | 1,200,000 | 800,000   | 両生類の低温環境に対する適応の内分泌的<br>調節機構                 |
| 基盤研究(C) | 工学部         | 講師       | 武田 正典 | 800,000   | 240,000 | 0         | 0         | テラヘルツ帯受信機の極高感度化を狙った低<br>雑音超伝導パラメトリック増幅器の開発  |
| 基盤研究(C) | 創造科学技術大学院   | 客員<br>教授 | 泰中 啓一 | 900,000   | 270,000 | 900,000   | 0         | 格子ロトカボルテラ模型の生物・生態学への<br>応用研究                |
| 挑戦的萌芽研究 | 創造科学技術大学院   | 教授       | 西垣 正勝 | 1,000,000 | 300,000 | 1,000,000 | 0         | 差動増幅型生体認証：バイオメトリクスと回路<br>工学の融合              |
| 挑戦的萌芽研究 | 工学部         | 教授       | 岩田 太  | 1,800,000 | 540,000 | 1,100,000 | 0         | 複数開口ナノパイペットプローブを用いた液中<br>環境での3次元微細立体造形法の開発  |
| 挑戦的萌芽研究 | 情報学部        | 教授       | 大島 純  | 900,000   | 270,000 | 0         | 0         | Tabletを用いた革新的な協調学習の開発                       |
| 挑戦的萌芽研究 | 電子工学研究所     | 教授       | 小野 行徳 | 1,400,000 | 420,000 | 0         | 0         | 高感度チャージポンピング・スピン共鳴法の開<br>発と電子対再結合のスピン制御     |
| 挑戦的萌芽研究 | グリーン科学技術研究所 | 教授       | 河岸 洋和 | 2,100,000 | 630,000 | 800,000   | 0         | マコモと黒麹菌の共存・共生の化学マコモ<br>タケ形成の分子機構            |

| 研究種目    | 研究代表者       |    |       | 交付(予定)額   |         |           |         |                                         | 研究課題名 |
|---------|-------------|----|-------|-----------|---------|-----------|---------|-----------------------------------------|-------|
|         | 所属          | 職名 | 氏名    | 平成28年度    |         | 平成29年度    | 平成30年度  |                                         |       |
|         |             |    |       | 直接経費      | 間接経費    |           |         | 直接経費                                    |       |
| 挑戦的萌芽研究 | 電子工学研究所     | 教授 | 川田 善正 | 1,600,000 | 480,000 | 1,300,000 | 0       | 光伝導性基板を用いた仮想流路の形成による高機能光操作法の開発          |       |
| 挑戦的萌芽研究 | 教育学部        | 教授 | 熊野 善介 | 900,000   | 270,000 | 900,000   | 700,000 | 球形立体表示システムを用いた宇宙地球科学教育プログラムに関する研究       |       |
| 挑戦的萌芽研究 | グリーン科学技術研究所 | 教授 | 齋藤 隆之 | 1,200,000 | 360,000 | 0         | 0       | フェムト秒レーザー・スペクトル干渉OCTによる高分解能液膜計測法の原理開発   |       |
| 挑戦的萌芽研究 | 情報学部        | 教授 | 竹内 勇剛 | 1,000,000 | 300,000 | 1,100,000 | 0       | 承認欲求をトリガーとした学習インタラクションの活性化              |       |
| 挑戦的萌芽研究 | 電子工学研究所     | 教授 | 永津 雅章 | 1,800,000 | 540,000 | 1,000,000 | 0       | 中空球状ナノカーボンのプラズマ合成技術の開発と分子吸蔵効果の実験的検証     |       |
| 挑戦的萌芽研究 | 情報学部        | 教授 | 西村 雅史 | 1,800,000 | 540,000 | 900,000   | 0       | 嚙下草の時間的・空間的分析と統計モデルによる嚙下機能情報収集システムの開発   |       |
| 挑戦的萌芽研究 | 工学部         | 教授 | 能見 公博 | 500,000   | 150,000 | 0         | 0       | 超小型衛星による超広角宇宙撮影ミッションの宇宙実証               |       |
| 挑戦的萌芽研究 | 工学部         | 教授 | 野口 敏彦 | 1,600,000 | 480,000 | 1,100,000 | 0       | 磁石レス磁気変調形モータの制御システム開発と車載ハイブリッドシステムへの適用  |       |
| 挑戦的萌芽研究 | グリーン科学技術研究所 | 教授 | 朴 龍洙  | 1,100,000 | 330,000 | 800,000   | 900,000 | カイコから4種血清型デングウイルスに対応した4価ウイルス様粒子ワクチンの開発  |       |
| 挑戦的萌芽研究 | 電子工学研究所     | 教授 | 早川 泰弘 | 1,100,000 | 330,000 | 900,000   | 900,000 | 硫化ニッケル電極とコア・シェル構造光半導体電極を用いた新規色素増感太陽電池開発 |       |
| 挑戦的萌芽研究 | 農学部         | 教授 | 平井 浩文 | 1,600,000 | 480,000 | 1,300,000 | 0       | 木質バイオマスから水素産生可能な白色腐朽菌株の開発               |       |
| 挑戦的萌芽研究 | 工学部         | 教授 | 福原 長寿 | 900,000   | 270,000 | 1,200,000 | 900,000 | NH3分解＋非平衡構造体触媒場による二酸化炭素の高度な資源化プロセスの創製   |       |

| 研究種目    | 研究代表者       |     |        | 交付(予定)額   |         |           |         |   | 研究課題名                                    |
|---------|-------------|-----|--------|-----------|---------|-----------|---------|---|------------------------------------------|
|         | 所属          | 職名  | 氏名     | 平成28年度    |         | 平成29年度    | 平成30年度  |   |                                          |
|         |             |     |        | 直接経費      | 間接経費    |           |         |   |                                          |
| 挑戦的萌芽研究 | グリーン科学技術研究所 | 教授  | 二又 裕之  | 1,800,000 | 540,000 | 0         | 0       | 0 | 微生物生態系における発現機能の多様性と調和機構の解明               |
| 挑戦的萌芽研究 | 工学部         | 教授  | 間瀬 暢之  | 1,700,000 | 510,000 | 1,200,000 | 0       | 0 | 有機化学から学ぶ環境調和型酸化反応システムの解明と構築              |
| 挑戦的萌芽研究 | 工学部         | 教授  | 三浦 憲二郎 | 600,000   | 180,000 | 0         | 0       | 0 | 三次元顕微計測データを用いた超多重解像度・高精度形状モデル生成に関する挑戦的研究 |
| 挑戦的萌芽研究 | 情報学部        | 教授  | 宮崎 真   | 800,000   | 240,000 | 1,000,000 | 900,000 | 0 | 脳における同時性検知器の同定                           |
| 挑戦的萌芽研究 | 農学部         | 教授  | 王 権    | 600,000   | 180,000 | 0         | 0       | 0 | Rubiscoの分光反射特性の決定:新たな植生指数の開発と応用          |
| 挑戦的萌芽研究 | 理学部         | 准教授 | 栗井 光一郎 | 1,500,000 | 450,000 | 1,400,000 | 0       | 0 | 光合成膜脂質合成経路を標的としたシアノバクテリア特異的阻害剤の開発        |
| 挑戦的萌芽研究 | 工学部         | 准教授 | 池田 浩也  | 1,200,000 | 360,000 | 1,000,000 | 700,000 | 0 | 熱と振動を利用して発電する低コスト・大面積フレキシブルゴジエネレータの開発    |
| 挑戦的萌芽研究 | 情報学部        | 准教授 | 狩野 芳伸  | 1,000,000 | 300,000 | 0         | 0       | 0 | 人間同様に失敗する構文処理による自然な文生成の研究                |
| 挑戦的萌芽研究 | 農学部         | 准教授 | 茶山 和敏  | 600,000   | 180,000 | 600,000   | 0       | 0 | 新生児の免疫機能発達に関する乳中免疫情報伝達物質の探索とそのメカニズムの解明   |
| 挑戦的萌芽研究 | 工学部         | 准教授 | 鳴海 哲夫  | 1,700,000 | 510,000 | 1,100,000 | 0       | 0 | ハロゲン原子の特性に着目した繊維状タウタンパク質選択的PETプロローブの開発   |
| 挑戦的萌芽研究 | 情報学部        | 准教授 | 福田 直樹  | 900,000   | 270,000 | 0         | 0       | 0 | オープンデータへの高効率アクセス基盤実現と高速エージェントシミュレーションの結合 |
| 挑戦的萌芽研究 | 工学部         | 准教授 | 松井 信   | 1,700,000 | 510,000 | 1,100,000 | 0       | 0 | 深紫外LEDによる光電離を利用したナノ粒子推進剤マイクロスラスタの研究      |

| 研究種目                     | 研究代表者   |     |       | 交付(予定)額    |           |           |           | 研究課題名                                           |
|--------------------------|---------|-----|-------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------------------------------|
|                          | 所属      | 職名  | 氏名    | 平成28年度     |           | 平成29年度    | 平成30年度    |                                                 |
|                          |         |     |       | 直接経費       | 間接経費      | 直接経費      | 直接経費      |                                                 |
| 国際共同研究加速基金<br>(国際共同研究強化) | 工学部     | 准教授 | 新谷 政己 | 10,800,000 | 3,240,000 | 0         | 0         | 複合微生物系におけるプラズミドの「真の」宿主領域の解明(国際共同研究強化)           |
| 国際共同研究加速基金<br>(国際共同研究強化) | 情報学部    | 准教授 | 横山 昌平 | 9,000,000  | 2,700,000 | 0         | 0         | ジオソームデータに最適化された分析アルゴリズムと実行プラットフォームの研究(国際共同研究強化) |
| 若手研究(A)                  | 工学部     | 准教授 | 白杵 深  | 5,000,000  | 1,500,000 | 5,700,000 | 6,000,000 | 生産・加工現場での高分解能観察を可能にする低コヒーレンス干渉型変調顕微鏡            |
| 若手研究(A)                  | 情報学部    | 准教授 | 狩野 芳伸 | 3,800,000  | 1,140,000 | 4,100,000 | 0         | 全自動言語処理システムを用いたソーシャル作成学習テンプレートの網羅的整備と共有         |
| 若手研究(A)                  | 工学部     | 准教授 | 新谷 政己 | 5,100,000  | 1,530,000 | 4,800,000 | 0         | 複合微生物系におけるプラズミドの「真の」宿主領域の解明                     |
| 若手研究(A)                  | 工学部     | 准教授 | 鳴海 哲夫 | 6,200,000  | 1,860,000 | 2,400,000 | 2,600,000 | クロアケルゲン型ペプチド結合等価体を基盤とする実践的創薬研究                  |
| 若手研究(A)                  | 工学部     | 准教授 | 松井 信  | 2,800,000  | 840,000   | 0         | 0         | 半導体レーザーを用いた革新的な高エンタルピー風洞の実現可能性の検証               |
| 若手研究(A)                  | 理学部     | 講師  | 近田 拓未 | 6,000,000  | 1,800,000 | 3,000,000 | 0         | トリチウム透過低減被覆中の水素同位体透過に対する放射線照射効果の解明              |
| 若手研究(A)                  | 電子工学研究所 | 講師  | 堀 匡寛  | 11,900,000 | 3,570,000 | 3,900,000 | 2,600,000 | 単一界面欠陥のチャージポンピング過程を用いた2電子スピン相関の室温観測             |
| 若手研究(B)                  | 農学部     | 准教授 | 大西 利幸 | 800,000    | 240,000   | 0         | 0         | 植物ポテンシャルを利活用した新しい酵素機能同定法の構築                     |
| 若手研究(B)                  | 農学部     | 准教授 | 加藤 竜也 | 1,200,000  | 360,000   | 0         | 0         | 膜タンパク質提示ウイルス様粒子を利用した新規膜タンパク質アレイの開発              |
| 若手研究(B)                  | 工学部     | 准教授 | 中村 篤志 | 500,000    | 150,000   | 0         | 0         | アルコールCVD法によるグラフェン直接成長とドメイン拡大新手法の開発              |

| 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    | 平成28年度      |             | 平成29年度      | 平成30年度      |                                     |
|            |           |     |       | 直接経費        | 間接経費        | 直接経費        | 直接経費        |                                     |
| 若手研究(B)    | 農学部       | 准教授 | 平田 久笑 | 700,000     | 210,000     | 0           | 0           | 多犯性細菌防除のための宿主域可変型ファージセレクターの開発       |
| 若手研究(B)    | 理学部       | 准教授 | 保坂 哲也 | 700,000     | 210,000     | 0           | 0           | 非正曲率空間とその等長変換群およびコクセター群の研究          |
| 若手研究(B)    | 情報学部      | 助教  | 石川 翔吾 | 1,900,000   | 570,000     | 0           | 0           | 認知症ケア技術高度化のためのマルチモーダル認知症ニューバスの構築と利用 |
| 特別研究員奨励費   | 創造科学技術大学院 | PD  | 柿嶋 聡  | 800,000     | 240,000     | 0           | 0           | 周期植物の種間比較による周期遺伝子の探索                |
| 特別研究員奨励費   | 創造科学技術大学院 | DC1 | 藤森 卓巳 | 700,000     | 0           | 600,000     | 600,000     | 世界最強の耐放射線デバイスの実現                    |
| 特別研究員奨励費   | 創造科学技術大学院 | DC1 | 宮寄 岳大 | 900,000     | 0           | 0           | 0           | マウス精巢性テトラマー形成に関わる新規原因遺伝子の同定         |
| 特別研究員奨励費   | 創造科学技術大学院 | DC1 | 望月 風太 | 900,000     | 0           | 0           | 0           | 画素内圧縮型マルチチャージャー超高速イメージセンサに関する研究     |
| 合計 1 5 1 件 |           |     |       | 487,400,000 | 145,470,000 | 303,700,000 | 134,300,000 |                                     |

## (2) 受託研究費

| 合計件数 | 当該年度の受入れ金額    | 直接経費          | 間接経費         |
|------|---------------|---------------|--------------|
| 48件  | 441,273,583 円 | 345,109,016 円 | 95,060,745 円 |

## (3) 民間等の共同研究

| 合計件数 | 当該年度の<br>受入れ金額 | 直接経費          | 一般管理費        | 共同研究員費      | 間接経費      |
|------|----------------|---------------|--------------|-------------|-----------|
| 119件 | 184,203,488 円  | 165,554,288 円 | 15,625,200 円 | 2,520,000 円 | 504,000 円 |

### 3. 学術論文・学会発表等

【教員構成員】

平成29年3月31日現在

| No. | 部門           | コア | 兼任  |     |    |    | 計   |
|-----|--------------|----|-----|-----|----|----|-----|
|     |              | 教授 | 教授  | 准教授 | 講師 | 助教 |     |
| 1   | ナノビジョンサイエンス  | 2  | 12  | 8   | 2  |    | 24  |
| 2   | オプトロニクスサイエンス |    | 7   | 2   |    |    | 9   |
| 3   | インフォマティクス    | 1  | 24  | 14  | 2  | 1  | 42  |
| 4   | ナノマテリアル      | 2  | 11  | 5   |    |    | 18  |
| 5   | エネルギーシステム    | 1  | 10  | 4   |    |    | 15  |
| 6   | 統合バイオサイエンス   | 1  | 16  | 8   | 1  |    | 26  |
| 7   | 環境サイエンス      | 2  | 12  | 2   |    |    | 16  |
| 8   | ベーシック        | 1  | 16  | 5   | 1  |    | 23  |
| 計   |              | 10 | 108 | 48  | 6  | 1  | 173 |

#### (1)学術論文・著書等

| No. | 部門           | コア | 兼任  |     |    |    | 計   |
|-----|--------------|----|-----|-----|----|----|-----|
|     |              | 教授 | 教授  | 准教授 | 講師 | 助教 |     |
| 1   | ナノビジョンサイエンス  | 7  | 63  | 46  | 6  |    | 122 |
| 2   | オプトロニクスサイエンス |    | 68  | 8   |    |    | 76  |
| 3   | インフォマティクス    | 9  | 37  | 26  | 3  | 1  | 76  |
| 4   | ナノマテリアル      | 13 | 42  | 23  |    |    | 78  |
| 5   | エネルギーシステム    | 6  | 34  | 12  |    |    | 52  |
| 6   | 統合バイオサイエンス   |    | 76  | 27  | 3  |    | 106 |
| 7   | 環境サイエンス      | 18 | 51  | 4   |    |    | 73  |
| 8   | ベーシック        | 4  | 38  | 21  | 10 |    | 73  |
| 計   |              | 57 | 409 | 167 | 22 | 1  | 656 |

#### (2)特許等

| No. | 部門           | コア | 兼任 |     |    |    | 計  |
|-----|--------------|----|----|-----|----|----|----|
|     |              | 教授 | 教授 | 准教授 | 講師 | 助教 |    |
| 1   | ナノビジョンサイエンス  |    | 11 | 3   |    |    | 14 |
| 2   | オプトロニクスサイエンス |    | 23 |     |    |    | 23 |
| 3   | インフォマティクス    |    | 6  | 5   |    |    | 11 |
| 4   | ナノマテリアル      | 4  | 7  | 1   |    |    | 12 |
| 5   | エネルギーシステム    |    | 3  |     |    |    | 3  |
| 6   | 統合バイオサイエンス   |    | 9  | 1   |    |    | 10 |
| 7   | 環境サイエンス      |    |    |     |    |    |    |
| 8   | ベーシック        |    | 1  | 3   |    |    | 4  |
| 計   |              | 4  | 60 | 13  |    |    | 77 |

## (3) 国際会議発表件数

| No. | 部門           | コア | 兼任  |     |    |    | 計   |
|-----|--------------|----|-----|-----|----|----|-----|
|     |              | 教授 | 教授  | 准教授 | 講師 | 助教 |     |
| 1   | ナノビジョンサイエンス  | 11 | 130 | 102 | 7  |    | 250 |
| 2   | オプトロニクスサイエンス |    | 52  | 14  |    |    | 66  |
| 3   | インフォマティクス    | 10 | 66  | 54  | 1  | 2  | 133 |
| 4   | ナノマテリアル      | 35 | 58  | 12  |    |    | 105 |
| 5   | エネルギーシステム    | 5  | 35  | 29  |    |    | 69  |
| 6   | 統合バイオサイエンス   |    | 31  | 4   | 1  |    | 36  |
| 7   | 環境サイエンス      |    | 30  | 3   |    |    | 33  |
| 8   | ベーシック        | 5  | 24  | 7   | 22 |    | 58  |
| 計   |              | 66 | 426 | 225 | 31 | 2  | 750 |

## (4) 国内学会発表件数

| No. | 部門           | コア  | 兼任  |     |    |    | 計     |
|-----|--------------|-----|-----|-----|----|----|-------|
|     |              | 教授  | 教授  | 准教授 | 講師 | 助教 |       |
| 1   | ナノビジョンサイエンス  | 23  | 135 | 99  | 9  |    | 266   |
| 2   | オプトロニクスサイエンス |     | 77  | 5   |    |    | 82    |
| 3   | インフォマティクス    | 20  | 134 | 95  | 2  | 15 | 266   |
| 4   | ナノマテリアル      | 53  | 121 | 43  |    |    | 217   |
| 5   | エネルギーシステム    | 20  | 112 | 36  |    |    | 168   |
| 6   | 統合バイオサイエンス   |     | 143 | 51  | 1  |    | 195   |
| 7   | 環境サイエンス      | 5   | 88  | 13  |    |    | 106   |
| 8   | ベーシック        | 9   | 84  | 35  | 23 |    | 151   |
| 計   |              | 130 | 894 | 377 | 35 | 15 | 1,451 |

## (5) 招待講演件数

| No. | 部門           | コア | 兼任  |     |    |    | 計   |
|-----|--------------|----|-----|-----|----|----|-----|
|     |              | 教授 | 教授  | 准教授 | 講師 | 助教 |     |
| 1   | ナノビジョンサイエンス  | 2  | 54  | 9   | 3  |    | 68  |
| 2   | オプトロニクスサイエンス |    | 7   | 1   |    |    | 8   |
| 3   | インフォマティクス    |    | 40  | 20  |    | 1  | 61  |
| 4   | ナノマテリアル      | 5  | 7   | 10  |    |    | 22  |
| 5   | エネルギーシステム    | 2  | 13  | 2   |    |    | 17  |
| 6   | 統合バイオサイエンス   |    | 17  | 6   | 1  |    | 24  |
| 7   | 環境サイエンス      | 8  | 11  | 8   |    |    | 27  |
| 8   | ベーシック        | 3  | 18  | 4   | 2  |    | 27  |
| 計   |              | 20 | 167 | 60  | 6  | 1  | 254 |



#### 4. 客員教授

- 部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Annamaria R. Varkonyi-Koczy (59歳)  
現職 Professor, Institute of Mechatronics and Vehicle Engineering, Óbuda University  
任期 平成27年4月1日～平成29年3月31日
- 部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Bottoni Paolo (56歳)  
現職 ローマ大学 准教授  
任期 平成28年4月1日～平成30年3月31日
- 部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Din Ping Tsai (57歳)  
現職 Distinguished Professor, Department of Physics, National Taiwan University Director and Distinguished Research Fellow, Research Center for Applied Sciences, Academia Sinica  
任期 平成27年4月1日～平成29年3月31日
- 部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Dumitru Luca (65歳)  
現職 Alexandru Ioan Cuza University 教授  
任期 平成27年4月1日～平成29年3月31日
- 部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Erik Brundermann (50歳)  
現職 カールスルーエ工科大学 シンクロトロン放射光研究所 加速器研究科長  
任期 平成27年4月1日～平成29年3月31日
- 部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Gheorghe Popa (73歳)  
現職 Alexandru Ioan Cuza University 教授  
任期 平成27年4月1日～平成29年3月31日
- 部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Jenkin Michael (57歳)  
現職 ヨーク大学 教授  
任期 平成28年4月1日～平成30年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Kapralos Bill(43歳)  
現職 University of Ontario Institute of Technology 准教授  
任期 平成28年4月1日～平成30年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Liang Rongqing(62歳)  
現職 復旦大学 教授  
任期 平成27年4月1日～平成29年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Min Gu(56歳)  
現職 University Distinguished Professor (Chair) of Optoelectronics, Director of Centre for Micro-  
Photonics, Swinburne University of Technology  
任期 平成27年4月1日～平成29年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Ryszard Jablonski(74歳)  
現職 Professor at Warsaw University of Technology, Faculty of Mechatronics  
任期 平成27年4月1日～平成29年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Xiangke Wang(43歳)  
現職 Dean of the School of Environment and Chemical Engineering, North China Electric Power  
University  
任期 平成27年4月1日～平成29年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Xiaodong Zhu(50歳)  
現職 中国科学技術大学 教授  
任期 平成27年4月1日～平成29年3月31日

部門 ナノビジョンサイエンス部門  
氏名 Young Pil Park(68歳)  
現職 Distinguished Emeritus Professor, Yonsei University  
任期 平成27年4月1日～平成29年3月31日

|    |                                 |
|----|---------------------------------|
| 部門 | ナノビジョンサイエンス部門                   |
| 氏名 | Yuedong Meng(57歳)               |
| 現職 | 中国科学院、プラズマ物理研究所 教授              |
| 任期 | 平成27年4月1日～平成29年3月31日            |
| 部門 | インフォマティクス部門                     |
| 氏名 | 黒田 正博(61歳)                      |
| 現職 | (独)情報通信研究機構 国際推進部門 標準化推進室マネージャー |
| 任期 | 平成27年4月1日～平成29年3月31日            |
| 部門 | インフォマティクス部門                     |
| 氏名 | 伏見 伸也(57歳)                      |
| 現職 | 三菱電機株式会社 インフォメーションシステム事業推進本部長   |
| 任期 | 平成27年4月1日～平成29年3月31日            |
| 部門 | インフォマティクス部門                     |
| 氏名 | 松井 くにお(58歳)                     |
| 現職 | ニフティ株式会社 理事 兼 新規事業推進室長          |
| 任期 | 平成27年4月1日～平成29年3月31日            |
| 部門 | インフォマティクス部門                     |
| 氏名 | 井上 友二(68歳)                      |
| 現職 | 株式会社トヨタ IT 開発センター 代表取締役会長       |
| 任期 | 平成27年4月1日～平成29年3月31日            |
| 部門 | インフォマティクス部門                     |
| 氏名 | 後藤 厚宏(60歳)                      |
| 現職 | 情報セキュリティ大学院大学 教授                |
| 任期 | 平成28年4月1日～平成30年3月31日            |
| 部門 | インフォマティクス部門                     |
| 氏名 | 山本 眞司(76歳)                      |
| 現職 | なし                              |
| 任期 | 平成28年4月1日～平成30年3月31日            |
| 部門 | インフォマティクス部門                     |
| 氏名 | 西久保 靖彦(71歳)                     |
| 現職 | ウエストブレイン 半導体FPDエキスパート           |
| 任期 | 平成28年4月1日～平成30年3月31日            |

部門 インフォマティクス部門  
氏名 飯田 一朗(61歳)  
現職 株式会社 富士通研究所 フェロー  
任期 平成28年4月1日～平成30年3月31日

部門 ナノマテリアル部門  
氏名 今野 弘之(64歳)  
現職 浜松医科大学 医学部外科学第二講座 教授  
任期 平成27年4月6日～平成29年3月31日

部門 ナノマテリアル部門  
氏名 福田 敦夫(59歳)  
現職 浜松医科大学 医学部生理学第一講座 教授  
任期 平成27年4月6日～平成29年3月31日

部門 ナノマテリアル部門  
氏名 簗島 伸生(62歳)  
現職 浜松医科大学光 量子医学研究センター 教授  
任期 平成27年4月6日～平成29年3月31日

部門 ナノマテリアル部門  
氏名 山本 清次(62歳)  
現職 浜松医科大学 光量子医学研究センター 教授  
任期 平成27年4月6日～平成29年3月31日

部門 統合バイオサイエンス部門  
氏名 Hermann Watzig(54歳)  
現職 ブラウンシュバイク工科大学 教授  
任期 平成27年8月1日～平成29年3月31日

部門 統合バイオサイエンス部門  
氏名 Li Shu Jie(56歳)  
現職 南開大学 物理学科 教授  
任期 平成28年10月1日～平成30年3月31日

部門 統合バイオサイエンス部門  
氏名 Susanne Baldermann(39歳)  
現職 ドイツライプニッツ研究所、ポツダム大学 准教授  
任期 平成28年4月1日～平成30年3月31日

部門 統合バイオサイエンス部門  
氏名 Victor G.Levadny(70歳)  
現職 ロシア科学アカデミー 理論薬理学センター 上級研究員  
任期 平成27年4月1日～平成29年3月31日

部門 統合バイオサイエンス部門  
氏名 黒田 裕樹(43歳)  
現職 慶應義塾大学 環境情報学部 准教授  
任期 平成28年4月1日～平成30年3月31日

部門 環境サイエンス部門  
氏名 泰中 啓一(67歳)  
現職 なし  
任期 平成28年4月1日～平成30年3月31日

部門 環境サイエンス部門  
氏名 吉永 光一(76歳)  
現職 なし  
任期 平成28年4月1日～平成30年3月31日

部門 環境サイエンス部門  
氏名 大葉 英雄(63歳)  
現職 なし  
任期 平成28年4月1日～平成30年3月31日

部門 ベーシック部門  
氏名 Talukder Md. Aminul Islam(47歳)  
現職 ダッカ大学 理学部 物理学科 教授  
任期 平成27年4月1日～平成29年3月31日

部門 ベーシック部門  
氏名 後藤 基志(48歳)  
現職 核融合化学研究所  
任期 平成28年7月1日～平成30年3月31日

部門 ベーシック部門  
氏名 小堀 康博(47歳)  
現職 神戸大学 大学院理学研究科 教授  
任期 平成28年5月1日～平成30年3月31日

部門 ベーシック部門  
氏名 相良 明男(65歳)  
現職 核融合化学研究所  
任期 平成28年7月1日～平成29年3月31日

# 教員索引

## あ

|       |     |
|-------|-----|
| 浅井秀樹  | 88  |
| 浅芝秀人  | 310 |
| 粟井光一郎 | 254 |

## い

|      |     |
|------|-----|
| 池田浩也 | 44  |
| 石川翔吾 | 154 |
| 石田明広 | 24  |
| 石原進  | 128 |
| 板垣秀幸 | 312 |
| 井上翼  | 48  |
| 猪川洋  | 26  |
| 居波涉  | 46  |
| 岩田太  | 68  |

## う

|      |     |
|------|-----|
| 丑丸敬史 | 224 |
| 臼杵深  | 130 |

## え

|       |     |
|-------|-----|
| 江上力   | 70  |
| 海老澤嘉伸 | 72  |
| 海老原孝雄 | 340 |

## お

|      |     |
|------|-----|
| 大岩孝彰 | 200 |
| 大島純  | 90  |
| 大島律子 | 92  |
| 大西利幸 | 256 |
| 大橋剛介 | 94  |
| 大矢恭久 | 342 |
| 岡田昌也 | 150 |
| 岡田令子 | 270 |
| 岡林利明 | 314 |
| 沖田善光 | 152 |
| 荻野明久 | 50  |
| 小野篤史 | 52  |
| 小野行徳 | 28  |

## か

|               |     |
|---------------|-----|
| 甲斐充彦          | 132 |
| 香川景一郎         | 54  |
| カサトベアトリス エステラ | 278 |
| 加藤憲二          | 280 |
| 加藤竜也          | 258 |
| 金武佳明          | 30  |

|      |     |
|------|-----|
| 狩野芳伸 | 134 |
| 河岸洋和 | 226 |
| 川田善正 | 32  |
| 川人祥二 | 34  |

## き

|      |     |
|------|-----|
| 喜多隆介 | 162 |
| 北村晃寿 | 282 |
| 木村浩之 | 302 |
| 木村洋子 | 228 |
| 金原和秀 | 284 |

## く

|       |     |
|-------|-----|
| 久保野敦史 | 164 |
| 熊野善介  | 96  |
| 桑原不二朗 | 202 |
| 桑原義彦  | 98  |

## け

## こ

|       |     |
|-------|-----|
| 孔昌一   | 216 |
| 小谷真也  | 260 |
| 小西達裕  | 100 |
| 小林健吉郎 | 166 |
| 小林健二  | 316 |
| 小林祐一  | 136 |
| 近藤淳   | 158 |
| 近藤満   | 318 |
| 昆野昭則  | 168 |

## さ

|       |     |
|-------|-----|
| 齋藤隆之  | 196 |
| 酒井三四郎 | 102 |
| 佐治齐   | 104 |
| 真田俊之  | 218 |
| 茶山和敏  | 262 |

## し

|      |     |
|------|-----|
| 塩尻信義 | 230 |
| 島村佳伸 | 204 |
| 清水一男 | 80  |
| 下村勝  | 74  |
| 新谷政己 | 264 |

## す

|      |     |
|------|-----|
| 杉浦彰彦 | 106 |
| 鈴木信行 | 320 |
| 鈴木久男 | 170 |

鈴木雅一……………232

せ

関根理香……………322

そ

た

竹内勇剛……………118

武田正典……………60

竹之内裕文……………234

竹林洋一……………110

竹前忠……………112

田坂茂……………172

立岡浩一……………174

舘岡康雄……………114

立蔵洋介……………138

田中直樹……………324

田中康隆……………184

ち

近田拓未……………348

つ

塚越哲……………286

土屋麻人……………326

て

と

徳元俊伸……………236

轟泰司……………238

富田誠……………328

富田靖正……………186

鳥居肇……………330

な

永津雅章……………36

中村篤志……………188

中谷広正……………116

中山顕……………206

鳴海哲夫……………190

に

西垣正勝……………86

西村雅史……………118

庭山雅嗣……………140

ぬ

ね

根尾陽一郎……………56

の

能見公博……………120

野口敏彦……………208

は

朴龍洙……………240

橋口原……………38

早川邦夫……………210

早川泰弘……………66

原和彦……………20

原正和……………242

ひ

平井浩文……………244

平川和貴……………176

平田久笑……………266

廣本宣久……………22

ふ

符徳勝……………178

福田直樹……………142

福田充宏……………212

福原長寿……………214

藤間信久……………180

藤原健智……………276

二又裕之……………198

へ

ほ

堀匡寛……………62

ま

前田恭伸……………122

前田康久……………332

増田俊明……………288

間瀬暢之……………182

松井信……………220

み

三浦憲二郎……………124

三重野哲……………308



|       |       |       |     |
|-------|-------|-------|-----|
| ミゼイクス | ビガンタス | ..... | 40  |
| 道 下   | 幸 志   | ..... | 126 |
| 道 林   | 克 禎   | ..... | 290 |
| 峰 野   | 博 史   | ..... | 144 |
| 三 村   | 秀 典   | ..... | 42  |
| 宮 崎   | 佳 典   | ..... | 146 |
| 宮 崎   | 倫 子   | ..... | 334 |

む

|     |     |       |     |
|-----|-----|-------|-----|
| 村 上 | 健 司 | ..... | 76  |
| 村 田 | 健 臣 | ..... | 268 |

め

も

|     |      |       |     |
|-----|------|-------|-----|
| 毛 利 | 出    | ..... | 336 |
| 本 橋 | 令 子  | ..... | 246 |
| モラル | ダニエル | ..... | 192 |
| 森 下 | 祐 一  | ..... | 292 |
| 守 田 | 智    | ..... | 294 |
| 森 田 | 達 也  | ..... | 248 |

や

|     |     |       |     |
|-----|-----|-------|-----|
| 矢 永 | 誠 人 | ..... | 344 |
| 山 内 | 清 志 | ..... | 296 |
| 山 崎 | 昌 一 | ..... | 250 |
| 山 中 | 正 道 | ..... | 346 |
| 山 本 | 歩   | ..... | 252 |

ゆ

よ

|     |     |       |     |
|-----|-----|-------|-----|
| 横 沢 | 正 幸 | ..... | 298 |
| 吉 村 | 仁   | ..... | 274 |
| 依 田 | 秀 実 | ..... | 338 |

ら

り

|   |     |       |    |
|---|-----|-------|----|
| 李 | 洪 譜 | ..... | 78 |
|---|-----|-------|----|

る

れ

ろ

わ

|     |     |       |     |
|-----|-----|-------|-----|
| 脇 谷 | 尚 樹 | ..... | 160 |
| 和 田 | 忠 浩 | ..... | 148 |
| 渡 邊 | 実   | ..... | 58  |
| 王   | 権   | ..... | 300 |

静岡大学創造科学技術大学院  
教育研究活動報告書

第 11 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<br>TEL(053)478-1350(直通) |
| 制 作   | 株式会社 アドットワークス                                       |
|       | 432-8044 浜松市中区山下町2番地1 3F<br>TEL(053)479-0047(代)     |

---

平成 30 年 3 月 30 日発行



静岡大学